

№21 (116) 2011
Выпуск 17

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

Журнал входит
в Перечень ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий,
выпускаемых в Российской Федерации,
в которых рекомендуется публикация
основных результатов диссертаций
на соискание ученых степеней
доктора и кандидата наук

Учредитель:
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)
Издатель:
НИУ «БелГУ»,
Издательско-полиграфический комплекс
НИУ «БелГУ»
Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций
и охраны культурного наследия
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-21121 от 19 мая 2005 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор

Л.Я. Дятченко,
ректор НИУ «БелГУ», доктор
социологических наук, профессор

Зам. главного редактора

В.В. Соколев,
проректор по научной работе
НИУ «БелГУ», кандидат педагогических
наук, доцент

Ответственные секретари:

В.М. Московкин,
доктор географических наук, профессор
кафедры мировой экономики
НИУ «БелГУ»

Е.Н. Кролевецкая,
кандидат педагогических наук,
доцент кафедры педагогики
НИУ «БелГУ»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ ЖУРНАЛА

Главный редактор серии

А.В. Присный,
доктор биологических наук, доцент
(НИУ «БелГУ»)

Заместители главного редактора:

О.Е. Лебедева,
доктор химических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

А.Г. Корнилов,
доктор географических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

Ответственный секретарь

Ю.Н. Куркина,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент (НИУ «БелГУ»)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного университета Естественные науки

Belgorod State University Scientific Bulletin Natural sciences

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Сорта яблони, проявляющие высокую комплексную устойчивость к парше и яблонному цветоеду в условиях Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета. **Дунаева Е.Н., Дунаев А. В., Языкова В.В., Шаптала Н.В. 5**

Значение зеленых насаждений в очищении воздушного бассейна г. Воронежа. **Якушев А.Б. 12**

К разработке морфологической габитуальной классификации жужелицеобразных жесткокрылых (Carabiformia, Coleoptera). **Негробов С.О. 19**

Оценка степени повреждения ДНК в популяциях наземных моллюсков урбанизированных ландшафтов Среднерусской возвышенности. **Снегин Э.А., Ненашева Е.С., Артемчук О.Ю. 26**

Распространение бешенства на территории Белгородской области. **Москвитин С.А., Анисимов А.В., Сорокин В.Н., Новиченко В.В., Бережная Е.М. 31**

Динамика массы тела и внутренних органов цыплят-бройлеров, получавших в процессе выращивания липосил. **Зимовина Л.В., Яковлева Е.Г., Мусиенко Н.А. 41**

Адаптационные реакции у студентов при экзаменационном стрессе. **Бусловская Л.К., Рыжкова Ю.П. 46**

Влияние ксантофиллосодержащих растительных добавок на биохимические показатели крови, накопление лютеина и зеаксантина в желтке перепелиных яиц. **Шапошников А.А., Закирова Л.Р., Дейнека В.И., Вострикова С.М., Дейнека Л.А., Гай И.Е., Бронникова А.М., Яковлева И.Н. 53**

Антибактериальные свойства монтмориллонит содержащих сорбентов. **Буханов В.Д., Везенцев А.И., Пономарева Н.Ф., Козубова Л.А., Королькова С.В., Воловичева Н.А., Перистый В.А. 57**

Обзор данных о механизмах влияния гидратированных фуллеренов на биологические системы. **Волкова Т.О., Ширинкин С.В., Шапошников А.А. 64**

ХИМИЯ

Кислотно-основные свойства железосодержащих материалов, используемых для деструкции органических субстратов. **Соловьева А.А., Лебедева О.Е. 71**

Химико-экологическая и гигиеническая оценка воды природного парка «Нежеголь». **Перистая Л.Ф., Индина И.В., Перистый В.А., Козырева Ю.Н. 75**

Исследование антоциановых комплексов лепестков цветков пионов. **Чулков А.Н., Дейнека В.И., Третьяков М.Ю., Дейнека Л.А., Нецветова О.В. 85**

Члены редколлегии:

Л.Н. Балютинская, доктор химических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

И.В. Батлуцкая, доктор биологических наук, доцент (НИУ «БелГУ»)

А.И. Везице, доктор технических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Р. Виттиг, доктор, профессор (Университет им. И.В. Гете, Франкфурт-на-Майне)

А.Ф. Колчанов, кандидат биологических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Ф.Н. Лисецкий, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

С.В. Лукин, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ» государственного университета)

А.Н. Петин, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

С.В. Сергеев, доктор технических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.Н. Сорокопудов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.К. Тохтарь, доктор биологических наук, старший научный сотрудник (НИУ «БелГУ»)

М.З. Федорова, доктор биологических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Ю.Г. Чендев, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.С. Шилова, доктор педагогических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Оригинал-макет *А.В. Присный*,
Н.А. Гапоненко
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 20.12.2011
Формат 60×84/8
Гарнитура Georgia, Impact
Усл. п. л. 25,8
Тираж 1000 экз.
Заказ 387

Подписной индекс в каталоге агентства
«Роспечать» – 81466

Оригинал-макет тиражирован
в Издательско-полиграфическом комплексе
НИУ «БелГУ»
Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Высокоэффективная жидкостная хроматография в тестировании культуральной жидкости микробиологического синтеза лизина.
Габрук Н.Г., Олейникова И.И., Метелев А.В. 91

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Агроэкологическая оценка содержания азота в сельскохозяйственных растениях и почвах Белгородской области. **Лукин С.В., Четверикова Н.С., Ероховец М.А. 95**

Городские почвы как неотъемлемый компонент урбоэкосистемы.
Землякова А.В. 102

Использование космического мониторинга для изучения элементов водного баланса в целях адаптивного землеустройства агроландшафтов. **Лисецкий Ф.Н., Ковалева Т.Н. 108**

Геоинформационная обработка данных в процессе обзорного ландшафтно-экологического картографирования. **Сенная Е.И. 119**

Алгоритм системного анализа для оптимизации эксплуатации водозаборов в сложных геоэкологических условиях.
Леонтьева Е.В. 128

Изменение водности и гидрохимических показателей основного трансграничного водотока Белгородской области – р. Северский Донец.
Петина М.А., Клубкова Г.В., Новикова Ю.И. 132

Эколого-геоморфологическая оценка урбанизированных территорий с целью выявления рисков на примере г. Белгорода.
Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. 137

Проблемы использования системного подхода в географии.
Голубченко И.В., Оборин М.С. 144

Актуализация результатов кадастровой оценки земель населённых пунктов. **Кухарук Н.С., Марциневская Л.В., Митряйкина А.М. 150**

Оценка конечной газоотдачи терригенных коллекторов по месторождениям России, Азербайджана и Узбекистана.
Бурлуцкая И.П., Гричаников В.А., Овчинников А.В. 161

Анализ результатов разработки месторождения «Урга» с целью определения возможной выработки запасов газа и конечной газоотдачи. **Гричаников В.А., Бурлуцкая И.П., Овчинников А.В. 170**

К проблеме повышения эффективности разведки и добычи благородных минералов (золота, серебра, платиноидов, алмазов и других). **Климентов М.Н., Петин А.Н. 175**

Об эффективности горизонтальных дренажных скважин при осушении бортов карьеров. **Воронин А.А., Пономаренко Ю.В. 179**

Эколого-географическое положение Мурманской области: основные аспекты. **Светлова М.В. 183**

Анализ состояния и дифференциальная рекреационная оценка природно-ландшафтного потенциала Белгородской области.
Комарова М.Е. 191

Опыт культурно-ландшафтного районирования Псковской области.
Андреев А.А. 203

Сведения об авторах 211

Информация для авторов 215

**№21 (116) 2011
Issue 17**

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

The Journal is included into the list of the leading peer-reviewed journals and publications coming out in the Russian Federation that are recommended for publishing key results of the theses for Doktor and Kandidat degree-seekers.

Founder:

Federal state autonomous educational establishment of higher professional education
«Belgorod National Research University»

Publisher:

Belgorod National Research University.
Belgorod National Research University Press

The journal is registered in Federal service of control over law compliance in the sphere of mass media and protection of cultural heritage

Certificate of registration of mass media
ПИ № ФС 77-21121 May 19, 2005.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-chief

L.J. Djatchenko,

Rector of Belgorod National Research University, doctor of sociological sciences, Professor

Deputy editor-in-chief

V.V. Sokorev,

Vice-rector for scientific research of Belgorod National Research University, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Assistant Editors

V.M. Moskovkin,

Doctor of geographical sciences, Professor of world economy department Belgorod National Research University

E.N. Krolevetskaya,

Candidate of pedagogical sciences, associate professor of Pedagogics department of Belgorod National Research University

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Chairman of editorial series

L.J. Djatchenko,

Rector of Belgorod State University, doctor of sociological sciences, professor

Chief editor:

A.V. Prisyri,

Doctor of biological sciences, professor (Belgorod National Research University)

Deputies of chief editor:

O.E. Lebedeva,

Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod National Research University)

A.G. Kornilov,

Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod National Research University)

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

The Varieties of the Apple-Tree Showing High Complex Resistance to Apple Scab and Apple Blossom Weevil in the Conditions of the Botanical Garden of Belgorod State University. **Dunaeva E.N., Dunaev A.V., Jazykova V.V., Shaptala N.V. 5**

The Value of Green Spaces in the Purification of the Air Basin of the City of Voronezh. **Yakushev A.B. 12**

To Working out of Morphological Habitus Classifications of Ground Beetles (Carabiformia, Coleoptera). **Negrobov S.O. 19**

Estimation of Extent of Damage of DNA in Populations of Terrestrial Mollusks of the Urbanized Landscapes of Central-Russian Uplands. **Snegin E.A., Nenasheva E.S., Artemchuk O.Y. 26**

Spreading of Rabies on the Territory of Belgorod Region. **Moskvitin S.A., Anisimov A.V., Sorokin V.N., Novichenko V.V., Berezhnaya E.M. 31**

Dynamics of Body and Internal Organs Weight of the Chickens-Broilers Receiving Lyposil During the Growing Process. **Zimovina L.V., Yakovleva H.G., Musienko N.A. 41**

Adaptive Reactions of Students at Exam Stress. **Buslovskaya L.K., Ryzhkova Y.P. 46**

Biochemical Analysis of Blood and Eggs of Quails Getting Xantophylls in Various Plant Additions. **Shaposhnikov A.A., Zakirova L.R., Deineka V.I., Vostrikova S.M., Deineka L.A., Gay I.Y., Bronnikova A.M., Yakovleva I.N. 53**

Antibacterial Properties of Sorbents Containing Montmorillonit. **Bukhanov V.D., Vezentsev A.I., Ponomareva N.F., Kozubova L.A., Korolkova S.V., Volovicheva N.A., Peristy V.A. 57**

Hydrated Fullerene as an Instrument to Understand the Role of Special Structural Characteristics of Aqueous Environment of a Living Organism for Its Normal Functioning. **Volkova T.O., Shirinkin S.V., Shaposhnikov A.A. 64**

CHEMISTRY

Acid-Base Properties of Iron-Containing Materials Used for Destruction of Organic Substrats. **Solovyeva A.A., Lebedeva O.E. 71**

Chemical and Ecological as well as Hygienic Estimation of Water of the Natural Park «Nezhegol». **Peristaya L.F., Indina I.V., Peristy V.A., Kozyreva Ju.N. 75**

Investigation of Paeonia Flowers Petals Anthocyanin Complexes. **Chulkov A.N., Deineka V.I., Tret'yakov M.Yu., Deineka L.A., Netzvetayeva O.V. 85**

Responsible secretary:

Yu.N. Kurkina,
Candidate of agricultural sciences, associate
professor (Belgorod National Research
University)

Members of editorial board:

L.N. Balyatinskaya, Doctor
of chemical sciences, professor
(Belgorod National Research University)

I.V. Batlutskaya, Doctor
of biological sciences,
professor (Belgorod National Research
University)

A.I. Vezentsev, Doctor
of technical sciences, professor
(Belgorod National Research University)

Rudiger Wittig, Doctor, professor
(I.V. Gete University, Frankfurt-on-Mine)

A.F. Kolchanov, Candidate
of biological sciences, professor
(Belgorod National Research University)

F.N. Lisetskiy, Doctor
of geographical sciences, professor
(Belgorod National Research University)

S.V. Lukin, Doctor of geographical
sciences, professor
(Belgorod National Research University)

A.N. Petin, Doctor of geographical
sciences, professor (Belgorod State
University)

S.V. Sergeev, Doctor of technical sciences,
professor (Belgorod National Research
University)

V.N. Sorokopudov, Doctor
of agricultural sciences, professor
(Belgorod National Research University)

V.K. Tokhtar, Doctor of biological
sciences, senior scientific employee
(Belgorod National Research University)

M.Z. Fiodorova, Doctor
of biological sciences,
professor (Belgorod National Research
University)

Yu.G. Chendev, Doctor
of geographical sciences, professor
(Belgorod National Research University)

V.S. Shilova, Doctor of pedagogical
sciences, professor (Belgorod National
Research University)

Page layout by *A.V. Prisniy*
N.A. Gaponenko
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Passed for printing 20.12.2011
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 25,8
Circulation 1000 copies
Order 387

Subscription reference in Rospechat'
agency catalogue – 81466

Dummy layout is replicated
at Belgorod State University Publishing House
Address: 85, Pobedy str., Belgorod, Russia, 308015

Highly Effective Liquid Chromatography (HELIC) in Testing of the
Liquid Environment of the Liquid of Microbiological Synthesis of the
Lysine. **Gabruk N.G., Oleynikova I.I., Metelev A.V. 91**

EARTH SCIENCES

Agroecological Estimation of Nitrogen Content in Agricultural Crops
and Soils of Belgorod Region. **Lukin S.V., Chetverikova N.S.,
Erokhovets M.A. 95**

Urban Soil as an Integral Component of Urban Ecosystems.
Zemlyakova A.V. 102

Studying of Elements of Water Balance of Territory with Use of Data of
Space Monitoring for Land Management of Agricultural Landscapes.
Lisetskii F.N., Kovaleva T.N. 108

Geoinformation Data Processing in the Process of Review Landscape-
Ecological Mapping. **Sinna O.I. 119**

Algorithm of the System Analysis for Optimization of
Operation of Water Intakes in Difficult Geoeological Conditions.
Leontyeva E.V. 128

Change in Water Content and Hydrochemical Indicators of the Major
Transboundary Watercourse of Belgorod Region – Seversky Donets
River. **Petina M.A., Klubkova G.V., Novikova Y.I. 132**

Ecological and Geomorphological Assessment of Urban Areas to Identify
Risks From the Example of Belgorod. **Petina V.I., Gaivoronskaya
N.I., Belousova L.I. 137**

Problems of Use of the System Approach in Geography.
Golubchenko I.V., Oborin M.S. 144

Updating of Cadastral Valuation of Lands of Settlements.
Kukharuk N.S., Martsinevskaya L.V., Mitryaykina A.M. 150

The Appraisal of the Final Gas-Return of the Terrigenous Collectors on
the Deposits of Russia, Azerbaijan and Uzbekistan. **Burlutskaya I.P.,
Grichanikov V.A., Ovchinnikov A.V. 161**

The Analysis of the Results of the Deposit «Urga» Exploitation to De-
termine the Possible Exploitation of the Gas Stocks and the Final Gas-
Return. **Grichanikov V.A., Burlutskaya I.P.,
Ovchinnikov A.V. 170**

To a problem of efficiency increasing of investigation and extraction
of noble minerals (gold, silver, platinum, diamonds and others).
Klimentov M.N., Petin A.N. 175

Efficiency of Horizontal Drainage Boreholes at Dewatering of Flanks of
Open-Cast Mines. **Voronin A.A., Ponomarenko U.V. 179**

Ecological and Geographical Position of the Murmansk Region: the
Main Aspects. **Svetlova M.V. 183**

Analysis of the Status and Differential Assessment of Natural Recrea-
tional Potential of the Landscape of the Belgorod Region.
Komarova M.E. 191

The Experience of Cultural Landscape Zoning of the Pskov Region.
Andreev A.A. 203

Information about Authors **211**

Information for Authors **215**

БИОЛОГИЯ

УДК 632.3:634.72.3.1

СОРТА ЯБЛОНИ, ПРОЯВЛЯЮЩИЕ ВЫСОКУЮ КОМПЛЕКСНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ К ПАРШЕ И ЯБЛОННОМУ ЦВЕТОЕДУ В УСЛОВИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА БЕЛГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Е.Н. Дунаева, А.В. Дунаев,
В.В. Языкова, Н.В. Шаптала**

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: kiryushenko@bsu.edu.ru

В статье представлены результаты трехлетних (2008-2010 гг.) исследований по комплексной устойчивости сортов яблони из коллекции плодовых Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета к парше и яблонному цветоеду. Выделены сорта, проявляющие высокую комплексную устойчивость, перспективные для выращивания и селекционной работы в условиях Белгородской области. Отмечается, что список высокоустойчивых сортов может быть дополнен по результатам дальнейших полевых исследований.

Ключевые слова: комплексная устойчивость, парша яблони, яблонный цветоед, устойчивый сорт.

Введение

Анализ литературных данных и собственный опыт убеждают в том, что всегда существует проблема внедрения в новое местообитание хозяйственно-ценных видов, форм, гибридов и сортов плодовых и декоративных растений инорайонного и иноземного происхождения. Это следствие полного или неполного несоответствия экологического потенциала местообитания и экобиолого-генетического потенциала рассматриваемых в качестве интродуцентов культиваров. Иными словами, несоответствие экотопа и биотипа. Разрешается эта проблема в полевых условиях – в процессе выращивания (культивирования) растений в новом местообитании под влияние существующих факторов среды. За растениями ведутся визуальные наблюдения на соответствие их феноритмики сезонной ритмике региона, на устойчивость к основным абиотическим и биотическим факторам. По результатам наблюдений в течение нескольких лет за состоянием интродуцентов делается заключение о перспективности их дальнейшего использования. На территории Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета (г. Белгород, Белгородская область, Российская Федерация) существует богатая коллекция сортов яблони *Malus domestica* М. Эта коллекция заложена в 2002 г. посадкой в открытый грунт привитых саженцев, привезенных из Орловского, Мичуринского и Московского НИИ. Многие сорта были впервые введены в культуру в Белгородской области. С целью более полного изучения интродукционного потенциала сортов в 2008-2010 гг. мы проводили исследования на комплексную устойчивость их к наиболее вредоносным в местных условиях биотическим факторам. По нашим наблюдениям, наибольший вред яблони в условиях Ботанического сада приносят парша листьев и плодов (возбудитель *Venturia inaequalis* (Ске.) Wint) и яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L.



Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2008-2010 гг. Объектами исследования являлись сорта *Malus domestica* М., имеющиеся в коллекции Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета. Ботанический сад расположен в черте г. Белгород в правобережной нагорной части р. Везелка. Высота над уровнем моря 150-160 м. Почвы выщелоченный и типичный черноземы на лессовидных суглинках.

Основная часть коллекции, за которой ведутся систематические наблюдения, насчитывает 84 сорта яблони на сильнорослом подвое и 32 сорта на слаборослом подвое. Несколько сортов встречаются и на слаборослом и на сильнорослом подвоях (Рождественское, Спартан и др.). Каждого сорта в коллекции имеется не менее 5 экземпляров. Только 8 сортов из состава коллекции (Жигулевское, Куликовское, Спартан, Мелба, Папировка, Антоновка обыкновенная, Квинти, Память Мичурина) являются районированными сортами [1].

Устойчивость сортов к парше листьев и плодов (возбудитель *Venturia inaequalis* (Ске.) Wint) оценивали в зависимости от степени их пораженности указанной болезнью в годы наблюдений. Степень пораженности паршой листьев и плодов яблони разных сортов оценивали согласно методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [2]. Устойчивость сортов к яблонному цветоеду *Anthonomus pomorum* L оценивали в зависимости от степени их поврежденности данным вредителем в годы наблюдений. Степень поврежденности определяли визуально по условной балльной шкале: 0 баллов – повреждений нет; 0,1-1,0 балла – повреждено до 20% бутонов; 1,1-2,0 балла – повреждено до 40% бутонов; 2,1-3,0 балла – повреждено до 60% бутонов; более 3,0 балла – повреждено более 60% бутонов.

Комплексную устойчивость сортов оценивали по совокупной устойчивости их к парше и цветоеду. К сортам, проявляющим высокую комплексную устойчивость, относили те сорта, степень поражения листьев и плодов которых паршой и степень повреждения бутонов цветоедом во все годы наблюдений не превышала 1,0 балла.

Следует отметить, что в годы наблюдений обработок пестицидами против парши яблони и яблонного цветоеда не проводилось.

Результаты и их обсуждение

Погодные условия и особенности фенологии яблони в годы наблюдений. Погодно-климатические условия имеют важное значение в жизни растений. С одной стороны они определяют особенности роста и развития растений, с другой – развитие болезней и вредителей, поражающих и повреждающих растения. В целом погодно-климатические условия региона благоприятны для выращивания яблони (умеренно-континентальный климат). Средние многолетние значения метеопказателей основного периода вегетации приведены в таблице 1. Там же приведены данные о погодных условиях в вегетационные сезоны 2008-2010 гг., когда проводились исследования на устойчивость.

Кроме среднемесячных температур и количества осадков по месяцам мы приводим значения гидротермического коэффициента (ГТК), который равен отношению суммы осадков за период с температурой выше +10°C к сумме активных температур за этот же период, уменьшенной в 10 раз [3]. ГТК, как показатель соотношения атмосферных влаги и тепла, характеризует увлажненность воздуха и почвы в период вегетации.

Апрель 2008 г. выдался очень теплым и влажным (см. табл.1). Распускание почек у яблони в зависимости от сорта началось 8-11 апреля. Начало цветения было отмечено 25 апреля – 4 мая (в зависимости от сорта). Конец цветения 6-17 мая. Сила цветения разных сортов составляла 3-5 баллов (преимущественно 4-5 баллов). Конец роста побегов у деревьев яблони разных сортов был отмечен 15-28 июля. Начало листопада – 4-26 октября, конец листопада – 14 октября – 9 ноября (в зависимости от сорта).

В 2009 г., в связи с более прохладной и сухой погодой апреля (табл.) распускание почек у яблони началось позднее, чем в 2008 г., – 17-23 апреля. Начало цветения было отмечено 7-9 мая, конец цветения 13-20 мая. Сила цветения составляла 0-4 балла (преимущественно 1-3). Конец роста побегов был отмечен 15 июля – 26 августа. Начало листопада наблюдалось 30 августа – 4 октября, конец листопада 22 сентября – 10 октября.

Таблица

Метеоданные 2008-2010 гг. (среднемесячная температура воздуха, месячное количество осадков, ГТК) и средние многолетние значения по г. Белгороду

| Метео-показатели по годам | Месяц | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|-------|------|------|------|------|--------|----------|
| | Апрель (по декадам) | | | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь |
| | I | II | III | | | | | |
| 2008 | | | | | | | | |
| T, °C | 11.4 | 10.62 | 10.3 | 13.1 | 17.7 | 20.9 | 21.6 | 13.8 |
| P, мм | 1.5 | 2.4 | 33.2 | 56.9 | 35.6 | 43.7 | 34.0 | 46.0 |
| ГТК | 0.13 | 2.11 | 3.22 | 1.40 | 0.67 | 0.67 | 0.51 | 1.11 |
| 2009 | | | | | | | | |
| T, °C | 5.5 | 7.9 | 11.4 | 14.3 | 20.9 | 21.4 | 17.7 | – |
| P, мм | 1.9 | 2.0 | 0.0 | 55.4 | 19.4 | 42.1 | 9.1 | – |
| ГТК | – | – | 0.0 | 1.25 | 0.31 | 0.63 | 0.16 | – |
| 2010 | | | | | | | | |
| T, °C | 9.3 | 11.4 | | 18.5 | 22.5 | 26.5 | 26.2 | 14.7 |
| P, мм | 0.0 | 2.5 | 11.7 | 25.8 | 29.2 | 58.0 | 15.0 | 73.2 |
| ГТК | – | 0.22 | 0.04 | 0.45 | 0.43 | 0.71 | 0.18 | 1.66 |
| Средние | | | | | | | | |
| T, °C | 7.5 (среднемесячное) | | | 14.6 | 17.9 | 19.9 | 18.7 | 12.9 |
| P, мм | 41.0 (месячное) | | | 47.0 | 63.0 | 69.0 | 56.0 | 40.0 |
| ГТК | – | | | 1.04 | 1.17 | 1.12 | 0.97 | 1.03 |

В 2010 г. распускания почек началось 18-22 апреля, начало цветения наблюдалось 3-8 мая, конец цветения 7-14 мая, сила цветения составляла 0-5 баллов (преимущественно 1-3 балла), начало листопада началось 11-30 октября, конец листопада был отмечен 16 октября-13 ноября.

Из числа изучаемых сортов яблони наиболее ранние сроки прохождения фенологических фаз характерны для сортов Алтайский голубок, Бифорест, Зимнее Будаговского, Караказовское, Китайка 535, Китайка Долго, Орлик, Орловское полосатое, Пасхальное, Приземленное, Рождественское. Для большинства сортов характерны более поздние сроки прохождения фенологических фаз.

Особенности развития парши яблони в годы наблюдений. По литературным данным [4] первичное заражение листьев яблони происходит при температуре около 8°C и достаточной влажности воздуха. Такие погодные условия наблюдались в апреле-мае 2008-2009 гг. (см. табл. 1). Первые проявления болезни на листьях были отмечены: в 2008 г. – 8 мая, в 2009 г. – 14 мая. В засушливом 2010 г. (см. табл. 1) поражение проявилось позднее – 19 мая.

По литературным данным [4] высокая влажность (ГТК>1.6) при температуре воздуха 16°C и выше наиболее благоприятны для развития парши. По нашим наблюдениям благоприятные условия для развития парши создаются при ГТК>1.2 и температуре воздуха около 10-15°C и выше. Погодные условия мая в 2008-2009 гг. (см. табл. 1) были благоприятны для первичного развития болезни и вторичного заражения листьев посредством конидиоспор. Максимальное проявление болезни в 2008-2009 гг. отмечалось в третьей декаде июня; в 2010 г., в связи с засушливой погодой, после 15 июля дальнейшего развития парши на листьях яблони не наблюдалось.

Поражение сортов яблони паршой листьев и плодов в годы наблюдений. В 2008-2010 гг. паршой листьев не поражались (поражение 0,0 балла) следующие сорта яблони: Зарянка, Солнышко, Рождественское, Кандиль Орловский, Рождественское (все на слаборослом подвое), Свежесть, Орловим, Афродита, Имрус, Курнаков-



ское, Чистотел, Орловский пионер, Орловское полесье, Юбилей Москвы, Болотовское, Память Исаева, Первинка, Старт, Здоровье, Веняминовское, Строевское, Рождественское (все на сильнорослом подвое). Кроме того, в 2010 г., очень засушливом (см. табл. 1) и неблагоприятном для развития парши, признаков поражения не наблюдалось у следующих сортов: Вита (на слаборослом подвое), Память Семакину, Юбиляр, Царский Щип, Китайка Долго, Орлинка, Китайка золотистая, Приземленное (все на сильнорослом подвое).

В 2008-2009 гг. слабое поражение листьев (не более 1.0 балла) наблюдалось у таких сортов как: Вита, Память Семакину, Юбиляр, Царский Щип, Китайка Долго, Орлинка, Китайка золотистая, Приземленное, а также у сортов: Алтайский Голубок, Ветеран, Медуница, Слава Мичуринска (все на сильнорослом подвое) и Трофимовское (на слаборослом подвое). В 2010 г. сорта Алтайский Голубок, Ветеран, Медуница, Слава Мичуринска, Трофимовское тоже имели поражение не более 1.0 балла. Кроме того, в 2010 г. поражение не более 1,0 балла проявилось у следующих сортов: Желанное, Зимнее Будаговского, Осеннее полосатое, Антоновка обыкновенная, Китайка 535, Память воину, Караказовское (все на слаборослом подвое), Старк Эрлиэст, Надежное, Антоновка золотистая, Боровинка, Мелба урожайная, Улада, Антоновка десертная, Аркад желтый (все на сильнорослом подвое).

Наряду с этим, в 2008-2009 гг. у сортов Желанное, Зимнее Будаговского, Старк Эрлиэст, Надежное, Антоновка золотистая было отмечено поражение листьев паршой 1.1-2.0 балла. В те же годы у сортов Осеннее полосатое, Антоновка обыкновенная, Китайка 535, Память воину, Караказовское, Боровинка, Мелба урожайная, Улада, Антоновка десертная, Аркад желтый было отмечено поражение листьев более 2,0 баллов.

В 2008-2009 гг. поражение плодов паршой не наблюдалось (степень поражения 0,0 балла) у следующих сортов: Вита, Вишневое, Желанное, Зарянка, Зимнее Будаговского, Полинка, Рождественское, Солнышко, Трофимовское (все на слаборослом подвое), Алтайский Голубок, Антоновка апортовая Афродита, Бельфлер-Китайка, Бифорест, Болотовское, Веняминовское, Строевское, Старт, Ветеран, Жигулевское, Здоровье, Зимняя красавица, Имрус, Кандиль Орловский, Китайка апортовая, Китайка Долго, Китайка золотистая, Коричное полосатое, Курнаковское, Мартовское, Медуница, Мечта, Московское зимнее, Надежное, Орлик, Орлинка, Орловим, Орловский пионер, Орловское полесье, Память Исаева, Первинка, Приземленное, Рождественское, Свежесть, Старк Эрлиэст, Царский щип, Чистотел, Юбилей Москвы, Юбиляр (все на сильнорослом подвое).

В эти же годы поражение плодов 0.0-1.0 балла было отмечено у сортов: Антоновка золотистая, Звездочка, Красавица Москвы, Слава Мичуринска (все на сильнорослом подвое).

В 2010 г., вероятно в связи с сильнейшей атмосферной и почвенной засухой (см. табл. 1), практически все сорта не плодоносили, поэтому данных о пораженности плодов паршой для указанного года наблюдений мы, разумеется, привести не можем.

Таким образом, по результатам учетов пораженности листьев в 2008-2010 гг. и по результатам учетов пораженности плодов яблони разных сортов паршой в 2008-2009 гг. можно выделить иммунные и проявляющие высокую устойчивость к парше листьев и плодов сорта яблони в условиях г. Белгород.

Иммунные сорта: Зарянка, Солнышко, Рождественское (на слаборосло подвое), Рождественское (на сильнорослом подвое), Кандиль Орловский, Свежесть, Орловим, Афродита, Имрус, Курнаковское, Чистотел, Орловский пионер, Орловское полесье, Юбилей Москвы, Болотовское, Память Исаева, Первинка, Старт, Здоровье, Веняминовское, Строевское.

Высокоустойчивые сорта: Вита, Память Семакину, Юбиляр, Царский Щип, Китайка Долго, Орлинка, Китайка золотистая, Алтайский Голубок, Ветеран, Медуница, Слава Мичуринска, Трофимовское, Антоновка апортовая.

Особенности развития яблонного цветоеда в годы наблюдений. Для развития яблонного цветоеда благоприятна повышенная температура воздуха при небольшом количестве выпадающих осадков. Массовый выход этого вредителя из мест зимовки и переселение его на деревья яблони начинается после установления температуры воз-

духа выше +6°C [5]. Такие условия имели место в 2008 и 2010 гг. в I-ю декаду апреля (см. табл. 1). В 2009 г. – во II-ю декаду апреля. В 2008 г. первые заметные повреждения почек были отмечены в середине II-ой декады апреля, повреждения бутонов – в конце III-ей декады апреля. В 2009 г. первые заметные повреждения почек были отмечены в III-ей декаде апреля, повреждения бутонов – в конце I-ой декады мая. В 2010 г. первые заметные повреждения почек были отмечены в II-ой декаде апреля, повреждения бутонов – в I-ой декаде мая.

Повреждение сортов яблони яблонным цветоедом в годы наблюдений. Степень повреждения яблони яблонным цветоедом, при прочих равных условиях, зависит от силы цветения яблони. В 2008 г. наблюдалось обильное цветение сада (4-5 баллов). В этот год повреждений, наносимых цветоедом, не отмечено для следующих сортов: Анис алый (на сильнорослом подвое), Антоновка десертная, Антоновка золотистая, Апорт кроваво-красный, Апрельское, Аркад желтый, Белый налив, Бельфлер-Китайка, Болотовское, Боровинка, Братчуд (на сильнорослом подвое), Веняминовское, Ветеран, Вита, Вишневое, Грушевка Московская (на сильнорослом подвое), Жигулевское, Здоровье, Зимнее Будаговского, Зимняя красавица, Кальвиль снежный (на сильнорослом подвое), Катерен (на слаборослом подвое), Квинти (на сильнорослом подвое), Китайка 535, Китайка апортовая, Коричное полосатое, Коричное новое, Куликовское (на сильнорослом), Лимонка крупная (на сильнорослом), Лобо (на сильнорослом), Мекинтош (на сильнорослом), Мантет (на сильнорослом), Мартовское, Медуница, Мелба, Мелба урожайная (на сильнорослом), Мечта, Московское зимнее, Орловский пионер, Орловское полесье, Осеннее полосатое (на слаборослом и на сильнорослом), Память воину (на слаборослом), Память Исаева, Память Ульянищева (на сильнорослом), Папировка (на сильнорослом), Папировка Сузова (на сильнорослом), Пасхальное (на слаборослом), Полинка, Раннее алое (на слаборослом), Ренет Отцовский (на сильнорослом), Рождественское (на слаборослом и сильнорослом), Росса (на сильнорослом), Россошанское багряное (на сильнорослом), Россошанское лежкое (на сильнорослом), Ртищевское (на слаборослом), Северная заря (на сильнорослом), Серуэл (на сильнорослом), Солнышко, Спартан (на сильнорослом), Старк Эрлиэст, Старкримсон (на сильнорослом), Старт, Строевское, Суйслепское (на сильнорослом), Улада, Утренняя звезда (на сильнорослом), Царский щип, Чиллини (на сильнорослом), Чистотел.

В этот же год повреждения 0,1-1,0 балла были отмечены у следующих сортов: Алтайский Голубок, Зарянка, Звездочка, Крупное Ртищева (на слаборослом), Надежное, Норис (на слаборослом), Первинка, Слава Мичуринска, Спартан (на слаборослом), Юбилей Москвы, Юбиляр.

В 2009 г. наблюдалось достаточно слабое цветение сада (1-3 балла). Список не повреждаемых сортов и список сортов, имеющих степень повреждения 0,1-1,0 балла, по результатам наших учетов в 2009 г. остались практически такими же, как и в 2008 г.

В 2010 г. наблюдалось слабое (преимущественно 1-3 балла) и неравномерное (от 0 до 5 баллов) цветение сада. Этот год был более засушливым и жарким, чем предыдущие (см. табл. 1), что благоприятствовало развитию цветоеда. У сортов Антоновка десертная, Апорт кроваво-красный, Апрельское, Аркад желтый, Белый налив, Бельфлер-Китайка, Болотовское, Боровинка, Веняминовское, Ветеран, Вишневое, Грушевка Московская, Жигулевское, Зимняя красавица, Кальвиль снежный, Катерен, Квинти, Китайка апортовая, Коричное новое, Лимонка крупная, Лобо, Мекинтош, Мартовское, Мелба, Орловское полесье, Осеннее полосатое, Память воину, Память Исаева, Папировка Сузова, Росса, Россошанское багряное, Россошанское лежкое, Северная заря, Серуэл, Рождественское (на слаборослом), Солнышко, Спартан (на сильнорослом), Старк Эрлиэст, Суйслепское, Утренняя звезда, Царский щип, Чиллини, Зарянка, Надежное, Норис, Первинка, Юбилей Москвы, Юбиляр в 2010 году цветения фактически не наблюдалось (сила цветения составляла 0 баллов).

В 2010 г. повреждений цветоедом не наблюдалось у сортов: Московское зимнее (сила цветения 5 баллов), Полинка (5), Старкримсон (5), Ренет Отцовский (5), Зарянка (3), Здоровье (3), Квинти (2), Росса (3), Катерен (5). Степень повреждения 0,1-1,0 балла



была зафиксирована у сортов: Медуница (сила цветения 3 балла), Спартан (на слаборослом) (4), Зимнее Будаговского (4), Уэлси (4), Рождественское (на сильнорослом) (4), Слава Мичуринска (4).

Сорта Братчуд (сила цветения 3-4 балла), Китайка 535 (3-4), Мантет (3), Орловский пионер (3-4), Память Ульянищева (3-4), Папировка (3-4), Пасхальное (3-4), Старт (3), Крупное Ртищева (3-4) в 2010 г. имели повреждения 1,1-2,0 балла. Сорта Антоновка золотистая (сила цветения 2-3 балла), Здоровье (3), Алтайский Голубок (2-3), Венъяминовское (2-3) имели повреждения 2,1-3,0 балла.

Сорта Анис алый (сила цветения 2 балла), Вита (3), Коричное полосатое (2), Куликовское (2,5), Мелба урожайная (2), Мечта (2), Раннее алое (2,5), Ртищевское (3), Строевское (2), Услада (3), Чистотел (3), Звездочка (2) в 2010 г. имели повреждения более 3,1 балла.

Таким образом, по результатам учетов поврежденности сортов яблони яблонным цветоедом в 2008-2010 гг. можно предположить, что совсем не подвержены (повреждения 0,0 балла) или подвержены в малой степени (повреждения не более 1,0 балла) влиянию яблонного цветоеда следующие сорта: Московское зимнее, Полинка, Старкримсон, Ренет Отцовский, Зарянка, Здоровье, Квинти, Росса, Катерен, Медуница, Спартан (на слаборослом), Зимнее Будаговского, Рождественское (на сильнорослом), Слава Мичуринска. Этот список не представляется полным, так как многие сорта (Антоновка десертная, Апорт кроваво-красный, Апрельское, Аркад желтый, Белый налив и др.), не поврежденные цветоедом в год сильного цветения сада (2008), в год слабого и неравномерного цветения (2010) совсем не цвели. Некоторые сорта (Анис алый, Вита, Коричное полосатое, Куликовское, Мелба урожайная и др.), не поврежденные цветоедом в год сильного цветения сада (2008), значительно повреждались им в год слабого и неравномерного цветения (2010).

Сорта проявляющие высокую комплексную устойчивость к парше и цветоеду.

По результатам проведенных в 2008-2010 гг. исследований мы выделили иммунные и высокоустойчивые к парше листьев и плодов сорта яблони из коллекции Ботанического сада. Иммунные сорта: **Зарянка**, Солнышко, **Рождественское** (на слаборослом и на сильнорослом подвоях), Кандиль Орловский, Свежесть, Орловим, Афродита, Имрус, Курнаковское, Чистотел, Орловский пионер, Орловское полесье, Юбилей Москвы, Болотовское, Память Исаева, Первинка, Старт, **Здоровье**, Венъяминовское, Строевское.

Высокоустойчивые сорта: Вита, Память Семакину, Юбиляр, Царский Щип, Китайка Долго, Орлинка, Китайка золотистая, Алтайский Голубок, Ветеран, **Медуница**, **Слава Мичуринска**, Трофимовское, Антоновка апортовая.

Мы также выделили сорта, не повреждаемые или повреждаемые в слабой степени цветоедом: Московское зимнее, Полинка, Старкримсон, Ренет Отцовский, **Зарянка**, **Здоровье**, Квинти, Росса, Катерен, **Медуница**, Спартан (на слаборослом подвое), Зимнее Будаговского, **Рождественское** (на сильнорослом подвое), **Слава Мичуринска**.

На основании сопоставления списков сортов высокоустойчивых к парше и цветоеду можно выделить сорта, проявляющие высокую комплексную устойчивость. Это Зарянка, Рождественское (на сильнорослом подвое), Здоровье, Медуница, Слава Мичуринска. Приведенный список не представляется полным. Необходимо продолжать исследования в данном направлении.

Выводы

1. По результатам трехлетних (2008-2010 гг.) исследований на устойчивость к парше и яблонному цветоеду сортов яблони из коллекции плодовых культур Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета (г. Белгород) выявлены сорта, проявляющие высокую комплексную устойчивость. Это Зарянка, Рождественское (на сильнорослом подвое), Здоровье, Медуница, Слава Мичуринска. Приведенный список не представляется окончательным и может быть расширен по результатам дальнейших исследований.

2. На основании наших исследований можно рекомендовать вышеуказанные высокоустойчивые к парше и цветоеду сорта яблони для выращивания и селекционной работы в условиях Белгородской области.

Список литературы

1. Районированный сортимент садовых культур Белогорья (каталог) / Сост.: В.Н. Сорокопудов, В.В. Языкова, Н.Н. Маслова и др. – Белгород, 2008. – 36 с.
2. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общей редакцией Г.А. Лобанова – Мичуринск, 1973. – 493 с.
3. Трунов Ю.В. Минеральное питание и удобрение яблони / Ю.В. Трунов. – Мичуринск-Наукоград РФ: ГНУ Всероссийский НИИ садоводства им. И.В. Мичурина Россельхозакадемии, Воронеж, изд. дом Кварта, 2010. – 400 с.
4. Жданов В.В., Седов Е.Н. Селекция яблони на устойчивость к парше / В.В. Жданов, Е.Н. Седов. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1991. – 208 с.
5. Корчагин В.Н. Защита растений от вредителей и болезней на садово-огородном участке: Справочник / В.Н. Корчагин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 317 с.

THE VARIETIES OF THE APPLE-TREE SHOWING HIGH COMPLEX RESISTANCE TO APPLE SCAB AND APPLE BLOSSOM WEEVIL IN THE CONDITIONS OF THE BOTANICAL GARDEN OF BELGOROD STATE UNIVERSITY

**E.N. Dunaeva, A.V. Dunaev,
V.V. Jazykova, N.V. Shaptala**

*Belgorod State National Research
University, Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

E-mail: kiryushenko@bsu.edu.ru

In the article the results of three-year (2008-2010) researches on complex stability of the varieties of apple-tree from the collection of fruiteders of the Botanical Garden of Belgorod State University to apple scab and apple blossom weevil are presented. The varieties showing high complex resistance, perspective for cultivation and selection work in the conditions of Belgorod region are allocated. It is noted that the list of highly resistant varieties can be expanded with the results of the further field researches.

Key words: complex resistance, apple scab, apple blossom weevil, resistant grade.



ЗНАЧЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ОЧИЩЕНИИ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА г. ВОРОНЕЖА

А.Б. Якушев

ООО «Центр-Дорсервис»,
394026, Воронеж,
Московский пр-т, д.5а

E-mail:
alecsandr2025@mail.ru

Рассмотрена одна из основных функций зеленых насаждений в городской среде – источник поглощения вредных выбросов. Дерево средней величины за 24 часа восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трёх человек. Данные исследования направлены на изучения реальной эффективности поглощения вредных веществ из воздуха зелеными насаждениями.

Ключевые слова: зеленые насаждения, автомобильный транспорт, выбросы, эффективность газопоглощения, очищение воздушной среды.

Проблема «зеленых насаждений» – это одна из острых экологических проблем на сегодняшний день. Вырубка лесов, уничтожение зелени в городах могут повлечь за собой разрушительные последствия. Это будет сказываться на людях, на животных, на природе - на будущем.

Зелёные насаждения – совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений на определённой территории. В городах они выполняют ряд функций, способствующих созданию оптимальных условий для труда и отдыха жителей города, основные из которых – оздоровление воздушного бассейна города и улучшение его микроклимата. Этому способствуют следующие свойства зелёных насаждений:

- поглощение углекислого газа и выделение кислорода в ходе фотосинтеза;
- понижение температуры воздуха за счёт испарения влаги;
- снижение уровня шума;
- снижение уровня загрязнения воздуха пылью и газами;
- защита от ветров;
- ионизация воздуха;
- выделение фитонцидов – летучих веществ, убивающих болезнетворные микробы;
- положительное влияние на нервную систему человека.
- создание условия для архитектурной нагрузки;
- интеграции города в окружающую среду региона).

В данной работе рассмотрена одна из основных функций зеленых насаждений в городской среде – источник поглощения вредных выбросов. Как известно зеленые насаждения способны поглощать вредные вещества из атмосферного воздуха через устьицы на листьях. Дерево средней величины за 24 часа восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трёх человек. Данные исследования направлены на изучения реальной эффективности поглощения вредных веществ из воздуха зелеными насаждениями г. Воронежа и оценку необходимости принятия мер по совершенствованию зеленого каркаса г. Воронежа.

Автомобильный транспорт является линейным дискретно-подвижными источниками токсичных выбросов, что представляет угрозу здоровью человека и окружающей среде. По данным ГИБДД г. Воронежа городской парк автомобилей за последнее десятилетие значительно увеличился и на 1 января 2010 г. составил 255929 автомобилей, в то время как в 2006 г. он составил 205675 автомобилей. Эмиссия загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспортных средств за 2009 г. составила 118220.5 тонн – более 90% от валового выброса в атмосферу всех загрязняющих веществ в г. Воронеже [1]. Данный факт послужил основой для исследования данной работы. Учитывая доверительную вероятность (P) равной 0.90, в соответствии со стандартными методиками математического анализа, выбросы от автотранспорта в черте города, рассматриваются как единственный источник выбросов, которые поглощаются зелеными насаждениями, с соответствующей доверительной вероятностью равной 0.90.

Согласно проведенным исследованиям были произведены расчеты по суммарному выбросу загрязняющих веществ на улично-дорожной сети г. Воронежа с уточнением расчета на каждой категории и по каждому району. Расчеты проводились по программе «Расчет выбросов автотранспорта» (методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов, утвержденная приказом Госкомэкологии России №66 от 16.02.1999). Исходными данными для расчета послужили интенсивность автотранспорта на каждой категории улично-дорожной сети города Воронежа (табл. 1), средняя скорость потока, количество полос движения и длина каждой категории дороги по району [2]. Современная транспортная инфраструктура города включает следующие основные типичные категории дорог и улиц. Так, категория улиц **1Б** – это ул. Остужева, бульвар Победы, Ильюшина; **2Б** – Московский проспект, ул. Кольцовская, ул. Кирова, проспект Труда; **2В** – ул. Никитинская, ул. Ломоносова, ул. Пушкинская; **2Г** – ул. 60-й Армии, ул. Тимирязева, ул. 25 Октября; **3А** – ул. Верещагина, ул. Володарского, ул. Цюрупы; **3Б** – ул. Серафимовича, ул. Текстильщиков, ул. П.Осипенко; **3В** – ул. Спортивная набережная, ул. Кропоткина, ул. Куцыгина; **3Г** – ул.Фрунзе, ул. Переверткина, ул. 60 лет ВЛКСМ; **3Д** – многочисленные переулки, например, Ракетный, Здоровья и др. Результаты расчета выделения загрязняющих веществ от автотранспорта по районам и по городу в целом представлены в таблице 2.

Таблица 1

Интенсивность движения автотранспорта (авт/час) по основным категориям улиц г. Воронежа

| Транспортные средства | Категории улиц | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1Б | 2Б | 2В | 2Г | 3А | 3Б | 3В | 3Г | 3Д |
| Легковые | 1694 | 2188 | 816 | 948 | 169 | 938 | 98 | 61 | 52 |
| Грузовые | 802 | 272 | 128 | 63 | 32 | 63 | 7 | 16 | 5 |
| Автобусы | 91 | 278 | 86 | 3 | 16 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| Всего | 2587 | 2738 | 1030 | 1014 | 217 | 1009 | 105 | 77 | 57 |

Таблица 2

Выбросы загрязняющих веществ по основным категориям улиц для г. Воронежа (г/с)

| Выбросы | Категории улиц | | | | | | | | | Всего (г/с) | Всего (т/г) |
|---|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| | 1Б | 2Б | 2В | 2Г | 3А | 3Б | 3В | 3Г | 3Д | | |
| Железнодорожный район (протяженность всех дорог – 200.898 км) 112.028 | | | | | | | | | | | |
| Газообразные выбросы | 46.77 | 132.01 | 25.45 | 11.56 | 4.32 | 59.56 | 0.58 | 14.98 | 18.08 | 313.31 | 9880.64 |
| Коминтерновский район (протяженность всех дорог – 168.454 км) 145.45 | | | | | | | | | | | |
| Газообразные выбросы | 256.28 | 409.22 | 66.97 | 11.87 | 4.96 | 82.33 | 0.00 | 36.20 | 7.96 | 875.78 | 27618.60 |
| Левобережный район (протяженность всех дорог – 141.120 км) 105.59 | | | | | | | | | | | |
| Газообразные выбросы | 118.66 | 271.77 | 9.15 | 0.00 | 0.00 | 27.40 | 0.63 | 12.88 | 2.63 | 443.13 | 13974.50 |
| Ленинский район (протяженность всех дорог – 138.740 км) 137.18 | | | | | | | | | | | |
| Газообразные выбросы | 0.00 | 112.07 | 81.19 | 0.00 | 10.25 | 2.83 | 3.22 | 16.09 | 4.42 | 230.07 | 7255.58 |
| Советский район (протяженность всех дорог – 145.598 км) 81.248 | | | | | | | | | | | |
| Газообразные выбросы | 114.99 | 52.96 | 47.72 | 3.00 | 11.66 | 26.78 | 0.48 | 6.88 | 1.73 | 266.21 | 8395.10 |
| Центральный район 115.028 | | | | | | | | | | | |
| Газообразные выбросы | 73.37 | 109.62 | 59.26 | 5.67 | 16.36 | 1.32 | 4.63 | 14.23 | 1.74 | 286.20 | 9025.64 |

Таким образом, в таблице 2 приведены суммарные выбросы, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека по всем категориям улиц объединенные по районам. Выброс загрязняющих веществ от автотранспорта составляет тысячи тонн, что формирует риск возникновения неблагоприятных последствий. В ходе проведения исследований на улицах города Воронежа нами был впервые выявлен и оценена степень снижения негативного воздействия зелеными насаждениями, загрязняющих выбросов автотранспорта на окружающую среду г. Воронежа. За основу определения поглощения загрязняющих веществ от автотранспорта зелеными насаждениями по городу Воронежу были взяты данные по расчетам выбросов вредных веществ (см. табл. 2), общее количество зеленых насаждений по городу и эффективность газопоглощения листопадными зелеными насаждениями г. Саратова [3]. Учитывая наличие одинаковых пород в г. Саратов и г. Воронеж, то эффективность газопоглощения листопадными зелеными насаждениями принимается одинаковой.

Расчет эффективности газопоглощения зелеными насаждениями выбросов от автотранспорта в придорожной полосе возможно озелененными территориями общего пользования, которые непосредственно вовлечены в поглощение вредных веществ от дискретно-подвижного источника токсичных выбросов. Остальные категории озелененных территорий города – озелененные территории ограниченного и специального назначения не учитываются в расчете из-за их удаленности от исследуемого источника выбросов, что не позволяет им участвовать в поглощении вредных веществ из воздушной среды. Обеспеченность озелененными территориями общего пользования г. Воронежа приведена в таблице 3 [4].

Таблица 3

**Обеспеченность озелененными территориями
общего пользования г. Воронежа**

| Наименование насаждений | Районы | | | | | | Итого |
|-------------------------|------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------------|-------------------|-------|
| | Централь- ный | Коминтер- новский | Лени- нский | Сове- тский | Железно- дорожный | Левобе- режный | |
| Парки, сады, га | 138.6 | 2.9 | 6.0 | 37.8 | 3.5 | 53.0 | 241.8 |
| Скверы, га | 32.8 | 17.5 | 11.4 | 14.2 | 14.5 | 14.9 | 105.3 |
| Бульвары, га | 15.3 | 24.6 | 16.2 | 19.2 | 19.2 | 20.9 | 115.4 |
| Итого, га | 186.7 | 45.0 | 33.6 | 71.2 | 37.2 | 88.8 | 462.5 |

Вопросами поглощения растительностью вредных выбросов от стационарных и передвижных (автотранспорт) источников занимался еще Илькун Г.М., а также занимаются ученые Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (академик А.С. Исаев, А.М. Степанов и д.), ученые Уральского научного центра РАН (Т.В. Черненко) и других научных учреждений [5, 6].

Коэффициенты агрессивности вредных выбросов, характеризующие показатели относительной опасности присутствия вредных веществ в воздухе, вдыхаемом человеком, по данным исследований составляют: для двуокиси серы SO_2 – 16.5; металлургической пыли – 100; меди Cu – 142.5; мышьяка As – 1000. Учитывая, что такие выбросы как двуокиси серы, явный представитель выбросов от автотранспорта, хоть и обладает не высоким значением, он действует постоянно, чем определяет экологический риск для окружающей среды. Поглощение газовых выбросов происходит через устьица листы зеленых насаждений. Кроме того, вредные вещества в больших количествах могут поглощаться также корой деревьев. И хотя это отрицательно сказывается на самих зеленых насаждениях (уменьшение биомассы и снижение продуктивности), их санитарно-гигиеническая роль весьма существенна. Способность листовых древесных пород ежегодно избавляться от токсических веществ путем обновления листьев обеспечивает сравнительно высокую устойчивость к химическому загрязнению.

Принимая во внимание показатели эффективности газопоглощения древесной растительностью, приведенные в докладе о состоянии окружающей природной среды Саратовской области за 2002 г., можно сделать аналитические расчеты по

поглощению существующими листопадными насаждениями г. Воронежа газовых выбросов автотранспорта (табл. 4). Эффективность газопоглощения определяется как средневзвешенная величина с учетом видового состава пород деревьев, находящихся на определенной территории и способных поглощать определенное количество выбросов в зависимости от породы дерева за вегетационный период [7, 8].

Таблица 4

Эффективность газопоглощения озелененными территориями общего пользования г. Воронежа

| Наименование | Районы | | | | | | Итого по городу |
|---|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------------|--------------|-----------------|
| | Центральный | Коминтерновский | Ленинский | Советский | Железнодорожный | Левобережный | |
| Озелененные территории общего пользования, га | 186.7 | 45.0 | 33.6 | 71.2 | 37.2 | 88.8 | 462.5 |
| Средняя плотность посадки, дер/га | 102 | 119 | 139 | 126 | 140 | 80 | 118 |
| Эффективность газопоглощения 1 деревом г/сутки | 5.05 | 4.98 | 5.27 | 5.57 | 5.72 | 5.39 | 5.26 |
| Эффективность газопоглощения за вегет. период, с 1 га, кг | 110.23 | 126.82 | 156.76 | 150.19 | 171.37 | 92.28 | 807.65 |
| Эффективность газопоглощения за вегет. период, со всей площади, т | 20.58 | 5.71 | 5.27 | 10.69 | 6.38 | 8.19 | 56.82 |

Как видно, листопадные лиственные насаждения общего пользования на площади 462.5 га поглощают ежегодно до 56.82 т вредных выбросов автотранспорта. Эффективность газопоглощения по городу составила 5.26 г/сутки одним деревом. Данная величина определялась как средневзвешенная величина с учетом видового состава пород деревьев по районам города.

Рассматривая эти показатели с результатами расчета выбросов вредных веществ (см. табл. 2) можно проанализировать степень поглощения выбросов по городу и определить непосредственное количество загрязняющих веществ от автотранспорта оказывающих негативное воздействие на окружающую среду г. Воронежа (табл. 5).

Таблица 5

Эффективность газопоглощения озелененными территориями г. Воронежа

| Наименование | Районы | | | | | | Итого по городу (среднее) |
|---|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------------|--------------|---------------------------|
| | Центральный | Коминтерновский | Ленинский | Советский | Железнодорожный | Левобережный | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Озелененные территории общего пользования, га | 186.7 | 45.0 | 33.6 | 71.2 | 37.2 | 88.8 | 462.5 |
| Эффективность газопоглощения 1 деревом г/сутки | 5.05 | 4.98 | 5.27 | 5.57 | 5.72 | 5.39 | 5.26 |
| Эффективность газопоглощения за вегет. период, с 1 га, кг. | 78.30 | 90.08 | 111.34 | 106.68 | 121.72 | 65.54 | 573.66 |
| Эффективность газопоглощения за вегет. период, со всей площади, т | 14.62 | 4.05 | 3.74 | 7.60 | 4.53 | 5.82 | 40.36 |



Окончание табл. 5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Суммарный выброс загрязняющих веществ автотранспортом т/сутки | 27.07 | 75.67 | 38.29 | 19.88 | 23.00 | 24.73 | 208.63 |
| Эффективность очистки атмосферы зелеными насаждениями, % | 54.00 | 5.36 | 9.77 | 38.21 | 19.69 | 23.54 | 25.09 |
| Озелененные территории общего пользования, ограниченного пользования и специального назначения, га | 904.5 | | | | | | |
| Максимальная эффективность очистки атмосферы зелен. насажд. ограниченного пользования и специального назначения, за вегет. период, % | 40.79 | | | | | | |

Эффективность очистки атмосферы зелеными насаждениями рассчитывалась в процентном отношении эффективности газопоглощения за вегетационный период, со всей площади к общему количеству выбросов от автотранспорта с этой же территории.

Как видно, листопадные листовые насаждения общего пользования на площади 462.5 га в зависимости от количества зеленых насаждений и выброса вредных веществ ежедневно поглощают от 5.36% до 54.00% загрязняющих выбросов автотранспорта. Общий выброс от автотранспорта по городу составляет 508.63 т/сутки. Эффективность газопоглощения по городу составила 40.36%. Можно предположить, что максимальное количество поглощаемых выбросов по городу за сутки составит 120.14 т. Максимально возможная эффективность газопоглощения выбросов автотранспорта озелененными территориями города составит 40.79%.

Эффективность поглощения вредных выбросов автотранспорта подтверждалась в ходе проведения натурных измерений проведения исследования на городских улицах в летний период. В ходе данной группы исследований были получены концентрации вредных веществ на одинаковом удалении замеров территорий без зеленых насаждений и с наличием территории занятых зелеными насаждениями: газон, кустарники и деревья с ветвящейся кроной, высотой дерева 5-15 м. Замеры проводились на основной категории улично-дорожной сети категория г. Воронеж – «2Б» – Московский проспект. Усредненные результаты исследований из 20 дней наблюдений представлены в таблице 6.

Таким образом, зеленые насаждения города Воронежа играют важную геоэкологическую функцию, уменьшая загрязнение воздушной среды города. Учитывая неравномерное распределение зеленых насаждений по городу и их незначительную площадь, меньше нормативной, город нуждается в увеличении и модернизации зеленого каркаса. Для оптимальной реализации геоэкологической функции, выражающейся в уменьшении загрязнения воздушной среды города, программа модернизации зеленого каркаса должна быть основана на характере и местоположении источников выбросов.

По состоянию на сегодняшний день распределение земель Природного комплекса в различных частях города неодинаковое. Так, относительно малонарушенные природные территории расположены, преимущественно, в периферийных частях города (окраинные лесные массивы, поймы рек).

Выделение территорий зеленых насаждений общего пользования в общей структуре озелененных территорий города, прежде всего, связано с тем, что именно они играют важнейшую роль в обеспечении кратковременного отдыха населения и их наличие необходимо в планировочной организации городских территорий.

Таблица 6

Концентрации загрязняющих веществ (в долях ПДК среднесуточных)

| Вещества | Концентрация ЗВ при отсутствии зеленых насаждений | Концентрация ЗВ при наличии зеленых насаждений |
|----------------|---|--|
| Азота диоксид | 1.175 | 0.52 |
| Азота оксид | 3.4 | 0.83 |
| Серы диоксид | 1.53 | 0.69 |
| Углерода оксид | 1.66 | 0.71 |
| Формальдегид | 24.8 | 7.44 |

По сведениям АООТ ВПИ «ВОРОНЕЖПРОЕКТ» на 2000 г. площадь озелененных территорий общего пользования составляет 462.5 га, или 5.1 м²/чел. Озелененные территории в природном комплексе составляют 11.2%, в том числе озелененные территории общего пользования – 462.5 га или 1.1%. В целом по городу – обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования составляет 5.1 м²/чел. или 31.9% от нормативного показателя и колеблется по административным районам города от 1.9 до 20,5 м²/чел. Однако и этот показатель имеет тенденцию к снижению [1].

В последнее время, так как нормируемый показатель зеленых насаждений общего пользования трудно достижим, имеется тенденция к определению уровня озелененности как главный критерий в формировании зеленых городских пространств. Однако такой подход не является бесспорным, так как наличие зеленых насаждений общего пользования в структуре застроенных территорий необходимо с точки зрения не только СНиП, но и для оптимального формирования городских пространств, создания мест кратковременной рекреации.

Проектными решениями Генерального плана г. Воронежа предусмотрено увеличение площадей озеленения общего пользования с 1.1 % до 8.5% и развитие единой системы озеленения. Но основные идеи предыдущего генерального плана по формированию единой системы зеленых насаждений с доведением норматива обеспеченности до 20 м²/чел. не реализованы. За последние 10 лет практически не введено в строй каких либо существенных объектов зеленого строительства, что связано как с объективными факторами, так и, в большей мере, с субъективными (недооценкой городскими властями роли зеленых насаждений в формировании комфортной для проживания городской среды).

Данные планы реализовываются только в частичных мелких проектах по модернизации зеленых насаждений. Сегодня районы города с высоким транспортным и промышленным прессингом, минимальным озеленением и недостаточной рекреационной инфраструктурой отличаются более высокой детской заболеваемостью.

Ситуацию усугубляют загруженные автомагистрали, слабое озеленение, очевидные архитектурно-планировочные просчеты, следствием которых является отсутствие необходимых санитарных разрывов между жилыми и промышленными зонами, не учет розы ветров в рассеивании примесей. Как Левобережный, так и Правобережный промышленные районы отличаются повышенной общей заболеваемостью детского населения, в том числе высокой частотой новообразований, болезней органов дыхания, крови, врожденных аномалий.

Выводы

1. Увеличение зеленых насаждений в городе способствует очищению воздушной среды.
2. Увеличение зеленых насаждений в городе снимает антропогенную нагрузку на здоровье население.
3. Зеленые насаждения способны снижать негативное воздействие выбросов до нормативов ПДК.



Список литературы

1. О состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2009 г.: Доклад / Управление по охране окружающей среды администрации городского округа город Воронеж. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2010. – 78 с.
2. Постановление Администрации города Воронежа от 06.04.2004 N 531 «Об утверждении улично-дорожной сети города Воронежа» (вместе с «Положением о присвоении категориям улиц и автомобильных дорог города Воронежа шифров и кодов»), 179 с.
3. Экологический потенциал зелёных насаждений г. Саратова / С.З. Кравцов, В.В. Наташкин, А.И. Попов и др. – Карачаевск: Адонис, 2004. – 100 с.
4. Евменова А.В. Современное состояние и проектные решения по развитию системы озеленения города Воронежа // Лесной вестник. – Воронеж, 2010. – Вып: 3. – С.182-192.
5. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – Киев: Наукова думка, 1971. – 146 с.
6. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наукова думка, 1978. – 247 с.
7. Михеева М.А. Анализ видового разнообразия древесных растений в различных ландшафтно-функциональных зонах и их количественное участие в городских насаждениях // Проблемы и перспективы экологической безопасности : материалы VI межрегион. науч.-практ. конф., (20 мая 2010 г.). – Воронеж, 2010. – С. 145-149.
8. Михеева М.А. Анализ встречаемости различных видов древесных растений в зеленых насаждениях г. Воронежа // Полевые и экспериментальные исследования биологических систем : материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (18 марта 2010 г.). – Ишим, 2010. – С. 22-25.

THE VALUE OF GREEN SPACES IN THE PURIFICATION OF THE AIR BASIN OF THE CITY OF VORONEZH

A.B. Yakushev

ООО «Center-Dorservis», 394026,
Voronezh, Moskovsky Prospect, d.5a
E-mail: alecsandr2025@mail.ru

One of the main functions of green spaces in the urban environment – the source of the absorption of harmful emissions is considered. A medium-sized tree within 24 hours restores so much oxygen as is necessary for respiration of three people. These studies are aimed at studying the actual efficiency of absorption of harmful substances from the air by green spaces.

Key words: green spaces, automobile transport, emissions, efficiency of gas absorption, the purification of air.

УДК 595.768.1

К РАЗРАБОТКЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ГАБИТУАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ЖУЖЕЛИЦЕОБРАЗНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (CARABIFORMIA, COLEOPTERA)

С.О. Негрбов

Воронежский государственный университет

Россия, г. Воронеж, 394006, Университетская пл. 1

E-mail: soneg@rambler.ru

В работе приводится разделение жесткокрылых на ряд форм по основным морфологическим показателям на примере жужелицеобразных. Предлагается выделять у жуков 24 группы габитуальных форм, из которых у карабидных жуков представлено девять.

Ключевые слова: жесткокрылые, жужелицеобразные, габитуальные формы, морфология.

Жесткокрылые по количеству видов самая большая группа в мировой фауне, они занимают различные экологические ниши, в связи с чем имеют значительное разнообразие во внешнем облике. Наиболее достоверно характеристику особи или группы особей можно проследить по морфологическим критериям.

В последние десятилетия активно связывают морфологические особенности живых организмов с различными экологическими факторами (биотоп, ярус, субстрат, трофика). Полученные сходные морфо-адаптивные группы обозначаются как «жизненные формы». Был опубликован ряд работ по жизненным формам серии *Carabiformia*: [1-6].

До выделения «жизненной формы» необходимо приводить описание морфологической характеристики, а затем связывать с экологическими особенностями обитания. Предлагается термин «габитуальная форма», под которой понимается совокупность сходных морфологических признаков группы особей (видов, родов, ...) одной или разной таксономической категории.

Исследования и сбор материала проводились на территории бассейна Среднего Дона (Воронежская, Липецкая, север Волгоградской, запад Саратовской областей в течение 17 лет.

| Форма те- | | Контур тела | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----|------------------|----------------|-----------------|--------------|--|
| | | прерывистый | | | | | обтекаемый | | | | |
| | | сильно | | слабо | | | удлинно-овальная | широкоовальная | короткоовальная | шарообразная | |
| удлинно-овальная | коротко-овальная | цилиндрическая | удлинно-овальная | широко-овальная | коротко-овальная | | | | | | |
| Верх тела | плоский | I | | II | III | IV | | V | | | |
| | слабо выпуклый | VI | VI | | IX | X | XI | XII | XIII | XIV | |
| | выпуклый | XV | XVI | | | XIX | XX | XXI | | | |

Рис. 1. Разделение жесткокрылых на группы габитуальных форм

Всего предлагается к выделению 24 группы габитуальных форм жесткокрылых (рис. 1), в 9-ти из которых представлены виды серии жуелицеобразных (*Carabiformia*).

I группа. Верх тела плоский, контур тела сильно прерывистый, форма удлинненно-овальная.

Одокантоидная – Переднеспинка цилиндрическая, заметно уже головы и туловища. Надкрылья продолговато-цилиндрические (рис. 2). Форма включает 3 вида. Представители: *Demetrias imperialis* (Germ.), *D. monostigma* Sam., *Odocantha melanura* (L.).

Брахинусоидная – Переднеспинка сужено-сердцевидная, не шире головы и намного уже туловища. Надкрылья широкоовальные (рис. 2). Форма включает 17 видов. Представители: *Brachinus crepitans* (L.), *B. elegans* Chd., *B. explodens* Duft., *Cymindis humeralis* (Fourcr.), *C. lineata* (Quens.), *C. lateralis* F.-W., *C. variolosa* (F.), *Dromius quadrimaculatus* (L.), *Microlestes maurus* (Strm.), *M.s minutulus* (Gz.), *M. negrita* (Woll.), *Paradromius linearis* (Ol.), *Philorhizus notatus* (Steph.), *Ph. sigma* (Rossi), *Polystichus connexus* Fourcr., *Syntomus obscuroguttatus* (Duft.), *S. truncatellus* (L.)

III группа. Верх тела плоский, контур тела слабо прерывистый, форма удлинненно-овальная.

Трехусоидная – Переднеспинка сердцевидная, шире головы и немного уже туловища. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 2). Форма включает 6 видов. Представители: *Blemus discus* (F.), *Epaphius secalis* (Pk.), *Tachys micros* (Fisch.), *Tachyta nana* (Gyll.), *Trechus quadristriatus* (Schrnk.), *T. subnotatus* Dej.

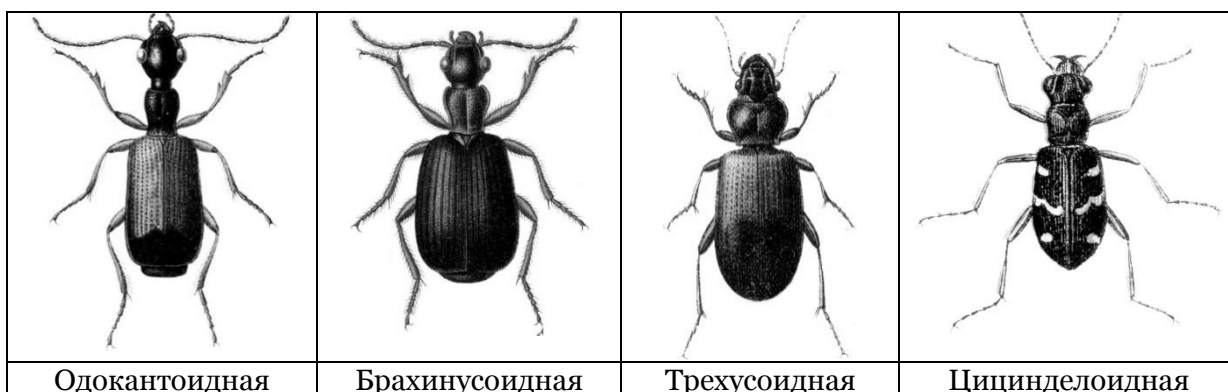


Рис. 2. Габитуальные формы жесткокрылых

VI группа. Верх тела слабовыпуклый, контур тела сильно прерывистый, форма удлинненно-овальная.

Цициделоидная – Переднеспинка сердцевидно-поперечная, уже головы и туловища. Надкрылья продолговато-овальные. Усики крепятся на лбу (рис. 2). Форма включает 6 видов. Представители: *Cicindela campestris* L., *C. hybrida* L., *C. germanica* L., *C. littoralis conjunctaepustulata* Dokhtouroff, *C. maritima* Latr., *C. soluta* Dej.

Елафрусоидная – Переднеспинка продолговатая, уже головы и туловища. Глаза крупные. Надкрылья короткоовальные. Бегающее передвижение (рис. 3). Форма включает 3 вида. Представители: *Elaphrus cupreus* Duft., *E. riparius* (L.), *E. uliginosus* F.

Нотиофилюсоидная – Переднеспинка поперечная, сильно суженная к туловищу. Глаза крупные. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 3). Форма включает 3 вида. Представители: *Notiophilus aquaticus* (L.), *N. germinyi* Fauvel, *N. palustris* (Duft.)

Лейстусоидная – Переднеспинка широкосердцевидная, намного шире головы и немного уже туловища. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 3). Форма включает 1 вид. Представитель: *Leistus ferrugineus* (L.)

Лорицероидная – Переднеспинка широкая, сердцевидная, шире головы, в основании намного уже туловища. Надкрылья широко продолговато-овальные (рис. 3). Форма включает 1 вид. Представитель: *Loricera pilicornis* (F.)

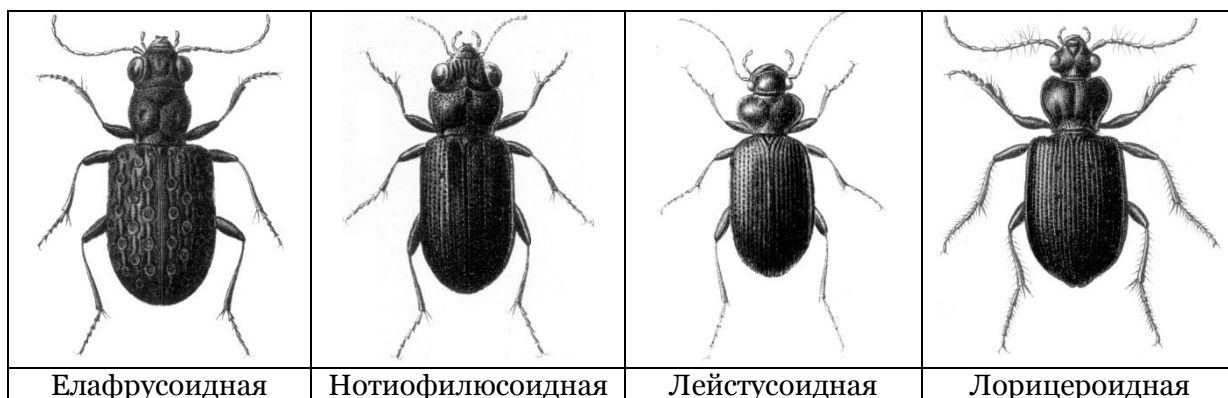


Рис. 3. Габитуальные формы жесткокрылых

Броскусоидная – Голова, переднеспинка и туловище примерно одной ширины. Между переднеспинкой и надкрыльями короткая перетяжка, на которой расположен щиток. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 4). Форма включает 3 вида. Представители: *Brosicus cephalotes* (L.), *Clivina fossor* (L.), *C. epsilon* Dej.

Антракусоидная – Переднеспинка сердцевидная, сильно сужена к основанию, здесь примерно в 2 раза уже надкрылий, с выемками и зубчиками у задних углов, немного шире головы или той же ширины, заметно уже туловища. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 4). Форма включает 18 видов. Представители: *Anthracus consputus* (Duft.), *Asaphidion flavipes* (L.), *Bembidion articulatum* (Pz.), *B. assimile* Gyll., *B. biguttatum* (F.), *B. cruciatum* Dej. ssp. *polonicum* Mull., *B. doris* (Pz.), *B. glabrum* (Motsch.), *B. guttula* (F.), *B. inustum* Duv., *B. minimum* (F.), *B. obliquum* Sturm., *B. octomaculatum* (Gz.), *B. properans* (Steph.), *B. quarimaculatum* (L.), *B. ruficolle* (Pz.), *B. tenellum* Er., *B. tetracolum* Say.

Погонусоидная – Переднеспинка слабо сужена к основанию, немногим уже надкрыльев, с выемками и зубчиками у задних углов, немного шире головы или той же ширины, заметно уже туловища. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 4). Форма включает 14 видов. Представители: *Bembidion argenteolum* Ahr. ab. *azureum* Gebl., *B. dentellum* (Thunb.), *B. lampros* (Hbst.), *B. litorale* (Ol.), *B. mannerheimi* C.Sahlb., *B. pygmaeum* (F.), *B. splendidum* (Strm.), *B. striatum* (F.), *B. varium* (Ol.), *B. velox* (L.), *Laemostenus terricola* (Hbst.), *Pogonus iridipennis* Nic., *P. luridipennis* (Germ.), *Stomis pumicatus* (Pz.).

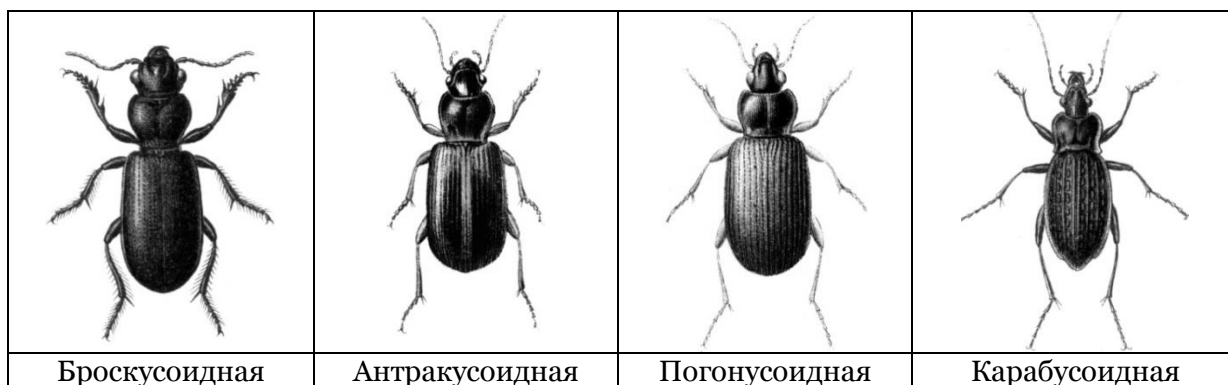


Рис. 4. Габитуальные формы жесткокрылых

Карабусоидная – Переднеспинка широкоовальная, такой же ширины как туловище. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 4). Форма включает 14 видов. Представители: *Archicarabus nemoralis* (Mull.), *Carabus granulatus* L., *Eucarabus stscheglovi* (Mnnh.), *Limnocarabus clathratus* (L.), *Megodontus aurolimbatus* (Dej.), *M. violaceus* (L.), *Morphocarabus excellens* (F.), *Pachystus hungaricus scythus* (Motsch.), *Tachypus cancel-*

latus (Ill.), *Tomocarabus convexus* (F.), *T. marginalis* (F.), *Trachycarabus campestris* (F.-W.), *T. estreicheri* (F.-W.), *T. haeres* (Fisch.).

Каллистусоидная – Голова и переднеспинка значительно уже надкрылий. Переднеспинка сердцевидная, с закругленными задними углами. Надкрылья широко продолговато-овальные (рис. 5). Форма включает 1 вид. Представитель: *Callistus lunatus* (F.).

Лицинусоидная – Переднеспинка поперечно-сердцевидная, немного уже туловища. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 5). Форма включает 2 вида. Представители: *Licinus cassideus* (F.), *L. depressus* (Pk.).

Панагеусоидная – Голова намного уже остального тела. Переднеспинка округлая. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 5). Форма включает 2 вида. Представители: *Panageus bipustulatus* (F.), *P. cruxmajor* (L.).

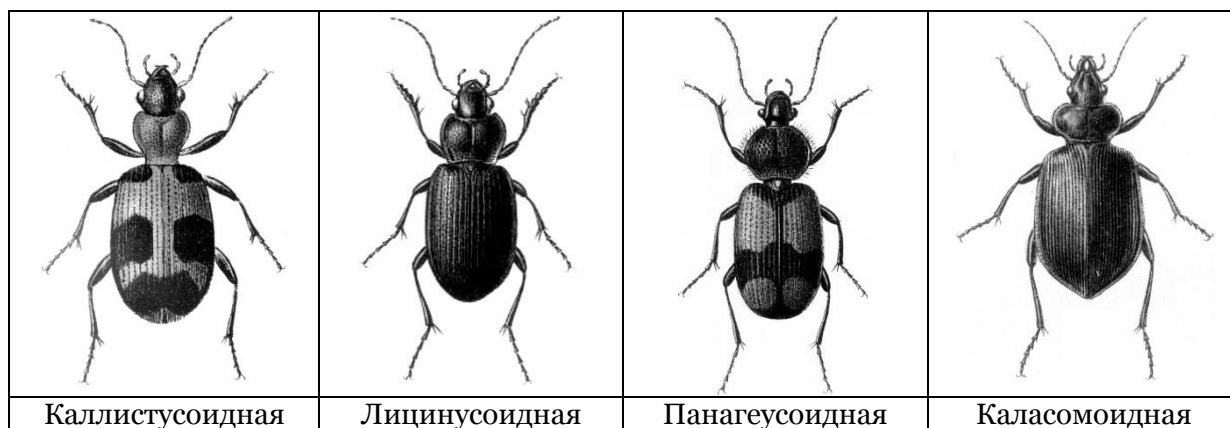


Рис. 5. Габитуальные формы жесткокрылых

VII группа. Верх тела слабовыпуклый, контур тела сильно прерывистый, форма коротко-овальная.

Каласомоидная – Переднеспинка поперечно-сердцевидная, заметно шире головы и немного уже основания надкрылий. Надкрылья широко продолговато-овальные (рис. 5). Форма включает 7 видов. Представители: *Calosoma auripunctatum* (Hbst.), *C. denticolle* Gebl., *C. inquisitor* (L.), *C. investigator* (Ill.), *C. sycophantha* (L.), *Lebia cruxminor* (L.), *L. cyanocephala* (L.).

IX группа. Верх тела слабовыпуклый, контур тела слабо прерывистый, форма удлинненно-овальная.

Птеростихусоидная – Переднеспинка сердцевидная, с вдавлениями, выемками и зубчиками у задних углов, шире головы, сужена сзади, уже основания надкрылий. Надкрылья продолговато-овальные, голые (рис. 6). Форма включает 25 видов. Представители: *Abax parallelepipedus* (Pill. & Mitt.), *Bradycellus caucasicus* (Chaud.), *Molops piceus* (Pz.), *Poecilus crenuliger* Chd., *P. lissoderus* Chd., *P. lepidus* (Leske), *P. puncticollis* (Dej.), *P. sericeus* (F.-W.), *P. subcoeruleus* (Quens.), *Pterostichus anthracinus* (Ill.), *P. aterrimus* (Hbst.), *P. aethiops* (Pz.), *P. crenatus* (Duft.), *P. diligens* (Sturm.), *P. gracilis* (Dej.), *P. macer* (Mrsch.), *P. magus* Mnh., *P. melanarius* (Ill.), *P. minor* (Gyll.), *P. niger* (Schall.), *P. nigrita* (Pk.), *P. oblongopunctatus* (F.), *P. ovoideus* Strm., *P. quadrifo-veolatus* Letz., *P. strenuus* (Pz.).

Харпалусоидная – Переднеспинка слабо сердцевидная, без сильных вдавлений и выемок у задних углов, примерно одной ширины с туловищем, немного шире головы. Надкрылья продолговато-овальные, без частой пунктировки, голые (рис. 6). Форма включает 24 вида. Представители: *Amara apricaria* (Pk.), *A. bifrons* (Gyll.), *A. crenata* Dej., *A. municipalis* (Duft.), *A. sabulosa* (Aud.-Serv.), *Anisodactylus binotatus* (F.), *A. poeciloides pseudoaeneus* Dej., *A. signatus* (Pz.), *Curtonotus aulicus* (Pz.), *Diachromus germanus* (L.), *Harpalus atratus* Latr., *H. distinguendus* (Duft.), *H. laevipes* Zett., *H. latus* (L.), *H. luteicornis* (Duft.), *H. progrediens* Schb., *H. psittaceus* Geoffr., *H. pumilus*

(Sturm.), *H. rubripes* (Duft.), *H. smaragdinus* (Duft.), *H. xanthopus winkleri* Schaub., *Poecilus cupreus* (L.), *P. punctulatus* (Schall.), *P. versicolor* (Sturm.).

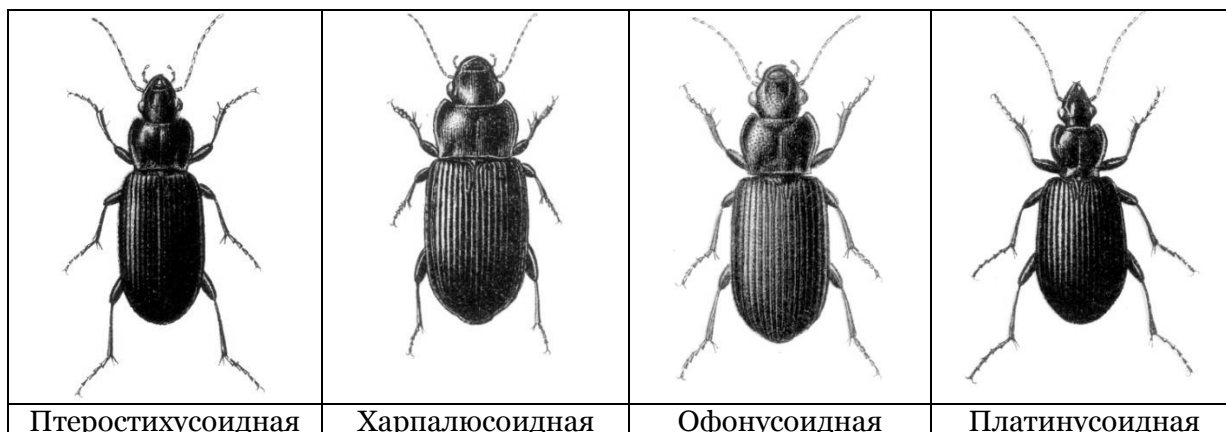


Рис. 6. Габитуальные формы жесткокрылых

Офонусоидная – Переднеспинка слабо сердцевидная, без сильных вдавлений и выемок у задних углов, примерно одной ширины с туловищем, немного шире головы. Надкрылья продолговато-овальные, с частой пунктировкой и опушением хотя бы по бокам (рис. 6). Форма включает 22 вида. Представители: *Chlaenius alutaceus* Gebl, *Ch. dejeani* Dej., *Ch. nigricornis* (F.), *Ch. nitidulus* (Schrnk.), *Ch. spoliatus* (Rossi), *Ch. sulcicollis* (Pk.), *Ch. tristis* (Schall.), *Ch. vestitus* (Pk.), *Harpalus affinis* (Schrnk.), *H. calceatus* (Duft.), *H. griseus* (Pz.), *H. rufipes* (Deg.), *H. signaticornis* (Duft.), *H. steveni* Dej., *Ophonus azureus* (F.), *O. cordatus* (Duft.), *O. diffinis* (Dej.), *O. puncticeps* Steph., *O. puncticollis* (Pk.), *O. rufibarbis* (F.), *O. rupicola* (Sturm.), *O. subquadratus* (Dej.).

Платинусоидная – Переднеспинка продолговато-сердцевидная, с выемчатыми задними углами и уплощенными боками, ее основание намного уже основания надкрылий, примерно одной ширины с головой (рис. 6). Надкрылья продолговато-овальные. Форма включает 5 видов. Представители: *Anchomenus dorsalis* (Pont.), *Oxypselaphus obscurum* (Hbst.), *Platynus assimilis* (Pk.), *P. krynickii* (Sperk.), *P. longiventris* Mnh.

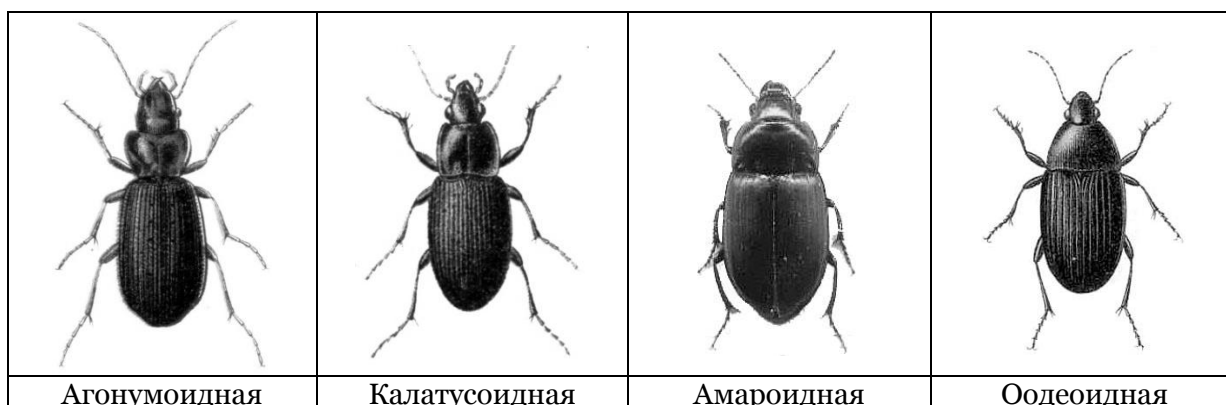


Рис. 7. Габитуальные формы жесткокрылых

Агонумоидная – Переднеспинка овально-сердцевидная, с закругленными углами и уплощенными боками, ее нижняя треть заметно уже основания надкрылий. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 7). Форма включает 36 видов. Представители: *Acupalpus exiguus* Dej., *A. flavicollis* (Sturm.), *A. meridianus* (L.), *A. parvulus* (Sturm.), *Agonum atratum* (Duft.), *A. dolens* (Sahlb.), *A. duftschmidi* Schmidt., *A. fuliginosum* (Pz.), *A. gracile* Sturm., *A. gracilipes* (Duft.), *A. holdhausi* Apf., *A. impressum* (Pz.), *A. lugens*

(Duft.), *A. marginatum* (L.), *A. micans* Nic., *A. muelleri* (Hbst.), *A. nigrum* Dej., *A. sexpunctatum* (L.), *A. thoreyi* Dej., *A. versutum* Strm., *A. viduum* (Pz.), *Badister bullatus* (Schrnk.), *B. dilatatus* Chaud., *B. peltatus* (Pz.), *B. sodalis* (Duft.), *B. unipustulatus* Bon., *Dicheirotrichus desertus* (Motsch.), *D. gustavii* Crotch., *D. placidus* (Gyll.), *D. rufithorax* (Sahlb.), *Patrobis atrorufus* (Strom.), *Stenolophus discophorus* (F.-W.), *S. mixtus* (Hbst.), *S. proximus* (Dej.), *S. teutonius* (Schrnk.), *Synuchus vivalis* (Ill.).

XII группа. Верх тела слабовыпуклый, контур тела обтекаемый, форма удлиненно-овальная.

Калатусоидная – Переднеспинка прямоугольная, с сильно уплощенными боками, ее основание такой же ширины как основание надкрылий. Надкрылья продолговато-овальные (рис. 7). Форма включает 6 видов. Представители: *Calathus ambiguus* (Pk.), *C. erratus* (Sahlb.), *C. fuscipes* (Gz.), *C. melanocephalus* (L.), *C. micropterus* (Duft.), *Dolichus halensis* (Schall.).

Амароидная – Переднеспинка прямоугольная, с округленными выпуклыми боками, ее основание такой же ширины как основание надкрылий. Надкрылья короткоовальные (рис. 7). Форма включает 36 видов. Представители: *Amara aenea* (Deg.), *A. brunnea* (Gyll.), *A. chaudierei* Putz., *A. communis* (Pz.), *A. convexior* Steph., *A. cosularis* (Duft.), *A. equestris* (Duft.), *A. eurynota* (Pz.), *A. famelica* Zimm., *A. familiaris* (Duft.), *A. fulva* (Mull.), *A. infima* (Duft.), *A. ingenua* (Duft.), *A. littorea* Thoms., *A. lucida* (Duft.), *A. montivaga* Sturm., *A. ovata* (F.), *A. pastica* Dej., *A. plebeja* (Gyll.), *A. similata* (Gyll.), *A. spreta* Dej., *A. tibialis* (Pk.), *Harpalus anxius* (Duft.), *H. autumnalis* (Duft.), *H. calathoides* Motsch., *H. froelichii* Sturm., *H. fuscipalpis* (Sturm.), *H. hirtipes* (Pz.), *H. modestus* Dej., *H. oblitus* Dej., *H. picipennis* (Duft.), *H. politus* (Dej.), *H. serripes* (Quens.), *H. tardus* (Pz.), *H. zabroides* Dej., *Zabrus tenebrioides* (Gz.).

Оодеоидная – Переднеспинка прямоугольная, с округленными выпуклыми боками, ее основание такой же ширины как основание надкрылий. Задние углы переднеспинки удлинены так, что образуется цельный контур. Надкрылья короткоовальные (рис. 7). Форма включает 2 вида. Представители: *Oodes helopioides* (F.), *O. gracilis* Villa.

XV группа. Верх тела выпуклый, контур тела сильно прерывистый, форма удлиненно-овальная.

Дишириусоидная – Переднеспинка шаровидная, шире головы и немного уже туловища. Между переднеспинкой и надкрыльями длинная перетяжка на которой расположен щиток. Надкрылья выпуклые, продолговато-овальные (рис. 8). Форма включает 11 видов. Представители: *Dyschiriodes aeneus* (Dej.), *D. intermedius* (Putz.), *D. nigricornis* (Motsch.), *D. nitidus* (Dej.), *D. politus* (Dej.), *D. pusillus* (Dej.), *D. rufipes* (Dej.), *D. tristis* (Steph.), *Dyschirius arenosus* Steph., *D. extensus* Putz., *D. ruficorne* Putz.

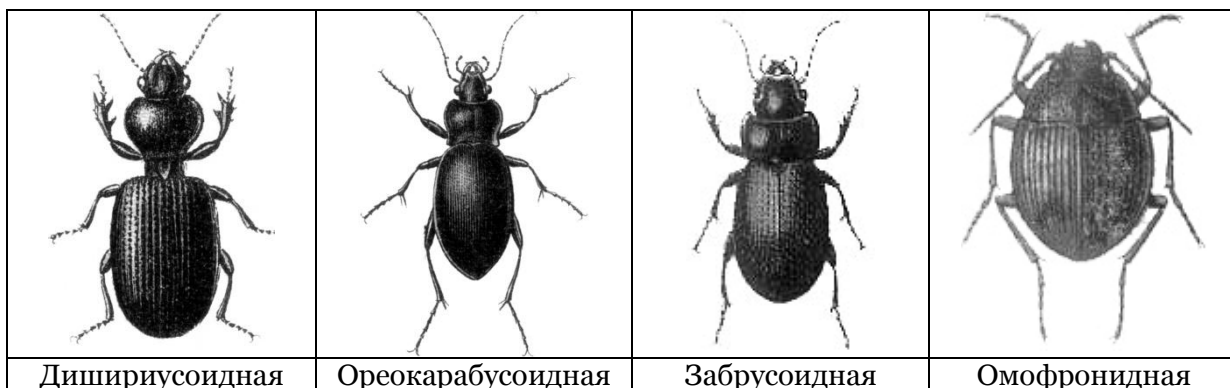


Рис. 8. Габитуальные формы жесткокрылых

Ореокарабоидная – Переднеспинка широкоовальная, такой же ширины как туловище. Надкрылья продолговато-овальные, сильновыпуклые (рис. 8). Форма включает 1 вид. Представитель: *Oreocarabus glabratus* (Pk.).

XVIII группа. Верх тела выпуклый, контур тела слабо прерывистый, форма удлинненно-овальная.

Забрусоидная – Переднеспинка поперечная, широкая, такой же ширины как основание надкрылий. Надкрылья продолговато-овальные, выпуклые (рис. 8). Форма включает 1 вид. Представитель: *Zabrus spinipes* (F.).

XXIII группа. Верх тела выпуклый, контур тела обтекаемый, форма коротко-овальная.

Омофронидная – Переднеспинка поперечная, ее основание такой же ширины как основание надкрылий. Надкрылья округло-яйцевидные (рис. 8). Форма включает 1 вид. Представитель: *Omophron limbatum* (F.)

На территории бассейна Среднего Дона в трех семействах Жужелицеобразных жесткокрылых – *Cicindelidae*, *Carabidae*, *Omophronidae*, включающих 271 вид, отнесенных к 9 группам, выделено 28 габитуальных форм. По фаунистическому разнообразию преобладают Амароидная (36 видов), Агонумоидная (36 видов), Птеростихусоидная (25 видов), Харпалусоидная (24 вида) и Офонусоидная (22 вида) габитуальные формы.

Литература

1. Шарова И.Х. Жизненные формы имаго жужелиц // Зоологический журнал. – 1974. – Т. 53. – Вып. 5. – С. 692-709.
2. Шарова И.Х. Метод жизненных форм для решения проблем морфо-экологической эволюции животных // Доклады МОИП. – М., 1978. – С. 5-6.
3. Шарова И.Х. Жизненные формы жужелиц. – М.: Наука, 1981. – 283 с.
4. Приставко В.П. Жизненные формы насекомых как критерий при отборе видов индикаторов для экологического мониторинга (на примере жужелиц, Coleoptera, Carabidae) // Энтотомол. обозрение. – 1984. – Т. 63. – Вып. 1. – С. 52-56.
5. Brandmayr P., Zetto Brandmayr T. «Life forms» in imaginal Carabidae (Coleoptera) a morphofunctional and behavioural synthesis // Monitore zoologico Italiano (Nuova Serie). – 1980. – Vol. 14. – P. 97-99.
6. Evans M. Habits or habitats: do carabid locomotor adaptations reflect habitats or lifestyles? // The role of ground beetles in ecological and environmental studies. – Great Britain. Intercept Hampshire, 1990. – P. 295-305.

TO WORKING OUT OF MORPHOLOGICAL HABITUS CLASSIFICATIONS OF GROUND BEETLES (CARABIFORMIA, COLEOPTERA)

S.O. Negrobov

Voronezh State University, Universitetskaja Sq. 1, Voronezh, 394006, Russia

E-mail: soneg@rambler.ru

In the work the division of beetles into a number of forms according to the main morphological parameters from the example of ground beetles is given. It is suggested to distinguish among 24 groups of beetles habitus forms of which nine are presented in carabidians.

Key words: Coleoptera, Carabiformia, habitus form, morphology.



ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДНК В ПОПУЛЯЦИЯХ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ¹

**Э.А. Снегин,
Е.С. Ненашева,
О.Ю. Артемчук**

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет; Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы 85
E-mail: snegin@bsu.edu.ru

Методом щелочного гель-электрофореза изолированных клеток (ДНК-комет) была оценена степень повреждения ядерной ДНК в популяциях наземных моллюсков *Bradybaena fruticum* Müll. и *Chondrula tridens* Müll., *Serpea vindobonensis* Fer., обитающих в условиях лесостепного ландшафта юга Среднерусской возвышенности. Выявлена тенденция в увеличении доли поврежденной ДНК у моллюсков, как в антропогенно-измененных, так и в естественных биотопах. Отмечается возрастная динамика степени повреждения генетического аппарата.

Ключевые слова: наземные моллюски, повреждение ДНК, метод ДНК-комет.

Введение

Одним из пагубных воздействий, которое оказывает человек на окружающее пространство, является преднамеренное или непреднамеренное внесение в естественные сообщества генотоксичных ксенобиотиков, вызывающих изменение структуры или разрушение ДНК живых организмов. Последствия таких влияний предсказать не сложно, т.к. дезорганизация наследственного аппарата может вызвать цепные реакции саморазрушения биоты, причем самому человеку здесь отводится роль страдающей стороны. В этой связи весьма востребованными оказываются методы, диагностирующие степень насыщения среды мутагенными компонентами.

На сегодняшний день весьма чувствительным методом для оценки генотоксичности различных веществ и материалов является метод щелочного гель-электрофореза изолированных клеток (метод ДНК-комет, Comet assay [1, 2]), который, судя по публикациям, все больше используется в различных лабораториях в тестах *in vitro* и *in vivo*. Кроме того, постепенно появляются сведения о применении этого метода для определения степени мутагенной нагрузки в различных ландшафтах. В последнем случае встает вопрос о приемлемых организмах, которые могли бы выполнять биоиндикационную функцию.

В качестве объектов исследования нами были выбраны наземные моллюски, являющиеся биоиндикаторами антропогенного воздействия на биоценозы *Bradybaena (Fruticicola) fruticum* Müll. (кустарниковая улитка) и *Chondrula tridens* Müll., (улитка трехзубая). Кроме того, были проанализированы особи из двух популяций особо охраняемого вида *Serpea vindobonensis* Fer (улитка австрийская).

Выбор этих моллюсков не случаен. Названные виды обладают ярко выраженным полиморфизмом конхиологических и биохимических признаков, образуют многочисленные колонии, широко распространены на европейском континенте. В этой связи эти улитки уже давно используется как объект мониторинга различных урбанизированных территорий. Немаловажным является и то, что кустарниковая и австрийская улитки являются относительно долгоживущим (до 5 лет) и малоподвижными животными, привязанными своей биологией к определенной растительности и почвам. Все это способствует накоплению в их теле различных поллютантов, включая и генотоксичные компоненты.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке программы Министерства образования и науки РФ ГК П 1050.

Материал и методика

Работа проводилась в летний сезон 2011 года. Улитки собирались вручную в местах обитания. Для сбора *Ch. tridens* применялся метод кошени сачком. Из каждой популяции отбиралось по десять особей для лабораторных исследований. Анализировались в основном половозрелые моллюски, закончившие рост, о чем свидетельствовал отворот устья на раковине. Описание пунктов сбора приводится в таблице 1.

Таблица 1

Описание пунктов сбора

| Пункт | Описание биотопа | Координаты |
|-------|---|--|
| 1 | Памятник природы «Ясный колодец», пойма р. Короча, окрестности г. Короча. Опушка черноольшанника. | 50°49'34.23" С.Ш. 37°12'34.24" В.Д. |
| 2 | Пойма р. Корень, окрестности пос. Алексеевка (Корочанский район). Заросли ивы. | 50°45'19.01" С.Ш. 37°01'30.91" В.Д. |
| 3 | Пойма р. Пена, окрестности пос. Сырцево (Ивнянский район). Заросли ивы и клена. | 50°53'48.79" С.Ш. 36°15'32.43" В.Д. |
| 4 | Пойма р. Нежеголь, территория г. Шебекино. Ивовый лес. | 50°24'32.93" С.Ш. 36°52'38.38" В.Д. |
| 5 | Пойма р. Северский Донец, окрестности г. Белгород. Заросли ивы и клена. | 50°36'38.40" С.Ш. 36°37'19.19" В.Д. |
| 6 | Заповедный участок «Стенки-Изгорья», долина р. Оскол, окрестности черноольшанника (Новооскольский район). | 50°41'22.60" С.Ш. 37°49'12.67" В.Д. |
| 7 | Пойма р. Ворскла, территория пос. Борисовка, под автомобильным мостом. | 50°36'32.25" С.Ш. 36°00'21.33" В.Д. |
| 8 | Пойма р. Осколец, окрестности д. Стойло, территория Стойленского ГОК (Губкинский район), заросли ивы. | 51°17'24.75" С.Ш. 37°44'05.57" В.Д. |
| 9 | Рекультивированные отвалы Стойленского ГОК (точка 1, Губкинский район). | 51°17'18.18" С.Ш. 37°40'56.29" В.Д. |
| 10 | Рекультивированные отвалы Стойленского ГОК (точка 2, Губкинский район). | 51°17'04.37" С.Ш. 37°42'59.01" В.Д. |
| 11 | г. Белгород, газон возле 1-го корпуса БелГУ, посадки каштанов и елей. | 50°37'16.58" С.Ш. 36°34'36.25" В.Д. |
| 12 | Заповедный участок «Стенки-Изгорья», меловой склон на северной окраине, долина р. Оскол (Новооскольский район). | 50°41'24.42" С.Ш. 37°49'34.22" В.Д. |
| 13 | Долина р. Валуй, подножие мелового склона, окрестности г. Валуйки, рядом с автомобильной трассой. | 50°13'24.38" С.Ш. 38°00'34.61" В.Д. |
| 14 | Памятник природы «Бекарюковский бор», пойма р. Нежеголь (Шебекинский район), заросли клена американского и меловой склон вблизи автомобильной трассы. | 50°25'43.87" С.Ш. 37°04'12.07" В.Д. |

Метод ДНК-комет. Для анализа использовали ткань гепатопанкреаса. Мацерация проходила в фосфато-солевом буфере (рН 7.5) содержащем 20 mM EDTA-Na₂ и 10% ДМСО при температуре +4° С. Клеточные суспензии в составе легкоплавкой агарозы наносили на предметные стекла с агарозной подложкой при температуре + 42° С. Лизис белков проходил два часа при температуре +4° С (лизирующий буфер: 10 mM Tris-HCl (рН 10), 2.5 M NaCl, 100 mM EDTA-Na₂, 1% Triton X-100 и 10% ДМСО). Электрофорез проводили в темном помещении с использованием трис-ЭДТА -боратного буфера (рН 8.9; 20 мин.; 1 в/см). Фиксированные спиртом и высушенные препараты окрашивали красителем SYBR Green I. Анализ изображений проводился на эпифлуоресцентном микроскопе. Данные обрабатывались при помощи программы CometScore™. Ядра ранжировались по четырем стадиям разрушения ДНК. На каждом препарате учитывалось не менее 100 ядер (рис. 1).

Степень поврежденности ДНК мы оценивали с использованием критерия Краскела-Уоллиса, который иногда выражается как индекс «ДНК-комет» (ИДК), по формуле:

$$\text{ИДК} = (n_0 + 1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4) / \Sigma,$$

где n₀-n₄ — число «ДНК-комет» каждого типа, Σ — сумма подсчитанных «ДНК-комет» [3].

Кроме того, для расчетов был использован непараметрический критерий Даннета («% ДНК в хвосте» [4, 5, 6, 7]), а так же высчитывался процент клеток, находящихся в состоянии апоптоза.

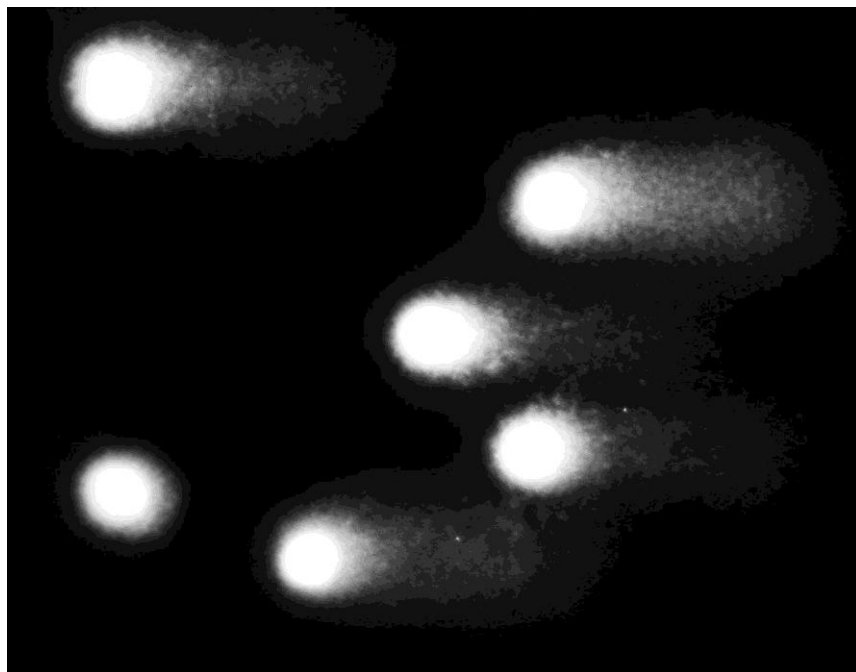


Рис. 1. Изображение ДНК-комет клеток гепатопанкреаса *Br. fruticum* (на фотографии видны ядра на различных стадиях разрушения)

Полученные результаты и обсуждение

Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели разрушения ДНК в исследуемых группах моллюсков

| Вид | Пункт | Проанализировано клеток | Количество ДНК-комет | ИДК | % ДНК в хвосте | % апоптических клеток |
|-------------------------|-------|-------------------------|----------------------|------|----------------|-----------------------|
| <i>Br. fruticum</i> | 1 | 2344 | 31 | 0.01 | 5.6±0.9 | 0 |
| | 2 | 1727 | 33 | 0.02 | 5.9±1.5 | 0 |
| | 3 | 1594 | 452 | 0.27 | 6.9±0.4 | 4.3 |
| | 4 | 1964 | 102 | 0.07 | 5.3±0.6 | 0.7 |
| | 5 | 1528 | 114 | 0.10 | 6.4±0.6 | 0 |
| | 6 | 2188 | 243 | 0.35 | 11.1±0.7 | 0 |
| | 7 | 1514 | 192 | 0.16 | 7.1±0.7 | 0 |
| | 8 | 1441 | 128 | 0.14 | 8.7±0.7 | 0 |
| <i>Ch. tridens</i> | 9 | 1555 | 101 | 0.10 | 10.3±0.9 | 0 |
| | 10 | 1449 | 108 | 0.15 | 11.3±1.1 | 0 |
| | 11 | 1154 | 129 | 0.22 | 7.7±0.7 | 0 |
| | 12 | 1061 | 110 | 0.13 | 7.6±0.9 | 0 |
| <i>C. vindobonensis</i> | 13 | 1141 | 105 | 0.30 | 9.3±1.1 | 5.0 |
| | 14 | 1634 | 74 | 0.12 | 8.6±1.2 | 9.0 |

Согласно полученным данным, несмотря на сильную урбанизацию района исследования, уровень разрушения ДНК в исследуемых группах моллюсков можно считать незначительным, т.к. полученные средние показатели ИДК не достигают даже первой стадии разрушения. Это с одной стороны говорит об отсутствии в пунктах сбора сильных повреждающих факторов, обладающих генотоксичным эффектом, а с другой стороны демонстрирует активные репарационные и гомеостатические процессы, протекающие в организме животных, нейтрализующих отрицательные воздействия

средовых компонентов. Тем не менее, определенные тенденции в направлении увеличения количества разрушенной ДНК по нашим данным прослеживаются.

В частности, результаты демонстрируют увеличение степени повреждения ДНК в условиях влияния горно-обогатительных комбинатов (пункты 8, 9, 10), вблизи автомобильных дорог (пункты 7, 13, 14), в условиях города (пункты 5, 11) а также в естественных сообществах, расположенных недалеко от сельскохозяйственных угодий (пункты 3, 6). Так, в заповедном участке Стенки Изгорья (пункт 6), несмотря на охраняемый статус и отсутствие вблизи промышленных производств, отмечено самое высокое для района исследования значение ИДК (0,35) и относительно большой процент ДНК в хвосте (11,1). Такой неожиданный эффект, вероятно, вызван следующими причинами. Дело в том, что непосредственно к охранной зоне заповедника примыкают пшеничные поля, занимающие водораздельные участки, откуда в результате летних ливневых дождей в окрестные понижения рельефа происходит смыв удобрений и пестицидов. Улитки (*Br. fruticum*), обитая в таких низинных участках на территории заповедника, вероятно, получают повышенные дозы токсикантов. Примечательно, что у другого вида *Ch. tridens*, обитающего так же на территории заповедника (пункт 12), но предпочитающего меловые склоны, столь относительно сильного увеличения ИДК не наблюдается. Аналогичную картину увеличения доли разрушенной ДНК мы наблюдаем так же в долине реки Пена (пункт 3), куда с окрестных огородов и полей, вероятно, так же происходит поступление токсичных компонентов. Безусловно, этот вывод требует определенной доли осторожности и диктует необходимость более тщательного изучения этого явления с использованием химического анализа почвы, растений и тканей животных. Наиболее «чистыми» по нашим данным оказались участки поймы рек Корень и Короча (пункты 1, 2).

Кроме того, нами зафиксированы достоверные отличия долей поврежденной ДНК у молодых и взрослых особей *Br. fruticum* в пункте 3 (табл. 3). Данный факт можно объяснить либо кумулятивным эффектом, либо естественными возрастными изменениями в структуре и функционировании клеток организма, приводящими к разрушению части ядерной ДНК (хотя последнее так же может быть связано с постепенным накоплением в теле моллюска токсичных компонентов). Полагаем, что это явление нужно учитывать при сопоставлении полученных результатов из разных пунктов, используя данные только по одновозрастным группам животных.

Таблица 3

Показатели разрушения ДНК у особей *Br. fruticum* в группе «Сырцево» (пункт 3)

| Условный возраст животного | № животного | Проанализировано клеток | Индекс ДНК-комет | % ДНК в хвосте |
|---|-------------|-------------------------|------------------|----------------|
| Молодые (раковина менее 3-х оборотов) | 1 | 211 | 0 | 0 |
| | 2 | 190 | 0 | 0 |
| | 3 | 125 | 0 | 0 |
| | 4 | 130 | 0 | 0 |
| Взрослые (раковина более 5-ти оборотов) | 5 | 128 | 1.086 | 8.46 |
| | 6 | 188 | 0.008 | 8.23 |
| | 7 | 108 | 0.336 | 6.82 |
| | 8 | 198 | 0.61 | 5.7 |
| | 9 | 166 | 0.505 | 6.906 |
| | 10 | 150 | 0.137 | 6.55 |

Список литературы

- Ostling O., Johanson K. J. Microelectrophoretic study of radiation-induced DNA damage in individual mammalian cells // Biochemical and Biophysical Research Communications. – 1984. – Vol. 123, №. 1. – P. 291–298.
- Olive P. L, Banath J. P. The comet assay: a method to measure DNA damage in individual cells // Nature Protocols. – 2006. – №1. P. 23–29.



3. Struwe M., Greulich K. O., Suter W., Plappert-Helbig U. The photo comet assay-A fast screening assay for the determination of photogenotoxicity in vitro // *Mutation Research*. – 2007. – Vol. 632, Iss. 1-2. – P. 44–57.
4. Chaubey R. C. Computerized image analysis software for the comet assay // *Methods in Molecular Biology*. – 2005. – Vol. 291. – P. 97–106.
5. Francesconi A., Del Terra E., Meli A., Ambesi-Impiombato F. S. Standardization of the comet assay technique on FRTL5 cells // *Physical Medicine*. – 2001. – Vol. 17, Iss. 1. – P. 232–234.
6. Статистическая обработка данных тестирования на мутагенность. Методические указания. – Вильнюс, 1989. – 35 с.
7. Применение метода щелочного гель-электрофореза изолированных клеток для оценки генотоксических свойств природных и синтетических соединений: Методические рекомендации. – М., 2006. – 27 с.

ESTIMATION OF EXTENT OF DAMAGE OF DNA IN POPULATIONS OF TERRESTRIAL MOLLUSKS OF THE URBANIZED LANDSCAPES OF MID-RUSSIA UPLAND

**E.A. Snegin,
E.S. Nenasheva,
O.Y. Artemchuk**

*Belgorod State National Research
University, Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: snegin@bsu.edu.ru*

By method of alkaline gel electrophoresis of isolated cells (Comet assay) the extent of damage to nuclear DNA in populations of terrestrial mollusks *Bradybaena fruticum* Müll., *Chondrula tridens* Müll. and *Cepaea vindobonensis* Fer. living in the forest-steppe landscape of the south of Central Russian Uplands was estimated. The tendency in increasing the proportion of damaged DNA in mollusks in anthropogenic-changed as well as in natural biotopes is revealed. There is the age dynamics in the degree of damage of the genetic apparatus.

Key words: terrestrial mollusks, DNA damage, Comet assay.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ БЕШЕНСТВА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**С.А. Москвитин¹, А.В. Анисимов¹
В.Н. Сорокин², В.В. Новиченко²
Е.М. Бережная²**

¹ Управление федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Белгородской области
Россия, 308600, г. Белгород,
ул. Преображенская, 36

² ФГУ Белгородская межобластная ветеринарная лаборатория
Россия, 308000, г. Белгород,
ул. Студенческая, 32

На территории Белгородской области функционирует устойчивый природный очаг бешенства. Основным носителем заболевания в природе является лисица обыкновенная (*V. vulpes*). Чрезмерная численность и связанная с этим высокая плотность населения лисицы обыкновенной на территории области обусловлена хорошей кормовой базой, высокими защитными свойствами среды обитания и существенным снижением конкуренции со стороны человека.

Ключевые слова: бешенство, лисица, численность.

Введение

Настоящие исследования проведены в рамках подготовки совещания в органах исполнительной власти Белгородской области по проблемам бешенства.

Белгородская область входит в состав Центрально-Черноземного экономического района Центрального Федерального округа России. С начала 1997 по 19.04.2011 года на территории области было выявлено 2160 случаев бешенства среди диких и домашних животных, в том числе за последние три года на 19.04.2011 г – 656 случаев. Примерно такая же ситуация до 2008 года прослеживалась на смежных территориях Курской и Воронежской областей, сходных по природно-климатическим условиям с Белгородской областью. Уже в 2009 году и в последующий период на территории Белгородской области эпизоотическая обстановка по этому заболеванию по сравнению со смежными территориями, большими по площади, существенно ухудшилась. Таким образом, меры, принимаемые по локализации очагов бешенства и устранению причин его возникновения, не достаточны.

Специально проводимыми исследованиями установлено, что на территории Белгородской области функционируют устойчивые природные очаги бешенства. Основным носителем в природном очаге этого заболевания является лисица обыкновенная (*V. vulpes*). Чрезмерная численность и связанная с этим высокая плотность населения лисицы (от 2 до 10 раз выше международной нормы) обусловлена хорошей кормовой базой, высокими защитными свойствами среды обитания и существенным снижением воздействия человека на ее численность в результате практически полного прекращения массовой охоты на этот вид. Основным связующим звеном между природным и синантропным очагами бешенства являются бродячие собаки и кошки, не подвергшиеся вакцинации [1].

Настоящие исследования направлены на дальнейшее изучение особенностей распространения бешенства на территории области и разработку рекомендаций по устранению причин возникновения этого особо опасного заболевания.

Район исследований

Белгородская область расположена на юго-западных склонах Среднерусской возвышенности в лесостепной и степной зонах. Она граничит с Курской, Воронежской и приграничными областями Украины. Ее общая площадь 27.1 тыс.км², в том числе лесных насаждений вместе с пологозащитными полосами и древесной растительностью пойм рек около 11% (лесов 9.2%) и агроценозов более 70% от всей территории области. В складках местности скрыто около пяти тыс. км² территории. Численность населения



области 1.51 млн. чел., распределенная плотность населения около 58 чел./км², 65.5% проживает в городах, в т.ч. 50% населения области сосредоточено в городах Белгород, Старый Оскол, Губкин, Алексеевка и Валуйки [2].

Рельеф местности имеет морфоструктурный тип возвышенной эрозионно-денудационной равнины, которая расчленена широкой долинной и овражно-балочной сетью. Общая протяженность этой сети около 50 тыс. км. Густота эрозионного расчленения территории области достигает 2 км/км². Для сельского хозяйства области характерна узкая специализация по производству зерновых культур, что привело к появлению площадей, занятых монокультурами с обедненным биоразнообразием и увеличению численности мышевидных грызунов.

В охотничьих угодьях области зарегистрировано 1985 выводковых нор лисицы. На территориях Волоконовского, Валуйского и Ровеньского районов области и приграничных территориях Украины, граничащих с этими районами, имеются поселения степного сурка (байбака) численностью более 10 тыс. особей.

На территории области используется трансграничная сеть мозаично расположенных защитных участков и государственных охотничьих заказников площадью около 21,8% от всей территории области. На этих участках ограничена массовая охота на пушных зверей, в том числе на лисицу. Также здесь запрещено использование на охоте собак гончих пород. Это сделано для сохранения жизненных циклов диких копытных животных. Указанное существенно повышает защитные условия среды обитания лисицы.

На территории области около 35 тысяч охотников, но массовая охота на лисицу среди них как вид охоты практически утрачена. Около 50 % территории охотничьих угодий области предоставлено для долгосрочного пользования охотпользователям.

Материал и методы исследований

Оценку эпизоотической ситуации по бешенству за период с 1997 по 2010 годы проводили по 21 административному району Белгородской области. Использовали результаты лабораторного анализа бешенства, полученные в ФГУ "Белгородская межобластная ветеринарная лаборатория". Распространение очагов бешенства на смежных территориях Воронежской и Курской областей оценивали в обобщенном виде за три последние года. По приграничным территориям Украины достоверные сведения отсутствовали.

При лабораторном анализе диагностика бешенства проводилась при обнаружении клинически выраженных признаков болезни, изменении поведения животных, их агрессивности, обнаруживаемых при вскрытии животных, а также при внезапной гибели животных. При подозрении на бешенство для исследования в лабораторию направлялись головы, мозг или трупы павших или убитых животных.

Специального отстрела или отлова диких животных, в том числе и лисицы, не имеющих внешних признаков бешенства, а также исследований по определению поствакцинального иммунитета среди диких и домашних (кошек и собак) животных не проводилось.

Лабораторная диагностика заключалась в исследовании головного мозга животных с целью выявления вируса бешенства методами иммунофлуоресценции, световой микроскопии, реакции диффузионной преципитации, методом иммуноферментного анализа. При получении отрицательных результатов проводилось подтверждение в биопrobe на белых мышах с последующей идентификацией методом иммунофлуоресценции. Биологические исследования проводили на белых мышах массой 16-20 граммов или сосунках 20-25 суточного возраста, массой 6-8 граммов. Гибель мышей, как правило, наступала на 15-25 день. Мышей заражали 10 % суспензией из участков головного мозга (продолговатый мозг, мозжечок, аммоновы рога, кора больших полушарий), подкожно в верхнюю губу в дозе 0,2 мл.

При проведении люминесцентной микроскопии использовали «Флуоресцирующий глобулин для диагностики бешенства животных», изготовленный Всероссийским научно-исследовательским институтом и технологическим институтом биологи-

ческой промышленности ГНУ. При проведении реакции диффузионной преципитации использовали «набор компонентов для диагностики бешенства животных в реакции диффузионной преципитации», изготовленный ГНУ ВНИТИБП. При проведении иммунофлуоресцентного анализа (ИФА) использовали набор препаратов для лабораторной диагностики бешенства животных методом ИФА, изготовленной ФГУ «ФЦТРБ-ВНИВИ»

Результаты и обсуждение

За период с 1997 по 19.04.2011 года на территории области было выявлено 2160 случаев бешенства среди диких и домашних животных, в том числе за последние три года 622 случая (табл. 1), и с начала года (на 19.04.2011 г.) - 34 случая бешенства (табл. 2).

В группу домашних животных входили собаки, кошки (в том числе бродячие) и сельскохозяйственные животные – это крупный рогатый скот (КРС), мелкий рогатый скот (МРС), лошади и домашние свиньи.

Таблица 1

Количество выявленных случаев бешенства на территории Белгородской области с 1997 по 2010 годы

| Вид животного | Количество выявленных случаев бешенства по годам / % от общего количества случаев | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Лошади | - / - | - / - | - / - | - / - | 1 / 0.6 | - / - | 1 / 0.8 | 2 / 1.7 | 1 / 0.4 | 1 / 1.9 | - / - | - / - | 1 / 0.65 | - / - |
| КРС | 20 / 33.9 | 42 / 31.6 | 12 / 16.7 | 17 / 16.5 | 34 / 19.8 | 22 / 14.6 | 21 / 15.8 | 18 / 15.7 | 29 / 11.9 | 8 / 14.8 | 51 / 18.9 | 15 / 7.3 | 21 / 13.6 | 13 / 4.9 |
| МРС | 1 / 1.7 | 5 / 3.8 | 2 / 2.7 | - / - | 3 / 1.7 | 2 / 1.3 | - / - | 4 / 3.5 | 5 / 2.1 | 2 / 3.7 | 7 / 2.6 | 4 / 1.9 | 6 / 3.9 | 2 / 0.8 |
| Свиньи | - / - | - / - | 1 / 1.4 | - / - | - / - | 1 / 0.7 | 1 / 0.8 | 1 / 0.8 | 2 / 0.8 | - / - | 1 / 0.4 | - / - | 1 / 0.65 | 2 / 0.8 |
| Собаки | 7 / 11.9 | 15 / 11.3 | 12 / 16.7 | 21 / 20.4 | 41 / 23.8 | 34 / 22.5 | 26 / 19.5 | 22 / 19.1 | 77 / 31.7 | 11 / 20.4 | 53 / 19.7 | 77 / 37.6 | 31 / 20.1 | 85 / 32.3 |
| Кошки | 12 / 20.3 | 22 / 16.5 | 24 / 33.3 | 24 / 23.3 | 36 / 20.9 | 34 / 22.5 | 23 / 17.3 | 34 / 29.6 | 64 / 26.3 | 13 / 24 | 72 / 26.8 | 61 / 29.8 | 50 / 32.5 | 72 / 27.4 |
| Дикие животные | 19 / 32.2 | 49 / 36.8 | 21 / 29.2 | 41 / 39.8 | 57 / 33.2 | 58 / 38.4 | 61 / 45.8 | 34 / 29.6 | 65 / 26.8 | 19 / 35.2 | 85 / 31.6 | 48 / 23.4 | 44 / 28.6 | 89 / 33.8 |
| Всего: | 59 | 133 | 72 | 103 | 172 | 151 | 133 | 115 | 243 | 54 | 269 | 205 | 154 | 263 |

Из 263 случаев бешенства, зарегистрированных в 2010 году, 157 (59.7%) приходится на домашних и безнадзорных плотоядных (собаки и кошки), 89 (33.8 %) - на диких животных (в основном лисица обыкновенная), 17 (6.5%) на сельскохозяйственных животных (рис. 1).

Таблица 2

Количество выявленных случаев бешенства, на территории Белгородской области в 2011 году

| Вид животного | Количество выявленных случаев бешенства по месяцам | | | | Итого на 19.04.2011 года |
|----------------|--|---------|------|--------------|--------------------------|
| | январь | февраль | март | на 19 апреля | |
| Лошади | - | - | - | - | - |
| КРС | - | - | 1 | - | 1 |
| МРС | 2 | 1 | - | - | 3 |
| Свиньи | - | - | - | - | - |
| Собаки | 7 | 3 | 2 | 2 | 14 |
| Кошки | 3 | 4 | 2 | - | 9 |
| Дикие животные | - | 1 | 5 | 1 (куница) | 7 |
| Всего: | 12 | 9 | 10 | 3 | 34 |

Анализ данных за период с 1997 по 2010 годы показывает, что доля сельскохозяйственных животных в общем количестве выявленных случаев заболевания, по

сравнению с 97-98 годами, снизилась в 1.7-5.8 раз, доля диких животных остается в пределах 23.4% (2008 г.) – 45.8 % (2003 г), в то время как доля безнадзорных плотоядных возрастает с 27.8 % в 1998 году до 67.4 % в 2008 году. В среднем за анализируемый период 16.4 % – приходится на сельскохозяйственных животных, 28.9 % на диких плотоядных и 54.7 % на безнадзорных и домашних плотоядных (собаки и кошки (рис. 1).

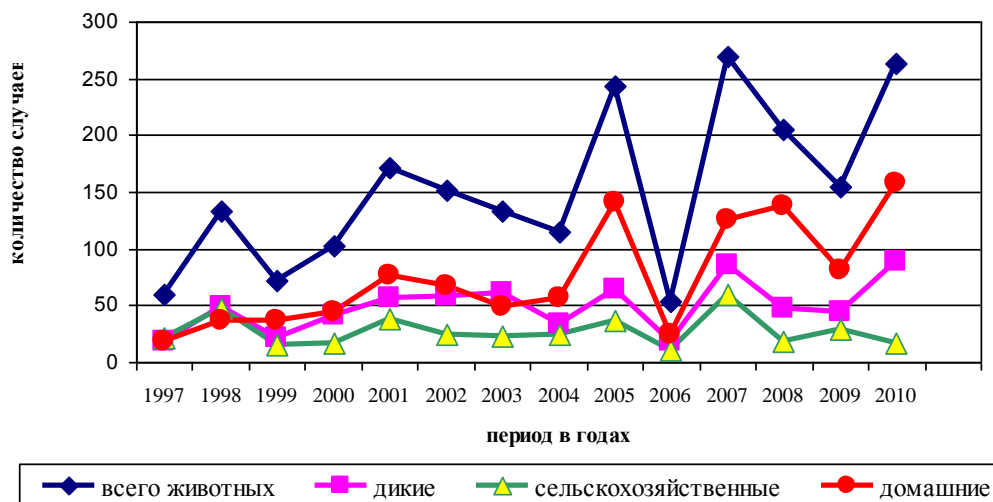


Рис 1. Динамика регистрации случаев бешенства на территории Белгородской области среди домашних и диких животных

До 2006 года не проводилось дифференциации по видам диких промысловых животных и нет данных по неблагоприятным пунктам и распределению выявленных случаев бешенства по районам области. Начиная с 2006 года, указанные данные выведены в отдельные информационные блоки (табл. 3).

В группу диких животных входили лисица обыкновенная (*V. vulpes*) (далее лисица), куница (*M. martes*) без подразделения на каменную или лесную, енотовидная собака (*N. procyonoides*), волк (*C. lupus*), хорь лесной (*M. putorius*), косуля европейская (*C. capreolus*).

Таблица 3

Диагностика бешенства на территории Белгородской области в 2006-2010 годах

| Вид животного | Поступило проб | | | Выявлено положительных проб | | | | |
|------------------------------------|----------------|------|------|-----------------------------|------|------|------|------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Лошади | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - |
| КРС | 88 | 84 | 26 | 8 | 51 | 15 | 21 | 13 |
| МРС | 2 | 11 | 8 | 2 | 7 | 4 | 6 | 2 |
| Свиньи | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 2 |
| Собаки | 62 | 143 | 169 | 11 | 53 | 77 | 31 | 85 |
| Кошки | 60 | 118 | 115 | 13 | 72 | 61 | 50 | 72 |
| Дикие животные всего, в том числе: | 30 | 114 | 70 | 19 | 85 | 48 | 44 | 89 |
| Лисица обыкновенная | 30 | 110 | 68 | 19 | 81 | 46 | 38 | 85 |
| Куница | - | 2 | - | - | 2 | - | 1 | 1 |
| Енотовидная собака | - | 1 | - | - | 1 | - | 2 | - |
| Волк | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - |
| Хорь лесной | - | - | 2 | - | - | 2 | 2 | 3 |
| Косуля европейская | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Всего: | 251 | 471 | 390 | 54 | 269 | 205 | 154 | 263 |

В 2006 году в межобластную ветеринарную лабораторию на бешенство поступила 251 проба, при этом бешенство установлено в 54 случаях (21.5%), в том числе ме-

тодом иммунофлуоресценции – 31, методом биопробы – 23. Случаи бешенства зарегистрированы на территории 17 районов области, по которым установлено 54 неблагополучных пункта. Наибольшее количество случаев заболевания зарегистрировано в Шебекинском (10), Волоконовском (8), Красногвардейском (6) административных районах области (табл. 4).

В 2007 году для исследования на бешенство поступила 471 проба, из которых выявлено 269 положительных (57.1%) (табл. 2, 4, 5). Из 269 положительных проб на бешенство 170 установлено методом иммунофлуоресценции и 99 методом биопробы. Случаи бешенства зарегистрированы на территории 20 из 21 района области и в г. Белгороде, по которым установлен 261 неблагополучный пункт. При этом г. Белгород был занесен в список неблагополучных городов, являющихся административными центрами субъектов РФ [3].

В 2008 году в Белгородскую межобластную ветеринарную лабораторию поступило на бешенство 390 проб, из которых 205 оказались положительными, что составляет 52.6%. Из 205 положительных случаев бешенства – 145 установлено методом иммунофлуоресценции, 61 – с помощью биопробы. При этом на территории области в этом году случаи заболевания бешенством зарегистрированы на территории 21 района, в том числе в г. Белгороде. Неблагополучными признаны 198 населенных пунктов.

В 2009 году в Белгородскую межобластную ветеринарную лабораторию поступило на бешенство 364 пробы, из которых 154 оказались положительными, что составляет 42.3%. При этом на территории области в этом году случаи заболевания бешенством зарегистрированы на территории 21 района Белгородской области, в том числе в г. Белгороде. Неблагополучными установлены 145 населенных пунктов.

В 2010 году выявлено 263 положительные пробы на бешенство.

Таблица 4

Распределение обнаруженных случаев бешенства по административным районам Белгородской области в период с 2006 по 2010 годы

| № п/п | Административный район | Количество выявленных случаев бешенства по годам | | | | | Всего за 5 лет |
|-------|----------------------------------|--|-------|--------|-------|-------|----------------|
| | | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
| 1 | Алексеевский | 3 | 12 | 7 | 9 | 5 | 36 |
| 2 | Белгородский (в т.ч. г.Белгород) | 1 | 7 (3) | 20 (2) | 10(2) | 19(8) | 57 |
| 3 | Борисовский | 1 | 4 | 6 | 3 | 8 | 22 |
| 4 | Валуйский | 5 | 30 | 20 | 11 | 22 | 88 |
| 5 | Вейделевский | 3 | 5 | 4 | 1 | 4 | 17 |
| 6 | Волоконовский | 7 | 20 | 16 | 17 | 8 | 68 |
| 7 | Грайворонский | 2 | 19 | 11 | 3 | 16 | 51 |
| 8 | Губкинский | - | 15 | 11 | 4 | 9 | 39 |
| 9 | Ивнянский | - | 4 | 8 | 2 | 9 | 23 |
| 10 | Корочанский | 4 | 14 | 8 | 5 | 16 | 47 |
| 11 | Красненский | - | 8 | 8 | 7 | 3 | 26 |
| 12 | Красногвардейский | 6 | 20 | 9 | 10 | 16 | 61 |
| 13 | Краснояржский | 1 | 6 | 8 | 2 | 7 | 24 |
| 14 | Новооскольский | 1 | 10 | 8 | 15 | 26 | 60 |
| 15 | Прохоровский | 1 | 17 | 1 | 6 | 13 | 38 |
| 16 | Ракитянский | - | - | 4 | 1 | 10 | 15 |
| 17 | Ровеньский | 3 | 15 | 11 | 16 | 17 | 62 |
| 18 | Старооскольский | 4 | 23 | 19 | 12 | 25 | 83 |
| 19 | Чернянский | 1 | 20 | 8 | 10 | 10 | 49 |
| 20 | Шебекинский | 10 | 17 | 5 | 8 | 12 | 52 |
| 21 | Яковлевский | 1 | 3 | 5 | 2 | 8 | 19 |
| | Всего: | 54 | 269 | 197 | 154 | 263 | 937 |

Анализ данных распределения случаев бешенства на территории области по административным районам за 5 лет позволяет отметить, что случаи бешенства регистрируются во всех административных районах области, но наиболее неблагополучными являются Валуйский (88), Старооскольский (83) и Волоконовский (68) районы, сложной остается обстановка в Ровеньском (62), Красногвардейском (61), Новооскольском (60), Белгородском (57), в том числе 15 случаев в г. Белгороде Шебекинском (52), Грайворонском (51) и Чернянском (49) районах.

По результатам исследований подтверждено, что основным источником бешенства в дикой природе на территории области остается лисица обыкновенная (*V. vulpes*), динамика численности которой представлена в таблице 5. В период с 2006 года по 2010 год на территории области зарегистрировано четыре случая заболевания бешенством енотовидной собаки (*N. procyonoides*) и шесть случаев заболевания среди куницы (*Martes*), восемь случаев заболевания хоря лесного (*M. putorius*), два случая заболевания волка (*C. lupus*) и один случай заболевания косули европейской (*C. capreolus*).

При анализе заболеваемости по видам животных, начиная с 1997 года по 2010 год, наибольшее распространение бешенство имеет среди домашних беспризорных животных (кошки, собаки), доля которых составляет от 27.8 % в 1998 году и до 67.3 % в 2008 году. В среднем среди городских животных болезней регистрируется в 54.7 % случаев.

Второе место по значимости среди всех заболевших занимают дикие животные. Это в основном лисица (*V. vulpes*). Среди них болезнь подтверждена в 23.4% случаев в 2008 году и до 45.8 % в 2003 году. За период с 2006 по 2010 годы численность лисицы и ее плотность распределения по территории охотничьих угодий практически всех административных районов области многократно превышает биологическую норму (табл. 5, рис. 2). Высокая плотность населения лисицы на территории Белгородской области обусловлена хорошей кормовой базой, высокими защитными свойствами среды обитания и существенным снижением влияния со стороны человека. Важным условием существования и развития субпопуляции лисицы является наличие большого количества выводковых нор. Они приурочены в основном к балкам и оврагам эрозивной сети.

Таблица 5

Динамика численности лисицы на территории Белгородской области по данным ЗМУ 2001-2010 года по состоянию на 1 марта текущего года.

| Период, год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Численность, особей | 5922 | 5547 | 7290 | 7788 | 9944 | 4857 | 7364 | 9285 | 10644 | 10832 |

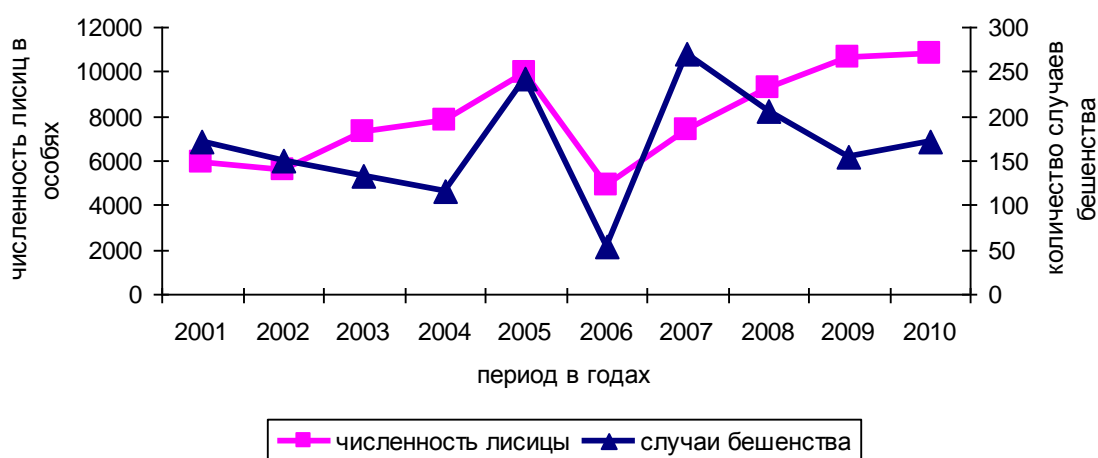


Рис. 2. Динамика численности лисицы обыкновенной и зарегистрированных случаев бешенства на территории Белгородской области в период с 2001 по 2010 годы

Таблица 6

Плотность населения лисицы обыкновенной по административным районам области в 2008-2010 годах

| № п/п | Административный район | Площадь охотугодий, тыс.га | Численность лисицы на 1 марта, особей | | | *Предпромысловая численность лисицы, особей | | | *Плотность популяции лисицы, особ./тыс. га | | |
|-------|------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|---|--------------|--------------|--|-------------|-------------|
| | | | 2008 | 2009 | 2010 | 2008 | 2009 | 2010 | 2008 | 2009 | 2010 |
| 1 | Алексеевский | 142 | 354 | 391 | 434 | 792 | 860 | 955 | 5.6 | 6.1 | 6.7 |
| 2 | Белгородский | 116 | 267 | 246 | 250 | 600 | 541 | 550 | 5.2 | 4.7 | 4.7 |
| 3 | Борисовский | 54 | 153 | 93 | 486 | 341 | 204 | 1069 | 6.3 | 3.8 | 19.8 |
| 4 | Валуйский | 147 | 646 | 807 | 580 | 1443 | 1775 | 1276 | 9.8 | 12.1 | 8.7 |
| 5 | Вейделевский | 119 | 832 | 1091 | 819 | 1860 | 2400 | 1802 | 15.6 | 20.2 | 15.1 |
| 6 | Волоконовский | 111 | 724 | 686 | 743 | 1620 | 1509 | 1635 | 14.6 | 13.6 | 14.7 |
| 7 | Грайворонский | 71 | 211 | 208 | 292 | 470 | 457 | 642 | 6.6 | 6.4 | 9.0 |
| 8 | Губкинский | 122 | 680 | 1293 | 766 | 1520 | 2845 | 1685 | 12.5 | 23.3 | 13.8 |
| 9 | Ивнянский | 73 | 333 | 223 | 201 | 744 | 491 | 422 | 10.2 | 6.7 | 5.8 |
| 10 | Корочанский | 116 | 426 | 472 | 822 | 953 | 1038 | 1808 | 8.2 | 8.9 | 15.6 |
| 11 | Красногвардейский | 69 | 297 | 276 | 256 | 664 | 607 | 563 | 9.6 | 8.8 | 8.2 |
| 12 | Красненский | 129 | 326 | 800 | 614 | 728 | 1760 | 1351 | 5.6 | 13.6 | 10.5 |
| 13 | Краснояржский | 40 | 265 | 227 | 257 | 592 | 499 | 566 | 14.8 | 12.5 | 14.2 |
| 14 | Новооскольский | 114 | 609 | 365 | 500 | 1364 | 803 | 1100 | 11.9 | 7.0 | 9.6 |
| 15 | Прохоровский | 117 | 383 | 316 | 499 | 855 | 695 | 1098 | 7.3 | 5.9 | 9.4 |
| 16 | Ракитянский | 74 | 394 | 188 | 345 | 880 | 414 | 759 | 11.9 | 5.6 | 10.3 |
| 17 | Ровеньский | 116 | 641 | 364 | 570 | 1432 | 801 | 1254 | 12.3 | 6.9 | 10.8 |
| 18 | Старооскольский | 125 | 276 | 450 | 766 | 616 | 990 | 1685 | 4.9 | 7.9 | 13.5 |
| 19 | Чернянский | 105 | 290 | 311 | 151 | 650 | 684 | 332 | 6.2 | 6.5 | 3.2 |
| 20 | Шебекинский | 160 | 642 | 1513 | 1328 | 1434 | 3329 | 2922 | 8.9 | 20.8 | 18.3 |
| 21 | Яковлевский | 90 | 389 | 324 | 153 | 869 | 713 | 337 | 9.6 | 7.9 | 3.7 |
| | Всего: | 2209 | 9285 | 10644 | 10832 | 20427 | 23415 | 23811 | 9.2 | 10.6 | 10.7 |

* прогнозируемая численность (плотность).

Примечание: биологическая норма 0.5-1 особь лисицы на 1 тыс. га.

В среднем среди диких животных бешенство зарегистрировано в 33.5% случаев. Наименьшее значение среди заболевших бешенством животных имеют сельскохозяйственные животные, среди которых отмечается наименьший процент заболеваемости от 9.3% в 2008 году до 35.6% в 1997 году. Это в основном КРС и частично МРС. В среднем бешенство среди них выявляется в 21,1% случаев.

Представленные данные подтверждают, что постоянные крупные очаги бешенства сохраняются в Валуйском, Волоконовском, Ровеньском и Старооскольском административных районах области, где и численность лисицы сохраняется максимальной. На наш взгляд, это можно объяснить тем, что в первых трех районах имеют место хорошие кормовые условия для лисицы из-за значительной численности байбака.

На рисунке 3 приведена динамика численности и зарегистрированных случаев бешенства за период с 1997 по 2009 годы. Из представленного графика видно, что численность лисицы в течение рассматриваемого периода меняется, имеет циклический характер с периодом циклов 4-5 лет. К 2005 году значение численности этого вида возрастает, а затем снижается.

Количество зарегистрированных случаев бешенства лисиц также имеет циклический характер, совпадающий с особенностями изменения численности этого хищника. Общее количество зарегистрированных случаев бешенства также имеет циклический характер и совпадает с закономерностями первых двух параметров. Перечисленное выше подтверждает вывод о том, что лисица является основным природным резервуаром бешенства, а синантропный очаг бешенства зависим от нее и не существует.

вует отдельно. Данный вывод совпадает с закономерностью изменения количества зарегистрированных случаев бешенства по Центрально-Черноземному району [3].

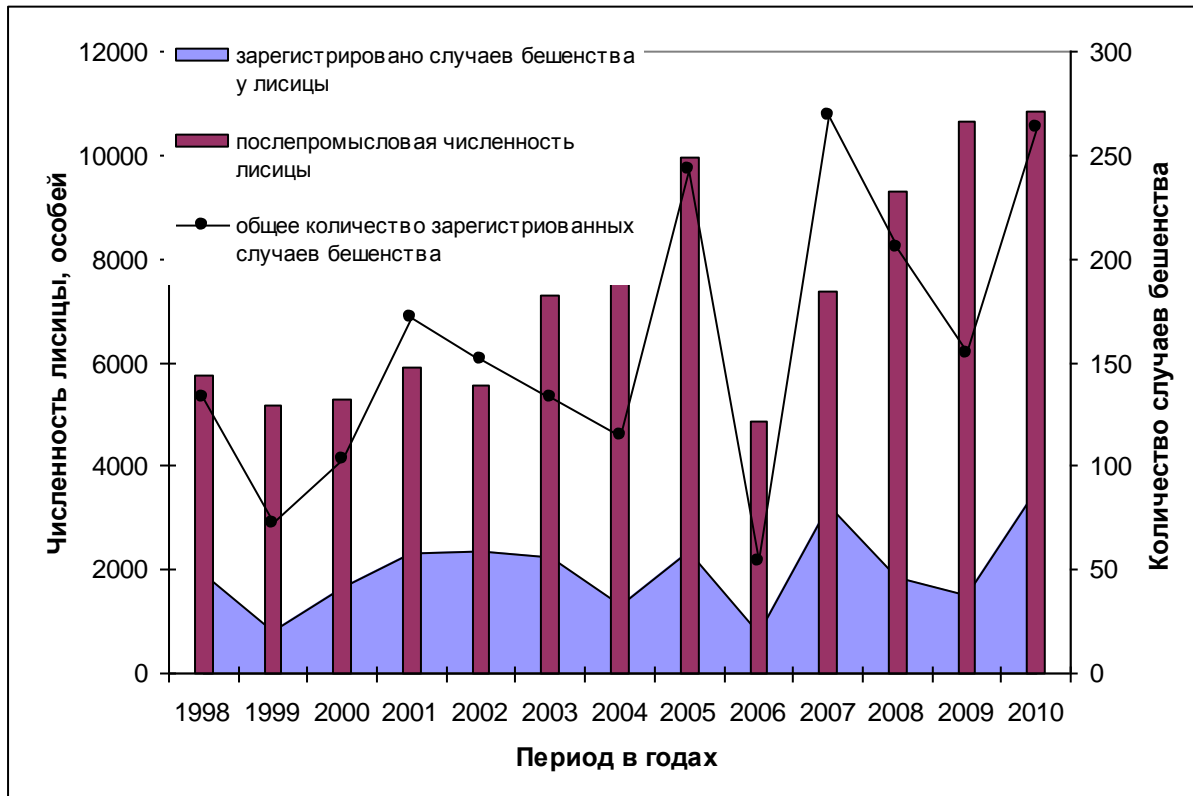


Рис.3. Динамика численности лисицы и количества зарегистрированных случаев бешенства

На рис. 4 изображена динамика заболеваемости бешенством ежемесячно среди отдельных групп животных на территории Белгородской области за 2006-2008 годы. Здесь наглядно видна сезонная особенность распределения зарегистрированных случаев бешенства. Ведущим является характер распределения бешенства среди диких животных (лисицы). Он приурочен к особенностям биологии и экологии этого вида. По всем трем анализируемым годам рост числа заболеваний в той или иной степени соответствует следующим периодам: «июль-сентябрь», «октябрь-январь», «февраль-май».

В первый период подростки лисицы начинают покидать выводковую нору и в поисках пищи часто выходят на дороги, посещают населенные пункты. Значительно возрастает возможность контакта лисиц как между собой, так с домашними животными, бродячими кошками и собаками. В конце января и феврале у лисицы проходит активный гон, что также существенно влияет на перемещение этих хищников и значительно увеличивает вероятность их встреч.

Повышенная заболеваемость сельскохозяйственных животных, а также кошек и собак в период спада заболеваемости диких животных, на наш взгляд, может быть объяснена смещением фазы развития синантропного очага заболевания, а также инкубационным периодом развития болезни.

В период наибольшего пика заболеваний на границе 2007 и 2008 годов смежные периоды повышенной заболеваемости сливаются в один непрерывный период. Для этого времени была аномально теплая погода и практически отсутствовал зимний период.

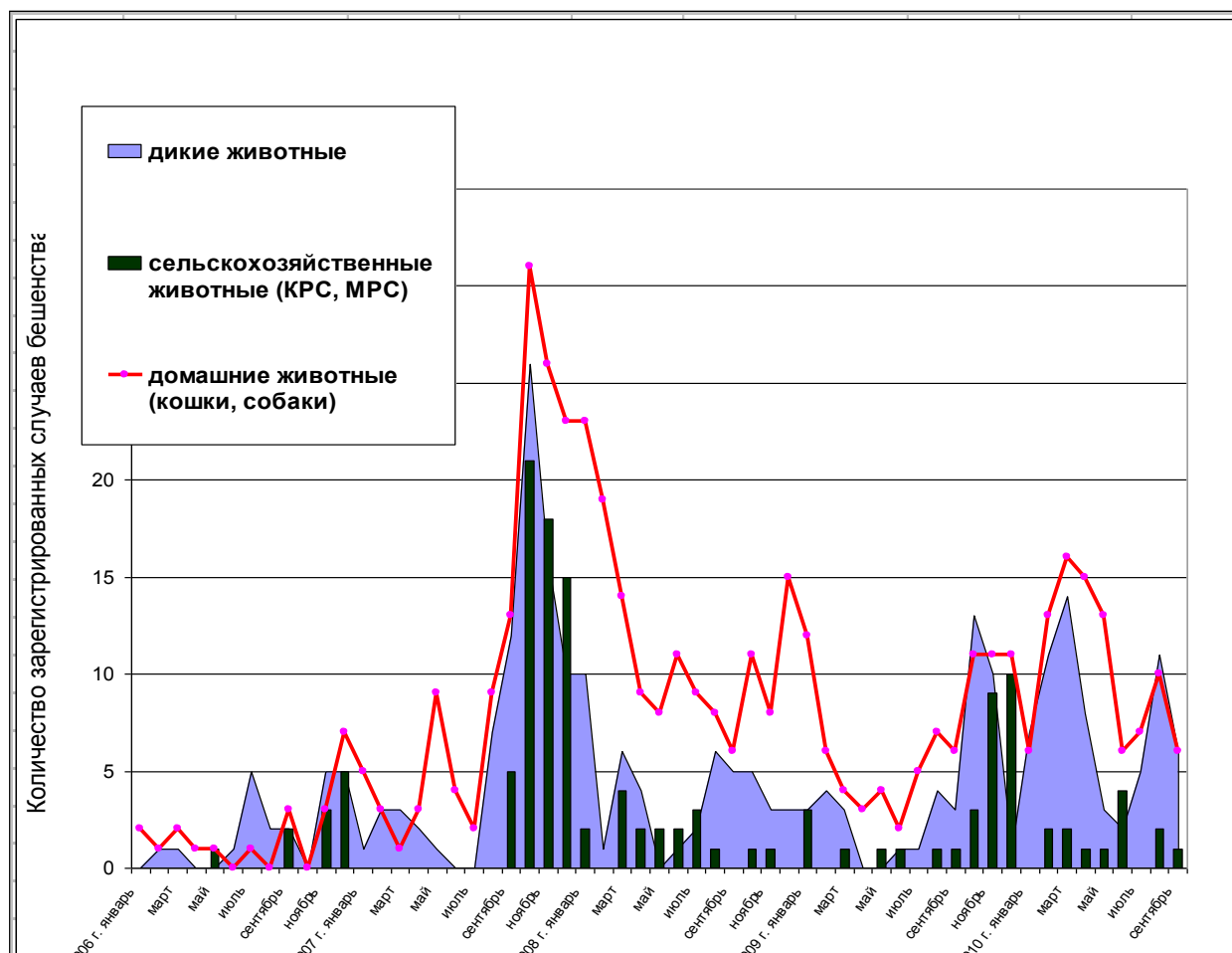


Рис. 4. Динамика заболеваемости бешенством среди групп животных на территории Белгородской области за 2006-2010 годы

Выводы

1. На территории Белгородской области функционируют устойчивые природные очаги бешенства. Основным носителем в природном очаге этого заболевания является лисица обыкновенная (*V. vulpes*). Чрезмерная численность и связанная с этим высокая плотность (от 2 до 10 раз выше международной нормы) населения лисицы обыкновенной на территории области обусловлена хорошей кормовой базой, высокими защитными свойствами среды обитания и существенным снижением влияния на нее со стороны человека.

2. Численность популяции лисицы не снижается, а ее послепромысловая численность по состоянию на 1.03.2010 года составляла 10,8 тыс. особей.

3. Плотность населения лисицы по территории области неравномерна. Наибольшая ее численность за три последних года наблюдалась в Волоконовском, Губкинском и Вейделевском районах. Это связано с хорошей кормовой базой (более 4 тыс. особей степного сурка (байбака)).

4. Распределение регистрируемых случаев бешенства в течение года также неравномерно и связано с жизненными циклами лисицы (конец января – февраль – гон, июль – август – подростки лисята уходят от норы и т.д.).

5. Основным связующим звеном между природным и синантропным очагами бешенства являются бродячие собаки и кошки, которые не подвергаются вакцинации.

6. Регистрация случаев бешенства на территории области носит явочный характер. Количество зарегистрированных случаев бешенства среди диких и домашних животных зависит от плотности населения лисицы и человека на определенных территориях.



7. Неблагополучными по бешенству являются Валуйский (88), Старооскольский (83) и Волоконовский (68) районы, сложной остается обстановка в Ровеньском (62), Красногвардейском (61), Новооскольском (60), Белгородском (57) (в том числе 15 случаев в г. Белгороде), Шебекинском (52), Грайворонском (50) и Чернянском (49) районах (табл. 2; рис. 2).

8. Необходимо снижение численности лисицы в 3-4 раза (по состоянию на 1 марта 2010 года численность лисицы была 10,8 тыс. особей) и до минимума численности безнадзорных бродячих собак и кошек.

Список литературы

1. Москвитин С.А., Сорокин В.Н., Новиченко В.В. Особенности распространения бешенства на территории Белгородской области // Вестник охотоведения. – 2006. – Т. 3, № 3. – С. 345 – 349.

2. Москвитин С.А. Некоторые особенности развития социоприродных процессов в сфере охоты в Белгородской области // Вестник охотоведения. – 2007. – Т. 4, № 2. – С. 195-200.

3. Ведерников В.А., Шабейкин А.А., Харкевич А.А. и др. Обзор эпизоотической ситуации бешенства в Российской Федерации в 2000 году и прогноз на 2001 год // Ветеринарная патология. – 2002. - № 1. - С. 52-58.

4. Авилов В.М., Гусев А.А., Савин А.В. // Ветеринарная патология. – 2002. – № 1. – С. 72-78.

SPREADING OF RABIES ON THE TERRITORY OF BELGOROD REGION

S.A.Moskvitin¹, A.V.Anisimov¹

V.N.Sorokin², V.V.Novichenko¹

E.M. Berezhnaya²

¹*Belgorod regional Subdivision of Federal Service on the Veterinary and Phytosanitary Control*

Preobrazhenskaya St., 36, Belgorod, 308600, Russia

²*FSO Belgorod Interregional Veterinary Laboratory*

Studenteskaya St., 32, Belgorod, 308000, Russia

Now on the territory of Belgorod region there is a persistent focus of rabies. The main carrier of the disease in nature is the red fox (*Vulpes vulpes*). Excessive number and the associated high population density of red fox on the territory of the region is due to the good feeding base, high-protective properties of the habitat and a significant reduction in competition from the man.

Key words: rabies, fox, quantity.

УДК 619:636.5.033:591.149:615.244

ДИНАМИКА МАССЫ ТЕЛА И ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ, ПОЛУЧАВШИХ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИПОСИЛ

Л.В. Зимовина
Е.Г. Яковлева
Н.А. Мусиенко

*Белгородская государственная
сельскохозяйственная академия*

*Россия, 308503, Белгородская
область, Белгородский район,
пос. Майский, ул. Вавилова, 1*

E-mail: bsaa@csn.ru

Липосил, применяемый весь период выращивания (39 сут) в дозах 40 и 60 мг/кг комбикорма, способствовал увеличению массы тела цыплят-бройлеров кросса Hubbard F-15 на 15,1 и 17,3%. Максимальный его эффект отмечен в период с 20-х по 30-е сут жизни цыплят. При действии липосила не снижалось параллельное росту тела увеличение абсолютной массы сердца, печени, селезенки и клоакальной сумки; относительная масса этих органов в сравнении с контролем изменялась мало.

Ключевые слова: Силимарин, Липосил, цыплята-бройлеры, приросты, сердце, печень, селезенка, сумка клоакальная.

Введение

Птицеводство – одна из интенсивно развивающихся отраслей животноводства [1]. Благодаря направленной селекции удалось вывести кроссы кур, у которых за один продуктивный период яйценоскость достигает 320 яиц и более, а бройлеры к 6-недельному возрасту наращивают живую массу в 2.2-2.5 кг [2]. На ближайшие 10-15 лет селекция будет направлена на увеличение приростов и достижение живой массы бройлеров 2,0кг в 28-30-суточном возрасте с выходом грудного филе до 21-22% [3]. Столь интенсивный рост может быть получен только при рациональном кормлении и поддержании высокой морфофункциональной активности прежде всего печени, где синтезируются необходимые для роста пластические вещества (например, альбумины) и энергоносители, депонируются жизненно необходимые витамины и микроэлементы, обезвреживаются эко- и эндотоксины.

Научными исследованиями и практическими наблюдениями установлено, что при интенсивных технологиях выращивания птиц и больших метаболических нагрузках (особенно если нагрузки сочетаются с нарушениями кормления), а также при болезнях и токсикозах функциональные возможности печени снижаются (гепатопатии), и в ней развиваются деструктивные или воспалительные процессы [4, 5]. На этом фоне падает продуктивность и ухудшается качество получаемой от птиц продукции. К концу выращивания нередко у значительной части цыплят печень настолько перерождена, что становится непригодной в пищу, и ее приходится выбраковывать [6].

Для предупреждения гепатопатий и поддержания высокой продуктивности цыплят предложены антиоксидантные и гепатотропные средства, селен, повышенные дозы витаминных препаратов, биофлавоноиды и другие БАВ.

Цель настоящего исследования – испытать влияние на интенсивность роста бройлеров Липосила, полученного в лаборатории С.М. Луценко [7]. Липосил представляет собою липосомную форму гепатотропного Силимарина, выделенного из расторопши – *Sylibum marianum* сем. Сложноцветных, которая известна как источник биофлавоноидов и издавна применяется в народной медицине при болезнях печени [8].

Материал и методы

Опыты проведены в условиях физиологического комплекса БелГСХА на цыплятах-бройлерах кросса Hubbard F-15. Цыплята содержались в клеточных батареях. Были сформированы 4 группы, по 35 голов в каждой. Контрольная группа (к) получала только основной рацион (ОР). К ОР первой опытной группы ежедневно с 5-суточного возраста до убоя добавляли Липосил в дозе 60 мг/кг корма; во второй



группе доза Липосила составила 40 мг/кг корма, в третьей – столько же, но его применяли дискретно: на 5-7-е, 12-14-е, 19-21-е и 28-30-е сутки выращивания.

В течение всего периода эксперимента учитывали сохранность поголовья (ежедневно) и живую массу (еженедельно). На 12-, 20- и 39-е сутки проводили убой по 5 цыплят из каждой группы, взвешивали внутренние органы (сердце, печень, селезенку, клоакальную сумку) и рассчитывали их абсолютную и относительную массу. Для определения относительной массы пользовались формулой Броди:

$$B = \frac{W_t - W_0}{0,5 \cdot (W_t + W_0)} \cdot 100,$$

где: W_t – конечная масса органа, г; W_0 – начальная масса органа, г; B – относительная масса, %.

Результаты

В 12-суточном возрасте регистрировалась наибольшая интенсивность роста цыплят-бройлеров, в дальнейшем она снижалась и концу выращивания уменьшилась в контрольной группе в 9,1 раза, в опытных – в 6,8; 7,4 и 8,8 раза соответственно. Максимальные среднесуточные приросты во всех группах наблюдались на 26-33-и сут выращивания птицы. В этот период показатели прироста цыплят опытных групп превышали контроль на 19,8; 19,8 и 23,5% соответственно. В течение последней недели выращивания среднесуточные приросты по отношению к предыдущему периоду снизились в контрольной группе на 40%, в опытных – на 25; 23 и 40% соответственно. К окончанию опытного периода (39 сут) средняя масса в контрольной группе была $2151,4 \pm 98,0$ г, в опытных группах – $2524,3 \pm 67,7$; $2475,7 \pm 66,1$ и $2465,7 \pm 53,4$ г. Таким образом, опытные группы превышали по массе контрольную на 17,3; 15,1 и 14,6% соответственно ($p < 0,05$).

Динамика абсолютной и относительной массы исследованных органов представлена в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Динамика абсолютной массы органов цыплят, г

| Группы* | Сердце | Печень | Селезенка | Клоакальная сумка | Живая масса |
|----------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| 12 сутки | | | | | |
| к | $2,24 \pm 0,04$ | $11,5 \pm 0,00$ | $0,33 \pm 0,01$ | $0,73 \pm 0,06$ | $334,5 \pm 8,1$ |
| 1 | $2,12 \pm 0,06$ | $10,00 \pm 0,06$ | $0,27 \pm 0,00$ | $0,74 \pm 0,01$ | $326,0 \pm 8,3$ |
| 2 | $2,25 \pm 0,08$ | $11,34 \pm 0,05$ | $0,29 \pm 0,01$ | $0,84 \pm 0,00$ | $339,5 \pm 5,7$ |
| 3 | $1,86 \pm 0,02$ | $10,16 \pm 0,08$ | $0,29 \pm 0,01$ | $0,92 \pm 0,09$ | $303,0 \pm 8,2$ |
| 20 сутки | | | | | |
| к | $4,01 \pm 0,16$ | $22,03 \pm 0,95$ | $0,73 \pm 0,09$ | $1,90 \pm 0,09$ | $714,5 \pm 27,8$ |
| 1 | $4,14 \pm 0,37$ | $22,44 \pm 0,70$ | $0,63 \pm 0,04$ | $1,20 \pm 0,14$ | $646,0 \pm 21,4$ |
| 2 | $3,90 \pm 0,04$ | $19,87 \pm 0,74$ | $0,68 \pm 0,05$ | $1,50 \pm 0,00$ | $695,0 \pm 23,0$ |
| 3 | $3,62 \pm 0,02$ | $20,35 \pm 0,38$ | $0,73 \pm 0,02$ | $1,53 \pm 0,20$ | $646,0 \pm 21,4$ |
| 39 сутки | | | | | |
| к | $9,81 \pm 0,16$ | $44,57 \pm 0,19$ | $1,92 \pm 0,04$ | $0,83 \pm 0,06$ | $2038,0 \pm 101,1$ |
| 1 | $11,66 \pm 0,25$ | $52,23 \pm 0,17$ | $2,41 \pm 0,12$ | $1,20 \pm 0,23$ | $2474,5 \pm 73,4$ |
| 2 | $10,37 \pm 0,37$ | $50,23 \pm 0,70$ | $3,27 \pm 0,13$ | $1,18 \pm 0,07$ | $2507,5 \pm 43,1$ |
| 3 | $9,63 \pm 0,26$ | $51,16 \pm 0,50$ | $2,56 \pm 0,07$ | $1,26 \pm 0,13$ | $2430,5 \pm 22,7$ |

* обозначение в тексте

Как видно из таблицы 1, наиболее интенсивно и статистически значимо абсолютная масса сердца животных всех групп увеличивалась в период с 20- до 39-суточного возраста. За это время в контрольной группе она увеличилась в 2,4 ($p < 0,001$) раза, в опытных группах – в 2,8 ($p < 0,002$), 2,7 ($p < 0,001$) и 2,7 раза ($p < 0,001$) соответственно. Относительная масса постепенно снижалась начиная с 2-недельного возраста и до конца выращивания, что характерно для постнатального морфогенеза органа. Наибольшим этот параметр был у цыплят 12-суточного возраста.

К 20-м сут выращивания он уменьшался в контроле на 16.4% ($p < 0.02$), в опытных группах – на 1.5 ($p > 0.05$), 15.2 ($p < 0.02$) и 8.2% ($p > 0.05$) соответственно, и только в первой опытной группе превышал контроль на 14.4% ($p > 0.05$); во второй и третьей опытных группах разница с контролем не имела значимых различий. На 39-е сут снижение по группам составило: 28.4 ($p < 0.05$), 27.7 ($p < 0.05$), 37.9 ($p < 0.001$) и 34.4% ($p < 0.001$). Относительная масса в опытных группах была несколько меньше, чем в контроле (на 2.1; 14.6 и 16.7%, $p > 0.05$).

Таблица 2
Динамика относительной массы внутренних органов цыплят, %

| Группы | Сердце | Печень | Селезенка | Клоакальная сумка |
|----------|-----------|-----------|------------|-------------------|
| 12 сутки | | | | |
| к | 0.67±0.02 | 3.44±0.11 | 0.10±0.002 | 0.22±0.02 |
| 1 | 0.65±0.02 | 3.07±0.11 | 0.08±0.010 | 0.23±0.02 |
| 2 | 0.66±0.03 | 3.34±0.17 | 0.08±0.010 | 0.25±0.03 |
| 3 | 0.61±0.03 | 3.35±0.18 | 0.09±0.005 | 0.30±0.05 |
| 20 сутки | | | | |
| к | 0.56±0.03 | 3.08±0.08 | 0.10±0.01 | 0.27±0.02 |
| 1 | 0.64±0.06 | 3.47±0.44 | 0.10±0.01 | 0.19±0.04 |
| 2 | 0.56±0.01 | 2.86±0.22 | 0.10±0.02 | 0.22±0.01 |
| 3 | 0.56±0.01 | 3.15±0.15 | 0.10±0.01 | 0.24±0.03 |
| 39 сутки | | | | |
| к | 0.48±0.06 | 2.18±0.13 | 0.09±0.01 | 0.04±0.01 |
| 1 | 0.47±0.06 | 2.07±0.05 | 0.10±0.01 | 0.05±0.01 |
| 2 | 0.41±0.03 | 2.00±0.03 | 0.13±0.01 | 0.05±0.01 |
| 3 | 0.40±0.01 | 2.10±0.04 | 0.10±0.01 | 0.05±0.01 |

В период с 12- по 20-е сут прирост массы сердца в первой и третьей опытных группах превышал контроль на 14.0 и 13.4%, а показатель второй опытной группы был даже несколько меньше контроля (на 5.1%). С 21-х по 39-е сут выращивания регистрировалась наибольшая интенсивность роста сердца во всех группах, и это соответствовало стартовому и ростовому технологическим периодам. За указанный период превосходство в опытных группах над контролем составляло 13.5; 8.1 и 8.1% соответственно. Это свидетельствует о более интенсивном созревании сердечнососудистой системы цыплят, получавших Липосил.

Абсолютная масса печени за период 12-39 сут выращивания увеличилась в контрольной группе в 3.9 раза, в опытных – в 5.2; 4.4 и 5.0 раз соответственно ($p < 0.001$). В 12-суточном возрасте в контрольной группе она превышала показатели опытных групп, а в 20-суточном незначительно увеличивалась у цыплят первой опытной группы. Перед убоем масса печени в опытных группах была достоверно больше контроля на 17.2 ($p < 0.02$), 12.7 ($p < 0.02$) и 14.8% ($p < 0.01$) соответственно. Относительная масса с 12- по 20-суточный период выращивания в контрольной, второй и третьей опытных группах снижалась на 10.5 ($p < 0.05$), 14.4 и 6.0% ($p > 0.05$), а в первой опытной повышалась на 13.0% ($p > 0.05$), что указывает на более высокий уровень функциональной активности печени у цыплят этой группы. С 21-х по 39-е сут во всех группах относительная масса печени уменьшалась в 1.6; 1.5; 1.7 и 1.6 раза соответственно ($p < 0.001$).

Наибольшая интенсивность роста печени на третьей неделе выращивания наблюдалась у цыплят первой опытной группы – 76.7%; это на 22.1% превышало показатель контроля и соответствовало в этот период изменениям относительной массы. В дальнейшем до конца выращивания энергия роста печени в опытных группах превышала контроль на 17.9; 27.9 и 27.3%, а в целом за весь период выращивания – на 15.0; 7.0 и 13.3%.

Абсолютная масса селезенки с 12- до 39-суточного возраста увеличилась в контрольной группе в 5.8 раза, в опытных – в 8.9; 11.3 и 8.8 соответственно ($p < 0.001$). В 12- и 20-суточном возрасте в опытных группах она мало различалась с контролем, но в

предубойном возрасте превышала его на 25.5 ($p > 0.05$), 70.3 ($p < 0.05$) и 33.3% ($p > 0.05$) соответственно.

Относительная масса селезенки к 39 сут выращивания у цыплят контрольной группы снижалась на 10.0% ($p > 0.05$), в то время как в опытных группах повышалась на 25.0 ($p > 0.05$), 62.5 ($p < 0.05$) и 11.1% ($p > 0.05$). В возрасте 12 сут она была меньше, чем в контроле; в 20-суточном возрасте не имела различий с контролем и лишь к моменту убоя во второй группе достоверно ($p < 0.05$) превышала его на 44.4%.

Максимальная интенсивность роста селезенки наблюдалась с четвертой недели и до конца выращивания. Энергия роста органа в этот период у животных опытных групп была выше контроля в 1,3; 1,5 и 1,2 раза. За исследуемый период интенсивность роста селезенки опытных цыплят превышала контроль на 13,2; 18,5 и 12,7% соответственно.

Абсолютная масса клоакальной сумки у цыплят всех групп на третьей недели жизни увеличивалась в 2.6 ($p < 0.002$), 1.6 ($p > 0.05$), 1.8 ($p < 0.01$) и 1.7 ($p < 0.05$) раза соответственно. С 21-х по 39-е сут она резко снижалась в контроле (в 2.3 раза, $p < 0.01$), в первой опытной группе не изменялась, во второй и третьей опытных группах снижалась в 1.3 и 1.2 раза ($p > 0.05$). На 20-е сут выращивания масса сумки у цыплят опытных групп была меньше контроля на 36.8 ($p < 0.01$); 21.1 ($p < 0.05$) и 19.5% ($p > 0.05$), а в 39-суточном возрасте превышала показатель контроля на 44.6; 42.2 ($p < 0.05$) и 51.8% ($p < 0.05$) соответственно. Относительная масса с возрастом существенно снижалась как в контрольной, так и опытных группах – соответственно в 5.5 ($p < 0.001$), 4.6 ($p < 0.001$), 5.0 ($p < 0.001$) и 6.0 ($p < 0.01$) раз. В 20-суточном возрасте она была несколько ниже контроля (на 29.6; 18.5 и 11.1% при $p > 0.05$). К концу выращивания относительная масса сумки во всех группах практически выравнивалась. Энергия роста достигла максимальных значений на третьей неделе выращивания и наибольшей она была в контроле (89%), однако показатели опытных групп значительно превышали контроль в целом за период выращивания (на 270.3; 163.3 и 143.7% соответственно).

Таким образом, более интенсивное физическое развитие изучаемых органов происходит при применении Липосила в дозе 60 мг/кг корма ежедневно и 40 мг/кг корма дискретно. Липосил стимулирует морфофункциональное развитие иммунокомпетентных органов и сердечнососудистой системы, их функциональную активность.

Обсуждение результатов

Как и следовало ожидать, масса тела и абсолютная масса внутренних органов цыплят в процессе выращивания увеличивались, однако увеличение было неодинаковым между группами и по периодам опыта, что отражало общую закономерность о неравномерности роста и развития, установленную Чирвинским и Малигоновым. Эта закономерность характерна для всех видов животных, включая и птиц [9]. Липосил, не устраняя неравномерности роста, способствовал прибавке массы тела. Наиболее существенные различия выявлялись к концу срока выращивания. Абсолютный прирост всех изучаемых органов, как и прирост массы тела, за возрастной период 12-39 сут был более высоким в группах, получавших Липосил, особенно в дозе 60 мг/кг комбикорма. Курсовое применение Липосила в дозе 40 мг/кг не давало каких-либо существенных преимуществ перед непрерывным его назначением по изменению массы сердца и печени, однако несущественно уступало по главному показателю – приросту массы тела к концу выращивания. Масса селезенки в опытных группах с 12- до 20-суточного возраста увеличивалась примерно так же, как в контроле, но в заключительном периоде выращивания ее увеличение шло более ускоренными темпами. В результате к 39-м сут селезенка весила в 8.8-11.3 раза больше, чем в исходном состоянии, тогда как в контрольной группе – только в 5.8 раза. Масса бурсы в контроле до 20 сут увеличивалась, а затем снижалась. Липосил задерживал инволюцию этого органа.

Выводы

Добавка Липосила к комбикорму стимулировала рост цыплят бройлеров: их масса тела к моменту убоя (39 сут) увеличивалась по сравнению с контролем, не полу-

чавшим Липосил. Максимальный эффект установлен в период с 20- до 39-суточного возраста цыплят.

Оптимальная доза Липосила, выявленная в опыте, – ежедневно 60 мг/кг корма.

За период выращивания у цыплят, получавших Липосил, увеличивалась абсолютная масса сердца, печени, селезенки и клоакальной сумки, однако динамика их относительной массы мало отличалась от контроля.

Список литературы

1. Фисинин В.И. Птицеводство на рубеже нового столетия // Птицеводство. – 1999. – № 7. – С. 4-6.
2. Кочиш И.И., Сидоренко Л.И., Щербаков В.И. Биология сельскохозяйственной птицы. – М.: КолосС, 2005. – 203 с.
3. Гальперн И.Л., Пахомова Т.И., Слепухин В.В. Селекционная стратегия выведения линий и создания промышленных кроссов яичных и мясных кур // Достижения науки и техники АПК. – 2010. - № 4. – С. 61-64.
4. Абрамова Т., Данилевская Н. Состояние печени у цыплят, откармливаемых на мясо // Ветеринария. – 2006. – № 3. – С. 29-31.
5. Хохлов И. Морфология изменения печени кур // Ветеринария. – 2006. – № 12. – С. 27-30.
6. Богданов Н.И. Суспензия хлореллы в рационе с.-х. животных. – Волгоград: Изд-во ВНИИОЗ, 2007. – 58 с.
7. Луценко С.В., Фельдман Н.Б., Луценко Е.В., Быков В.А. Растительные флаволигнаны. Биологическая активность и терапевтический потенциал. – М., 2006. – 236 с.
8. Гаммерман А.Ф., Гром И.И. Дикорастущие лекарственные растения СССР. – М.: Медицина, 1976. – 287 с.
9. Рубан Б.В. Птицы и птицеводство. – Харьков: Эскада, 2002. – 520 с.

DYNAMICS OF BODY AND INTERNAL ORGANS WEIGHT OF THE CHICKENS-BROILERS RECEIVING LYPOSIL DURING THE GROWING PROCESS

L.V. Zimovina
H.G. Yakovleva
N.A. Musienko

Belgorod State Agricultural Academy
Vavilov Str., 1, Maysky Sett., 308503,
Belgorod Dist.

E-mail: bsaa@csn.ru

Lyposil applied throughout the growing period (39 days) in doses 40-60 mg/kg of mixed-fodder, promoted the increase of chicken-broilers' body mass of cross Hubbard F-15 by 15,1 and 17,3%. Its maximum effect was noted during the period from 20th to 30th days of chickens life. Under the action of Lyposil the increase in absolute weight of heart, liver, spleen and cloacal sac did not decrease parallel to organs growth; the relative weight of these organs in comparison with control changed little.

Key words: Sylimarin, Lyposil, chicken-broilers, growth, heart, liver, spleen, cloacal sac.



АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ У СТУДЕНТОВ ПРИ ЭКЗАМЕНАЦИОННОМ СТРЕССЕ

Л.К. Бусловская
Ю.П. Рыжкова

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет*

*Россия, 308007, г. Белгород,
ул. Студенческая, 14*

*E-mail: buslovskaya@bsu.edu.ru;
ryzhkova@bsu.edu.ru*

Изучали адаптационные возможности студентов и их взаимосвязь с уровнями соматического здоровья. Выявили значительное напряжение процессов адаптации, особенно в начале обучения в Вузе и в периоды экзаменационных сессий. Дали психофизиологическую характеристику студентов с напряжением механизмов адаптации, установили основные типы адаптационных реакций организма при экзаменационном стрессе и после комплексной коррекции.

Ключевые слова: адаптация студентов, экзаменационный стресс, реакции повышенной и спокойной активации, стресс-реакция.

Введение

Адаптация студентов представляет собой сложный социально-психофизиологический процесс, сопровождаемый значительным напряжением компенсаторно-приспособительных механизмов организма. Напряжение сказывается на здоровье, на работоспособности и, в конечном счете, определяет успешность студента. Период острой адаптации приходится на первый и второй курсы обучения. Психоэмоциональные и умственные нагрузки, несоблюдение режима дня приводят к переутомлению и срыву процесса адаптации, что сопровождается выраженной картиной метаболических изменений в организме.

В настоящее время считается доказанным, что в основе приспособительных механизмов лежат антистрессорные реакции разного уровня. Исследования Л.Х. Гаркави и др. показали, что в ответ на воздействие раздражителей, различающихся по силе и длительности, в организме развиваются несколько типов общих неспецифических адаптационных реакций: реакция тренировки – на слабые воздействия; реакция активации (спокойной и повышенной) – на воздействия средней силы, стресс реакция по Селье – на сильные, чрезвычайные раздражители. Оптимальная синхронизация функций организма отмечается при физиологической реакции повышенной активации, стимулирующей неспецифическую резистентность организма высоких уровней реактивности. Определяющим моментом при этом является длительность реакции. При стойких реакциях спокойной и особенно, повышенной активации организм выбирает адекватные уровню реактивности большие по абсолютной величине раздражители и тем поддерживает свое неблагоприятное состояние, что является неспецифической основой различных вариантов донологического состояния от первых признаков дискомфорта до предболезни [1].

Экзаменационный стресс изучали А.Н. Акопян, Л.Д. Маркина, Ю.В. Украинцева и др., Е.А. Умрюхин и др., Ю.В. Щербатых, Е.А. Юматов и др., [2, 3, 4, 5, 6, 7] по их мнению, данный стресс одна из причин развития психосоматических патологий. Но, до сих пор остаются нерешенными многие вопросы. Является ли экзаменационный стресс для студентов стрессом по Селье? Адаптационные реакции какого типа он вызывает? И, самое главное, как его предотвратить и какие меры профилактики можно предпринять? Решение этих вопросов стало целью нашего исследования.

Методика исследований

Эксперименты были проведены на педагогическом факультете БелГУ в 2006-2009 гг. Объектом исследования явились студенты первого, второго и третьего курсов, всего 363 человека. Оценка состояния здоровья, и, прежде всего, сердечно-сосудистой системы проводили в центре семейной медицины БелГУ. В клинической лаборатории

центра делали биохимические анализы крови и мочи. Идентификацию типов адаптационных реакций проводили по сигнальным показателям лейкограммы периферической крови. По соотношению лимфоцитов к сегментоядерным нейтрофилам (ЛФ/НС) выделяли реакции тренировки, спокойной активации, повышенной активации, стресса, переактивации [1]. Экспресс-оценку уровня физического (соматического) здоровья проводили по методике Г.Л. Апанасенко [8]. Компенсаторно-приспособительные возможности оценивали по адаптационному потенциалу (АП) сердечно-сосудистой системы, вегетативный статус – по индексу Кердо (ВИК), межсистемные взаимоотношения в кардиореспираторной системе оценивали по величине индекса Хильдебранта (Q) [6, 9]. Психофизиологический статус включал оценку силы нервных процессов теппинг-тестом; умственной работоспособности по таблицам Анфимова, суточных биоритмов - по методике Д. Хорна – О. Эстерберга в модификации А.А. Путилова; типов темперамента - по тесту Г. Айзенка, личностную и реактивную тревожность – по методу Ч.Д. Спилбергера и Ю.Л. Ханина [9]. В качестве показателя эффективности учебной деятельности использовали средний балл успеваемости студентов, рассчитанный по основным предметам в учебных семестрах и в экзаменационные сессии.

Результаты исследований

Как известно, индикатором уровня здоровья и его функциональных резервов является состояние сердечно-сосудистой системы. В наших исследованиях у студентов первокурсников были выявлены некоторые нарушения в функционировании сердца. Состоянию нормы отвечали в среднем ЭКГ 39.2% человек. У 52.7% студентов была выявлена неполная блокада правой ножки пучка Гиса, что встречается у молодых здоровых лиц и является вариантом нормы. Синдром преждевременного возбуждения желудочков имели в среднем 3.6% студентов. По литературным данным он наблюдается у молодых физически здоровых лиц, страдающих приступами тахикардий [10]. Миграция водителя ритма была в среднем также у 3.6% студентов. Эти состояния лечения не требуют. У 0.9% студентов обнаружили предсердную экстрасистолию, что бывает при усталости, стрессе, у курильщиков, под действием кофеина и алкоголя, у больных – при органических поражениях сердца. Требуется лечение [10].

Параметры гемодинамики – универсальные индикаторы адаптационных процессов в организме, по которым можно прогнозировать его функциональное состояние и адаптивные возможности. У студентов первокурсников эти параметры в учебных семестрах в среднем находились в пределах физиологической нормы для данного возраста. В периоды зимней и летней экзаменационных сессий наблюдали достоверное повышение частоты сердечных сокращений, систолического и минутного объемов ($P < 0,05$), что согласуется с данными других авторов [5, 6, 7].

Анализ вегетативного индекса Кердо (ВИК), объективного и информативного показателя напряженности центральных механизмов регуляции, показал, что среди первокурсников 55.3% являются симпатотониками с преобладанием эрготропного механизма регуляции, 40.5% – ваготониками с преобладанием трофотропного механизма, 4.2% – имели равновесие вегетативной регуляции, эйтонию. В экзаменационную сессию количество симпатотоников увеличилось в среднем на 13.4%. Симпатотония у студентов преобладала и во втором семестре и во время летней экзаменационной сессии. При этом достоверно повышались средние значения ВИК. У студентов второго и третьего курсов также преобладала симпатотония, но в сессию происходило увеличение количества студентов с ваготонией и уменьшение – с симпатотонией. При этом достоверно снижались средние значения индекса, что, по-видимому, свидетельствует о более экономичном режиме функционирования организма.

Средние величины индекса Хильдебранта, отражающего межсистемные взаимоотношения в кардиореспираторной системе, у студентов первокурсников были в верхних границах нормы. Достоверное повышение индекса Хильдебранта регистрировали у первокурсников в период летней сессии. У студентов второго и третьего курсов средние значения находились в границах нормы, достоверных изменений во время сессии у них выявлено не было.

Параметры крови у студентов первокурсников: количество эритроцитов и лейкоцитов, концентрация гемоглобина, цветовой показатель, СОЭ в учебном году сохранялись на уровне нормативных значений. Достоверных изменений в период экзаменационной сессии по сравнению с учебным семестром обнаружено не было.

Для оценки компенсаторно-приспособительных механизмов рассчитывали адаптационный потенциал (АП) сердечно-сосудистой системы. В первом семестре АП 57%-60% студентов был удовлетворительным, что свидетельствует о высоких функциональных возможностях их организма; 40-43% – имели напряжение функциональных механизмов, т.е. достаточные приспособительные возможности обеспечивались у них за счет физиологических резервов. В период зимней экзаменационной сессии количество первокурсников с напряжением механизмов возросло на 15-17%. В летнюю сессию 50-51% студентов имели напряжение процессов адаптации. Полученные результаты дают основание утверждать, что обучение студентов первого курса в ВУЗе проходит с большим напряжением компенсаторно-приспособительных механизмов при значительном уменьшении функциональных возможностей организма.

Адаптационные реакции организма отражают силу воздействия и степень реагирования организма. В таблице 1 представлены типы адаптационных реакций у первокурсников. Наиболее характерной адаптационной реакцией организма студентов в начале обучения оказалась реакция повышенной активации, большинство студентов реагировали именно таким образом.

Таблица 1

Типы адаптационных реакций у первокурсников, %

| Время исследования | Тип адаптационной реакции | | |
|------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| | спокойная активация | повышенная активация | реакция тренировки |
| Учебный семестр | 31.2 | 50.0 | 18.8 |
| Экзаменационная сессия | 36.8 | 57.9 | 5.3 |

Во время сессии количество студентов с повышенной активацией еще возросло. Это вполне объяснимо, так как при реакции повышенной активации резистентность организма повышается быстро и значительно за счет быстрой мобилизации защитных сил. Около трети студентов имели реакцию спокойной активации, мобилизация резервных возможностей организма была недостаточной.

Реакции спокойной и, особенно, повышенной активации носят антистрессорный характер. Об этом свидетельствует весь комплекс изменений в организме. Так, в отличие от стресса, отмечается высокая функциональная активность тимико-лимфатической системы и клеточного иммунитета, эндокринных желез и ЦНС, особенно при повышенной активации. Метаболизм носит анаболический характер, энергетический обмен отличается высокими скоростями метаболизма [1].

Адаптация остальных студентов происходила с помощью реакции тренировки, что характерно для стадии пассивной резистентности (по Селье), при которой функциональная активность защитных систем организма не повышается, остается в пределах нижней половины зоны нормы, а чувствительность к раздражителям снижается и они становятся для организма подпороговыми. Во время сессии количество студентов с такой реакцией уменьшилось в 3.5 раза.

Изучение психофизиологического статуса показало, что большинство студентов первого, второго и третьего курсов имели холерический темперамент, который характеризуется преобладанием процессов возбуждения и повышенной возбудимостью, неуравновешенностью и цикличностью поведения. Среди биологических суточных ритмов у студентов первого, второго и третьего курсов преобладающим оказался промежуточный дневной тип – «голубь». Утомление в период экзаменационной сессии было присуще 58% первокурсников, 57% студентов второго курса и 50% студентов третьего курса. Во время сессии по оценке самих студентов их самочувствие и настроенные становились хуже. Наиболее высокие показатели умственной работоспособности

были получены у студентов третьего курса, они делали в заданиях меньше ошибок и выполняли его с большей точностью, умственная продуктивность у них оказалась гораздо выше.

Тревожность – важный признак, который может свидетельствовать о плохой адаптации, наличии эмоциональных и поведенческих признаков стресса. Количество студентов с высокими уровнями тревожности было наибольшим у первокурсников, в среднем 32.4%, на втором – 22.3%, на третьем – 6%. В экзаменационную сессию количество студентов первокурсников с высокими уровнями тревожности увеличилось в среднем на 19,6%. Самые хорошие результаты по тревожности были получены у студентов третьего курса.

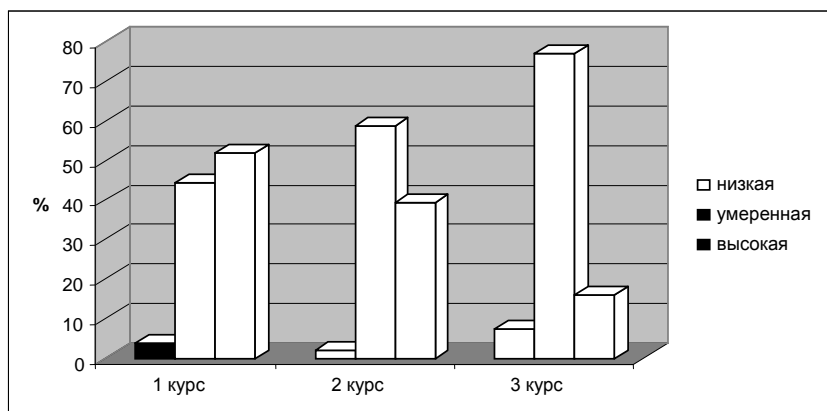


Рис. 1. Уровни тревожности у студентов в экзаменационную сессию, %

По совокупности всех изученных параметров было установлено, что количество студентов с напряжением механизмов адаптации в среднем составило около 22% от всех поступивших на первый курс в разные годы (группа дезадаптации). Большинство студентов этой группы имели меланхолический темперамент со слабыми процессами возбуждения и торможения, высокую тревожность. Систолическое (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС) у них были достоверно выше, чем у студентов группы контроля, а адаптационные возможности организма меньше.

Таблица 2

Параметры сердечно-сосудистой системы и адаптационный потенциал студентов первокурсников

| Группа | САД, мм рт.ст. | ДАД, мм рт.ст. | ЧСС, в 1 мин | АП, баллы |
|--------------|----------------|----------------|--------------|------------|
| Контрольная | 115.2±0.8 | 71.9±0.6 | 73.5±1.2 | 1.99±0.02 |
| Дезадаптации | 121.5±2.8* | 76.0±1.6* | 83.7±2.2* | 2.28±0.07* |

Примечание: достоверность изменений в сравнении с группой контроля * - p<0.05.

Анализ соматического здоровья студентов этой группы показал, что 52% из них имеют низкий его уровень, 30% - ниже среднего и только 18% – средний. У студентов с низким уровнем здоровья средние величины САД, ДАД, ЧСС были достоверно выше, чем у студентов со средним и ниже среднего уровнями. У студентов с низким уровнем физического здоровья было выявлено преобладание реакций спокойной активации, у студентов с уровнем здоровья ниже среднего и средним – реакций повышенной активации.

С целью коррекции нарушений адаптации у данных студентов в течение месяца в предсессионный период были проведены мероприятия в центре семейной медицины БелГУ. Комплексная коррекционная работа включала: прием адаптогена «Янтарная кислота» в пищевых дозах, разрешенных Институтом питания Минздрава России [11, 12]; групповые тренинги с психологом; индивидуальные занятия рациональной психотерапией; обучение и использование приемов психофизиологической саморегуляции; занятия лечебной физкультурой (по назначению врача) с инструктором ЛФК.

После коррекционной работы была выявлена положительная динамика индекса Хильдебранта, изменился вегетативный статус студентов в сторону увеличения числа ваготоников. Коррекция способствовала повышению адаптивных возможностей организма, о чем свидетельствовало увеличение количества студентов с удовлетворительной адаптацией, особенно в группе со средним уровнем физического здоровья (рис. 2).

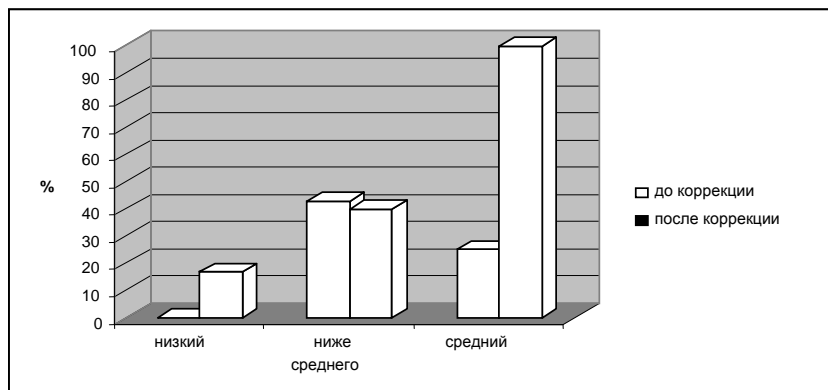
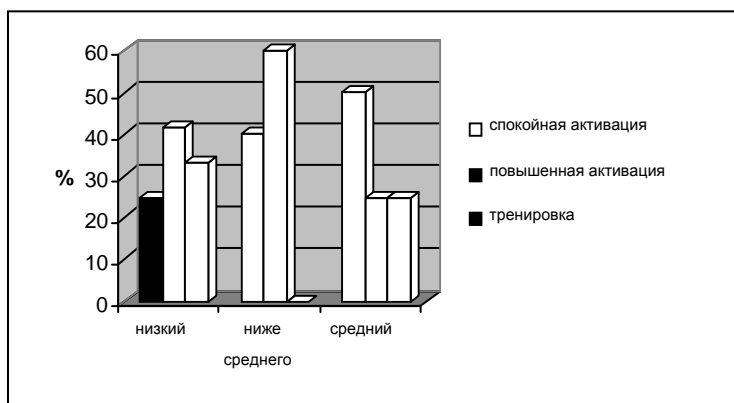


Рис. 2. Динамика количества студентов разного уровня соматического здоровья с удовлетворительной адаптацией, %.

После проведенной работы уменьшилось количество студентов с высоким уровнем тревожности и увеличилось – с умеренным и низким уровнями. Среди студентов с низким уровнем соматического здоровья 83% имели умеренный уровень тревожности, 17% – низкий. Среди студентов с уровнями физического здоровья ниже среднего и средним 40-60% имели низкий уровень тревожности.

Анализ результатов показал, что после коррекции произошло перераспределение типов адаптационных реакций организма (рис. 3).

При этом тип адаптационной реакции зависел от уровня здоровья студента. У



студентов с низким уровнем физического здоровья и с уровнем здоровья ниже среднего было выявлено преобладание реакций повышенной активации, у студентов со средним уровнем физического здоровья – реакций спокойной активации.

Рис. 3. Типы адаптационных реакций у студентов с разным уровнем здоровья после коррекции, %

После проведенной работы улучшилась успеваемость, у студентов с низким уровнем физического здоровья средний балл возрос на 11.1%, с уровнем здоровья ниже среднего – на 16.7%, со средним уровнем физического здоровья – на 17.6%.

Выводы

1. В начале обучения в среднем до 43% студентов первого курса испытывают напряжение процессов адаптации, количество таких студентов во время экзаменационных сессий возрастает на 15-17%.

2. Основным типом адаптационных реакций первокурсников является повышенная активация, одна из общих неспецифических адаптационных реакций, которая

развивается в ответ на воздействия средней силы. При такой реакции длящейся непродолжительное время, достигается оптимальная синхронизация функций организма, стимулируется неспецифическая резистентность организма высоких уровней реактивности, в отличие от стресс-реакции, которая является ответом на сильные, чрезвычайные раздражители.

3. Значительное напряжение механизмов адаптации к условиям обучения в среднем испытывают до 22% студентов поступивших на первый курс. Среди них в среднем 18% имеют средний уровень, 30% – ниже среднего, 52% – низкий уровень физического здоровья. Самый низкий адаптационный потенциал имеют студенты с низким уровнем физического здоровья, у них преобладают адаптационные реакции спокойной активации, у студентов с уровнем здоровья ниже среднего и средним – реакции повышенной активации.

4. После комплексной коррекционной работы у студентов с разным уровнем соматического здоровья на 31.4-41.7% увеличилось количество студентов с умеренной тревожностью, на 8.3-11.4% с ваготонией, на 8.7-25% с нормальными взаимоотношениями в кардиореспираторной системе и на 16.7-75% – с удовлетворительной адаптацией. Улучшилась успеваемость, особенно у студентов со средним уровнем физического здоровья.

5. После коррекции у первокурсников с низким уровнем физического здоровья и ниже среднего преобладающими стали реакции повышенной активации, со средним уровнем – реакции спокойной активации, что свидетельствует о мобилизации организма и повышении его адаптационных возможностей.

Список литературы

1. Гаркави Л.Х. Активационная терапия. Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2006. – 256 с.
2. Акопян А.Н. Психоэмоциональное состояние студентов в ситуации промежуточного и сессионного экзаменов // Эколого-физиологические проблемы адаптации: сб. материалов XII международного симпозиума. – М.: РУДН, 2007. – С. 21-23.
3. Маркина Л.Д., Сидорова О.Н. Психофизиологическая адаптация студентов младших курсов к эмоциональному стрессу // Психосоматические нарушения на рубеже II-III тысячелетия / под ред. В.Я. Семке, Л.П. Яцкова. – Владивосток-Томск, 2000. – С. 263-272.
4. Украинцева Ю.В., Берлов Д.Н., Русалова М.Н. Индивидуальные поведенческие и вегетативные проявления эмоционального стресса у человека // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2006. – №2. – С.183-192.
5. Умрюхин Е.А., Быкова Е.В., Климина Н.В. Энергообмен и вегетативные функции у студентов при учебной и экзаменационных нагрузках // Физиология человека. – 1996. – Т.22, №2. – С. 108-111.
6. Щербатых Ю.В. Саморегуляция вегетативного гомеостаза при эмоциональном стрессе // Физиология человека. – 2000. – №5. – С. 151-152.
7. Юматов Е.А., Кузьменко В.А., Бадиков В.И., Глазачев О.С., Иванова Л.И. Экзаменационный эмоциональный стресс у студентов // Физиология человека. – 2001. – Т.27, №2. – С. 104-111.
8. Апанасенко Г.Л. О возможности количественной оценки здоровья человека // Гигиена и санитария. – 1985. – № 6. – С.55-58.
9. Косованова Л.В., Мельников М.М., Айзман Р.И. Скрининг-диагностика здоровья школьников и студентов. Организация оздоровительной работы в общеобразовательных учреждениях. – Новосибирск.: Сиб. унив. изд-во, 2003. – 240 с.
10. Руководство по кардиологии: Учебное пособие в 3 т. / Под ред. Г. И. Сторожакова, А.А. Горбаченкова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. -Т.1. -672 с.
11. Богданова Л.А., Жеребкер Е.М., Косяков Н.И., Маевский Е.И. Клинический опыт применения препаратов янтарной кислоты (янтарита и митомина) // Российский биомедицинский журнал. – 2001. – Т. 1. – С.127-128.
12. Маевский Е.И., Гришина Е.В., Розенфельд А.С. Обоснование использования биологически активных добавок янтарит и митомин на основе янтарной кислоты // Российский биомедицинский журнал. – 2000. – Т. 1. – С. 25-31.



ADAPTIVE REACTIONS OF STUDENTS AT EXAM STRESS

L.K. Buslovskaya

Y.P. Ryzhkova

Belgorod State National Research University

Studencheskaja St. 14, Belgorod, 308007, Russia

E-mail: buslovskaya@bsu.edu.ru

The adaptive capabilities of students and their relationship to levels of physical health were studied. Significant stress adaptation processes were revealed, particularly at the beginning of training in high school and during examination sessions. Psychophysiological characteristics of students with stress adaptation mechanisms were given, the basic types of adaptive reactions in the exam stress and after complex correction were established.

Key words: adaptation of students, examination stress, the reaction of high activation and calm, stress-response.

УДК 579.912:636.52/58.084.542

ВЛИЯНИЕ КСАНТОФИЛЛСОДЕРЖАЩИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ДОБАВОК НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ, НАКОПЛЕНИЕ ЛЮТЕИНА И ЗЕАКСАНТИНА В ЖЕЛТКЕ ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ

**А.А. Шапошников, Л.Р. Закирова
В.И. Дейнека, С.М. Вострикова
Л.А. Дейнека, И.Е. Гай
А.М. Бронникова, И.Н. Яковлева**

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы 85
E-mail: Shaposhnikov@bsu.edu.ru*

Приведены результаты биохимического анализа крови и яиц перепелок-несушек. Обсуждены экспериментальные данные концентрации метаболитов, характеризующих белковый, углеводный, липидный и минеральный обмена; обеспеченность организма птицы витаминами под влиянием ксантофиллсодержащих добавок.

Ключевые слова: ксантофиллы, перепелки, биохимия крови и яиц перепелок.

Введение

Новое направление – пищевой дизайн (food design) ориентировано на получение экологически безопасной продукции животноводства с заданными свойствами путем целенаправленного изменения рациона кормления животных. Применительно к птицеводству известно использование специально разработанных добавок к диете с целью повышения содержания в яйцах йода, селена, ксантофиллов, антоцианов, эссенциальных жирных кислот и других биологически активных веществ (D.I. Thurnham, R.A. Bone et al, В.Л. Владимиров, А.А. Шапошников, Д.В. Дейнека и др.; Л.А. Дейнека, А.А. Шапошников, Н.А. Шаркунова и др.; Л.А. Дейнека, А.А. Шапошников, С.М. Вострикова, В.И. Дейнека). Актуальность и новизна исследования, а также результаты спектрального и хроматографического анализа различных растительных ксантофиллов и их влияние в желтке перепелиных яиц представлены и обсуждены в предшествующих публикациях «Научных Ведомостей БелГУ» (В.И. Дейнека, А.А. Шапошников, Л.А. Дейнека и др. 2010 г.).

Материал и методы

Исследования физиологической активности различных растительных каротиноидов проводили в условиях фермерского хозяйства села Нижний Ольшанец Шебекинского района Белгородской области. Все анализы были выполнены на кафедре биохимии БелГУ и исследовательской лаборатории БелГСХА.

Для опыта были отобраны перепелки кросса «Фараон (Pharaon)», одинаковые по возрасту – 165 суток и средней массе – 200 г. Птицу разделили на пять групп: первая – контрольная; вторая, третья, четвертая, пятая – опытные. В каждой группе по 21 особи (16 перепелок-несушек и 5 перепелов). Продолжительность опыта составила 43 суток: 10 суток – адаптационный; 33 – основной период. В течение адаптационного периода птица получала одинаковый корм, затем первую группу оставили в качестве контрольной. Птица опытных групп получала в составе рациона добавку А (высушенные размолотые лепестки бархатцев) содержание 12.5 ± 1.5 мг ксантофиллов на 1 г добавки. Третья группа получала добавку Б (размолотые высушенные чашечки физалиса декоративного) в дозах 0.1 мг ксантофилла на голову. Четвертая – добавку В (размолотые высушенные лепестки подсолнечника), пятая – коммерческий препарат ОРО ГЛО (табл. 1).

Основной рацион (ОР) был представлен специальным комбикормом для перепелок-несушек, сбалансированным по основным питательным, минеральным и биологически активным веществам. Потребление воды не ограничивали.



Таблица 1

Морфологические и биохимические показатели крови перепелов (n=5)

| Показатели | Группы опыта | | | | |
|-------------------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|
| | контроль (ОР) | добавка 1 | добавка 2 | добавка 4 | ОРО ГЛО |
| цельная кровь | | | | | |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 1.99 ± 0.12 | 1.91 ± 0.05 | 2.11 ± 0.08 | 2.01 ± 0.10 | 2.14 ± 0.09 |
| Гемоглобин, г/л | 129 ± 1.3 | 124 ± 2.1 | 133 ± 3.9 | 130 ± 1.8 | 136 ± 2.1 |
| сыворотка крови | | | | | |
| Общий белок, г/л | 54.1 ± 0.98 | 56.0 ± 1.33 | 53.9 ± 1.98 | 56.1 ± 2.64 | 55.8 ± 2.33 |
| Общие липиды, г/л | 7.11 ± 0.09 | 6.38 ± 1.98 | 7.15 ± 2.91 | 7.14 ± 3.68 | 7.22 ± 1.90 |
| Холестерол, ммоль/л | 1.81 ± 0.09 | 2.26 ± 0.11** | 2.38 ± 0.06*** | 2.41 ± 0.15** | 2.40 ± 0.16** |
| Кальций, ммоль/л | 2.81 ± 0.17 | 2.30 ± 0.41 | 2.19 ± 0.13 | 2.38 ± 0.09 | 2.80 ± 0.17 |
| Фосфор, ммоль/л | 2.01 ± 0.40 | 1.97 ± 0.13 | 1.79 ± 0.22 | 1.80 ± 0.31 | 1.99 ± 0.17 |
| кальций / фосфор | | | | | |
| Витамин А, мкмоль/л | 0.86 ± 0.05 | 1.13 ± 0.04*** | 1.17 ± 0.01**** | 1.03 ± 0.02* | 1.12 ± 0.06* |
| Витамин Е, мкмоль/л | 0.006 ± 0.001 | 0.011 ± 0.002* | 0.009 ± 0.001* | 0.007 ± 0.001 | 0.010 ± 0.003 |

- $p < 0.05^*$; - $p < 0.02^{**}$; - $p < 0.01^{***}$; - $p < 0.005^{****}$; - $p < 0.002^{*****}$; $p < 0.001^{*****}$

В подготовительный и основной периоды опыта ежедневно вели наблюдения за физиологическим состоянием птицы. По завершению опыта отбирали по 5 перепелок-несушек из каждой группы для проведения морфологических и биохимических анализов тканей и органов. Кровь забирали методом декапитации птицы. Часть крови стабилизировали раствором гепарина и использовали для подсчета количества эритроцитов с помощью эритрогемметра, откалиброванного для подсчета ядерных эритроцитов птиц, а также гемоглобина – колориметрическим гемоглобинцианидным методом. Концентрацию общего белка определяли колориметрически по биуретовой реакции; общих липидов – по Цолнеру и Киршу, холестерина – методом Илька; витамина А – спектрофотометрически, витамина Е – по модифицированному методу Биери; кальция – титриметрически по де Ваарду, фосфора – колориметрически по реакции с ваданат-молибденовым реактивом [9].

Для определения содержания сырого протеина в желтке и белке первоначально анализировали концентрацию общего азота методом Кьельдаля, полученные значения умножали на коэффициент 6.25 (принятый в зоотехническом анализе метод расчета сырого протеина). Каротиноиды, витамин А, витамин Е в желтке анализировали спектрофотометрически.

Результаты исследования цельной крови (см. табл. 1) не выявили статистически достоверных различий у птицы контрольной и опытных групп по концентрации эритроцитов и содержанию в них гемоглобина. Данные показатели находились в пределах физиологической нормы, что подчеркивает отсутствие влияния растительных добавок в диету перепелок на эритро- и гемопоэз. Анализ сыворотки крови также показал отсутствие различий в концентрации общего белка и общих липидов между птицами контрольной и опытных групп опыта. Отмечено повышение уровня холестерина во второй группе на 4.86 ($p < 0.02$), в третьей – на 2.52 ($p < 0.01$), в четвертой – на 6.22 ($p < 0.02$) и в пятой – на 6.66% ($p < 0.02$) по сравнению с контролем соответственно. Причину этого явления предстоит выяснить, прежде всего, за счет исследования липопротеинов различной плотности в сыворотке крови перепелок. Тем не менее, не следует расценивать повышение уровня холестерина как отрицательный факт. Холестерол необходим для синтеза стероидных половых гормонов, витамина Д, желчных кислот, кроме того он способствует росту подкожной жировой клетчатки.

Представленные результаты эксперимента характерны для перепелок данного возраста и свидетельствуют о нормальном физиолого-биохимическом состоянии организма птицы. Аналогичная тенденция отмечена и в отношении содержащихся в желтке каротиноидов и витамина Е. Их концентрация статистически достоверно выше на 77.96% во второй группе, на 88.59% – в третьей, на 96.58% – в четвертой и на 81.74% – в

пятой группах по витамину Е по сравнению с контролем соответственно. Увеличение концентрации каротиноидов в желтке статистически достоверно выше на 73.75% во второй группе, на 85.53% – в третьей, на 98.18% – в четвертой и на 76,02% – в пятой группах птиц.

Следует отметить, что использование перечисленных выше растительных добавок в диете перепелок изучается впервые и нам не представляется возможным сравнить полученные результаты с данными других авторов. Предположительно, данное обстоятельство связано с антиоксидантными свойствами ксантофиллов. На данный момент можно привести характеристику только биохимических параметров крови кур-несушек получавших разные дозы лепестков бархатцев и чашечек физалиса (исследования А.А. Шапошникова и др.). В этих исследованиях были получены аналогичные результаты: наблюдалась тенденция к увеличению витамина А и Е в сыворотке крови. Мы также наблюдали существенное и достоверное увеличение концентрации витамина А в сыворотке крови: у перепелок второй группы на ($p < 0.01$), третьей – на ($p < 0.005$), четвертой и пятой – на ($p < 0.05$) по сравнению с птицей контрольной группы соответственно. Исключение составляет некоторое отклонение от нормы кальций-фосфорного отношения, которое считается благоприятным в организме в интервале от 1.5 до 3.0. Однако, полученные в эксперименте низкие значения кальций-фосфорного отношения не отразились на прочности скорлупы перепелиных яиц.

Анализ химического состава желтка и белка перепелиных яиц также не выявил различий в содержании сухих веществ, протеина и общих липидов.

Таблица 2

Биохимические параметры перепелиных яиц (n=5)

| Показатели | группы опыта | | | | |
|----------------------|--------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | контроль | добавка А | добавка Б | добавка В | оро гло |
| Желток | | | | | |
| Сухое вещество, г/кг | 527±11.52 | 531±3.37 | 530±4.16 | 529±3.92 | 532±2.94 |
| Сырой протеин, г/кг | 151±11.17 | 157±4.24 | 153±2.94 | 150±4.97 | 153±4.24 |
| Липиды, г/кг | 280±4.24 | 279±3.37 | 284±3.92 | 280±4.24 | 283±3.16 |
| Каротиноиды, мкг/кг | 11.89±0.11 | 16.12±0.05 ***** | 13.90±0.03 ***** | 12.11±0.12 | 15.64±0.04 ***** |
| Витамин А, мкг/кг | 14.12±0.23 | 16.39±0.04 ***** | 15.00±0.02 ** | 14.62±0.07 **** | 16.05±0.05 ***** |
| Витамин Е, мкг/кг | 61.31±0.26 | 78.64±0.03 ***** | 69.20±0.10 ***** | 63.48±0.16 **** | 75.00±0.04 ***** |
| Белок | | | | | |
| Сухое вещество, г/кг | 125±3.16 | 124±3.37 | 127±3.65 | 124±3.37 | 125±3.16 |
| Сырой протеин, г/кг | 96±1.83 | 99±0.81 | 9.05±0.04 | 96±1.83 | 98±2.94 |
| pH | 9.11±0.06 | 9.07±0.03 | 9.05±0.04 | 9.10±0.05 | 9.11±0.05 |

Следует отметить, что уровень каротиноидов и витамина А в желтке был выше у птицы всех опытных групп. Так, концентрация витамина А по сравнению с птицей контрольной группы возросла перепелок второй группы возросла на 86.15% ($p < 0.01$), третьей – на 94.13% ($p < 0.02$), третьей – на 96.5% ($p < 0.02$), четвертой – на 96.58% ($p < 0.002$), пятой – на 87.97% ($p < 0.001$).

Таким образом, можно отметить улучшение биохимического статуса опытной группы перепелов.

Список литературы

1. Thurnham D.I. Macular zeaxanthins and lutein – a review of dietary sources and bioavailability and some relationships with macular pigment optical density and age-related macular disease // Nutr. Res. Rev. – 2007. – Vol.20. – P. 163-179.
2. Distribution of Lutein and Zeaxanthin Stereoisomers in the Human Retina / R.A. Bone, J.T. Landrum, L.M. Friedes et al. // Exper. Eye Res. – 1997. – Vol. 64. – P. 211-218.
3. European Patent Application EP1408737 – *Tagetes erecta* marigold with altered carotenoids compositions and ratios.

4. US Patent 7033622 – *Tagetes erecta* marigolds with altered carotenoid compositions and ratios.
5. Исследование каротиноидного состава желтка куриных яиц / В.Л. Владимиров, А.А. Шапошников, Д.В. Дейнека, С.И. Вострикова, В.И. Дейнека // Доклады РАСХН. – 2005. – №6. – С. 46-48.
6. Rodrigues-Amaya D.B. A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. ILSI Press, Washington, D.C. 63 p.
7. Пищевой дизайн: целенаправленное изменение накопления ксантофиллов в желтке куриных яиц / Л.А. Дейнека, А.А. Шапошников, Н.А. Шаркунова и др. // Белгородский агромир. – 2006. – № 6. – С. 18-19.
8. Пищевой дизайн: Исследование накопления ксантофиллов в желтке куриных яиц / Л.А. Дейнека, А.А. Шапошников, С.М. Вострикова, В.И. Дейнека // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2007. – №5 (36), вып.5. – С. 133-138.
9. Кулаченко С.П., Коган Э.С. Методические рекомендации по физиолого-биохимическим исследованиям крови сельскохозяйственных животных и птицы. – Белгород: Упрполиграфиздат, 1979. – 80 с.

BIOCHEMICAL ANALYSIS OF BLOOD AND EGGS OF QUAILS GETTING XANTOPHYLLS IN VARIOUS PLANT ADDITIONS

**A.A. Shaposhnikov, L.R. Zakirova
V.I. Deineka, S.M. Vostrikova
L.A. Deineka, I.Y. Gay
A.M. Bronnikova, I.N. Yakovleva**

*Belgorod State National Research
University*

Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: Shaposhnikov@bsu.edu.ru

The results of biochemical analysis of quails blood and eggs are given. The experimental data of metabolites concentration, characterizing metabolism of proteins, carbohydrates, fats and minerals, providing quail organism with vitamins under the influence of xanthophylls containing additions were discussed.

Key words: xanthophylls, quails, blood and quails eggs biochemistry.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МОНТМОРИЛЛОНИТ СОДЕРЖАЩИХ СОРБЕНТОВ¹

**В.Д. Буханов, А.И. Везенцев
Н.Ф. Пономарева, Л.А. Козубова
С.В. Королькова
Н.А. Воловичева, В.А. Перистый**

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет
Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы 85*

*E-mail: bukhanov@bsu.edu.ru;
vesentsev@bsu.edu.ru*

Представлены результаты экспериментальных исследований определения антибактериальной активности различных форм монтмориллонит содержащих сорбентов, полученных авторами статьи. Использование механизма их антиадгезивного действия является одним из наиболее перспективных направлений при разработке эффективных методов лечения и профилактики инфекционных заболеваний.

Ключевые слова: нативная, обогащённая монтмориллоновая глина, наноструктурные унифицированные формы сорбента, комплексные препараты, бактериальные инфекции.

Сорбенты используемые в традиционной и ветеринарной медицине предназначены для выведения из организма различные токсические вещества. Еще во времена Гиппократа активированным углем присыпали раны, применяли его внутрь. Затем об этом забыли, и только в 50-х годах XIX века начался новый виток развития этого направления. Сорбенты, применяемые для профилактики и лечения различных желудочно-кишечных заболеваний, называются энтеросорбентами (энтеро - кишечник и сорбео - поглощать). Энтеросорбенты широко применяются как в медицинской, так и в ветеринарной практике. Особенно при нарушении функции пищеварения инфекционной этиологии. Потенциально-опасные микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, локализуясь в желудочно-кишечном тракте, наносят огромный вред здоровью людей и животных. Традиционно применяемое в таких случаях специфическое лечение, основанное на применении биологически активных препаратов или химиотерапевтических средств, не всегда оправдывает себя и является крайне затратным.

В тоже время такие негативные факторы как: быстро развивающаяся резистентность возбудителей к антибактериальным соединениям, иммунодепрессивные свойства лекарственных препаратов, нарушения микроэкологии и возрастание этиологической роли условно-патогенных микроорганизмов под влиянием терапевтических средств – побуждают исследователей к поиску новых путей оптимизации лечебного процесса [1, 2].

Для решения этих проблем наиболее эффективным методом является применение натуральных энтеросорбентов, которые безопасны для организма. Они инактивируют патогенные микроорганизмы и выводят из него продукты их жизнедеятельности, а также продукты нарушенного метаболизма и токсичные соединения, полученные из внешней среды. Энтеросорбенты эффективно применяются как для лечения, так и для профилактики инфекционных желудочно-кишечных заболеваний.

1. В последнее время появились сообщения об использовании монтмориллонит содержащих глин при такого рода заболеваниях. Не хуже современных антибиотиков они справляются с болезнетворными микроорганизмами. Но, в отличие от лекарств, сама глина остается химически инертной, а, следовательно, абсолютно безвредной для организма. Лечебное действие глинистых природных материалов типа монтмориллонитов (смектитов), объясняется их сорбционно-адгезивными и ионоселективными свойствами, а также насыщенностью разнообразными химическими элементами,

¹ Научные исследования, опубликованные в этой статье, выполнены в соответствии с государственным контрактом № 16.740.11.0168 и грантом РФФИ 09-03-97545.



часть из которых находится в биологически доступной форме. Адсорбционная способность глинистого минерала обусловлена его трехслойной структурой несовершенных кристаллов типа 2:1. Связь между пакетами слаба, межпакетное расстояние велико и в него могут внедряться молекулы воды или другие полярные молекулы, а также обменные катионы и анионы [3–5].

2. Если увеличить расстояние между элементарными структурными пакетами монтмориллонита, можно существенно повысить удельную поверхность глины (до нескольких сотен м²/г) и тем самым ее адсорбционные свойства.

Группе исследователей БелГУ под руководством профессора А.И. Везенцева удалось изменить структуру глинистого минерала. В процессе комплексного переупорядочивания монтмориллонитовых глин месторождений Белгородской области, включающего: обогащение, кислотную обработку и внедрение между слоями монтмориллонита ионов металлов: Na^+ , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Li^+ , Ag^+ и K^+ – были получены новые с улучшенной адсорбционной способностью наноструктурные формы монтмориллонита. Также на основе обогащённой формы монтмориллонитовой глины доцентом БелГУ В.А. Перистым были разработаны комплексные препараты, обладающие сорбционными и антибактериальными свойствами. Один из них был получен обработкой исходного сырья параами тимола, а второй – раствором тимола.

Целью работы является изучение ингибирующей активности образцов катионзамещенных форм монтмориллонит содержащих глин и двух комплексных препаратов по отношению к некоторым видам микроорганизмов. Для выполнения поставленной цели была сформулирована задача – определить чувствительность кишечной палочки, сальмонеллы и стафилококков к разработанным сорбентам и изучить возможность перспективной унифицированной формы сорбента подавлять способность сальмонелл проявлять болезнетворные свойства.

Объектами исследования служили: нативная, обогащённая монтмориллонит содержащая глина, наноструктурные унифицированные формы сорбентов, а также комплексные препараты приготовленные на основе монтмориллонит содержащей глины.

Материал и методы исследований

Ингибирующее влияния исследуемых сорбентов и комплексных препаратов на такие микроорганизмы как: *Escherichia coli* 987 p, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus intermedius* 4432, *Staphylococcus hyicus* P2, *Staphylococcus aureus* (метициллин резистентный) определяли на мясопептонном агаре (МПА), содержащем 2 % агара. В одноразовые чашки Петри диаметром 40 мм вливали по 4 мл МПА. После его охлаждения до 45°C в него вносили необходимую навеску стерильного сорбента и взвесь исследуемых штамма бактерий из расчёта $1,5 \cdot 10^7$ КОЕ (Колониеобразующих единиц) на 1 мл МПА.

В контрольные чашки с питательной средой вносили только взвесь исследуемых микроорганизмов. Содержимое каждой чашки тщательно перемешивали стерильным шпателем. Далее чашки ставили на горизонтальную поверхность. Когда содержимое чашек становилось плотным их помещали в термостат и культивировали при температуре 37°C в течение 16-18 часов. Затем из чашек, на поверхности которых отмечался или отсутствовал рост микроорганизмов, делали смывы. В каждом случае использовали 3 мл стерильного изотонического раствора хлорида натрия. Количество микробных клеток в смывах определяли с помощью шкалы стандарта мутности McFarland. Со смывов из чашек, где отсутствовал рост бактерий, производили посевы на МПА. Результативность исследуемых сорбентов сравнивали с широко распространёнными в ветеринарной и медицинской практике препаратами (активированный уголь, неосмектин, смекта), а также с нативной и обогащённой глиной. Определение чувствительности микроорганизмов к исследуемым сорбентам проводили 3-кратно, до получения сопоставимых результатов.

Выяснение эффективности литиевой формы сорбента подавлять способность сальмонелл проявлять свои болезнетворные свойства проводили на трёх группах белых мышей (по 10 голов в каждой). Для заражения мышей на стерильном изотониче-

ском растворе хлорида натрия изготавливали соответствующие инокуляты. Первой группе приготовили стерильную суспензию сорбента в концентрации 50 мг/мл, второй – сорбента и *Salmonella enteritidis* в соответствующих концентрациях 50 мг/мл и $0.5 \cdot 10^8$ КОЕ/мл, в третьей – только взвесью сальмонелл в концентрации $0.5 \cdot 10^8$ КОЕ/мл. После тщательного суспендирования и 20-минутной экспозиции каждую суспензию фильтровали через стерильный бумажный фильтр «синяя лента». Затем мышам первой, второй и третьей групп внутрибрюшинно ввели по 0.5 мл соответствующих фильтратов.

Результаты исследований и их обсуждение

Цинковая форма (табл. 1) сорбента в концентрациях 50 и 100 мг/мл цидно действовала на сальмонелл и эшерихий. Такой же эффект отмечается и у литиевой формы сорбента, но при дозе 25 и 50 мг/мл. На стафилококки данные формы сорбента при концентрациях 25-100 мг/мл оказывали только бактериостатическое действие, так как после посева из полученных смывов всегда отмечался рост используемых стафилококков.

Таблица 1

Зависимость концентрации микроорганизмов в смывах от природы и содержания сорбента на основе монтмориллонитовой глины

| Микроорганизм | Содержание сорбента, мг/мл | Различные модификации сорбента | | | | | | | Контроль |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|--------|-----------|----------|
| | | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Zn ²⁺ | Li ⁺ | 3Ag 10 | D2Ag10T16 | |
| | | концентрация КОЕ 10 ⁸ / мл | | | | | | | |
| <i>Escherichia coli</i> 987 p | 6.25 | - | - | - | - | - | 2 | 1.5 | 39 |
| | 12.5 | - | - | - | - | 24 | 0 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | 12 | 0 | 0 | 0 | |
| | 50 | - | - | - | 1 | 0 | - | - | |
| | 100 | - | - | - | 0 | 0 | - | - | |
| | 200 | 18 | 18 | 33 | 0 | 0 | - | - | |
| <i>Salmonella dublin</i> | 3.125 | - | - | - | - | - | 3 | 2 | 12 |
| | 6.25 | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| | 12.5 | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | 9 | 9 | 0 | 0 | |
| | 50 | - | - | - | 0 | 0 | - | - | |
| | 100 | - | - | - | 0 | 0 | - | - | |
| <i>Salmonella enteritidis</i> | 3.125 | - | - | - | - | - | 6 | 1 | 22 |
| | 6.25 | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| | 12.5 | - | - | - | - | 6 | 0 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | 8 | 0 | - | - | |
| | 50 | - | - | - | 0 | 0 | - | - | |
| | 100 | 20 | 18 | 18 | 0 | 0 | - | - | |
| <i>Staphylococcus hyicus</i> p2 | 3.125 | - | - | - | - | - | 9 | 15 | 36 30 |
| | 6.25 | - | - | - | - | - | 0 | 2 | |
| | 12.5 | - | - | - | 33 | 30 | 0 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| | 50 | - | - | - | 0 | 0 | - | - | |
| | 100 | - | - | - | 0 | 0 | - | - | |
| | 200 | 33 | 30 | 45 | 0 | 0 | - | - | |
| | 3.125 | - | - | - | - | - | 18 | 20 | |
| | 6.25 | - | - | - | - | - | 2 | 1.5 | |
| | 12.5 | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | - | 21 | 0 | 0 | |
| | 50 | - | - | - | 18 | 3 | - | - | |
| | 100 | 36 | 36 | 33 | 1 | 0 | - | - | |
| | 200 | 21 | 18 | 20 | 0 | 0 | - | - | |
| | 3,125 | - | - | - | - | - | 30 | 30 | |
| | 6,25 | - | - | - | - | 22 | 2 | 3 | |
| 12,5 | - | - | - | 30 | 20 | 0 | 0 | | |

Окончание таблицы 1

| | | | | | | | | | |
|--|-----|----|----|----|----|---|---|---|----|
| <i>Staphylococcus aureus</i> , метициллин резистентный | 25 | - | - | - | 15 | 2 | 0 | 0 | 36 |
| | 50 | - | - | - | 6 | 0 | - | - | |
| | 100 | - | - | - | 0 | 0 | - | - | |
| | 200 | 39 | 33 | 33 | 0 | 0 | - | - | |

Необходимо отметить и тот факт, что калиевая, натриевая и магниевая формы сорбента, при их содержании по 200 мг/мл МПА, не подавляли рост исследуемых микроорганизмов. В то же время калиевая и натриевая формы сорбента усиливали рост *Staphylococcus intermedius* и *Salmonella dublin*. По сравнению с контролем количество микробных клеток в 1 мл смыва было соответственно больше в 1.2 и 1.3 раза. Также сорбент, содержащий натрий, увеличивал число КОЕ *Staphylococcus aureus* в 1 мл смыва в 1.1 раза, а магниевая форма – повышала этот показатель для *Staphylococcus hyicus* в 1.3 раза.

Более эффективно сдерживали рост используемых микроорганизмов серебряные формы сорбента в концентрациях 6.25-12.5 мг/мл МПА. Наличие в питательной среде любой из этих форм в количестве 12.5 мг/мл действовало на бактерии цидно.

Нативная и обогащённая формы монтмориллонитовой глины при концентрации 100 мг/мл МПА не подавляли рост исследуемых микроорганизмов, а наоборот усиливали. При этом количество микробных клеток в смывах с поверхности плотной питательной среды опытных чашек Петри было в 1.1-1.9 раза больше, чем в контрольных (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость концентрации микроорганизмов в смывах от природы и содержания сорбента на основе монтмориллонитовой глины

| Микроорганизм | Содержание сорбента, мг/мл | Сорбенты | | | | | | | Контроль |
|--|----------------------------|-------------------|-------------------|--|-----------|--------|--|------------------|----------|
| | | экспериментальные | | традиционные применяемые в медицинской и ветеринарной практике | | | комплексные препараты на основе обогащённой глины, полученные обработкой | | |
| | | нативная глина | обогащённая глина | активированный уголь | неомектин | смекта | парами тимола | раствором тимола | |
| количество КОЕ · 10 ⁸ /мл | | | | | | | | | |
| <i>Escherichia coli</i> 987 p | 6.25 | - | - | - | - | - | 22 | 4 | 39 |
| | 12.5 | - | - | - | - | - | 20 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | - | - | 19 | 0 | |
| | 100 | 2 | 5 | 45 | 45 | 45 | - | - | |
| <i>Salmonella enteritidis</i> | 6.25 | - | - | - | - | - | 4 | 3 | 22 |
| | 12.5 | - | - | - | - | - | 7 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| | 100 | 45 | 24 | 42 | 42 | 39 | - | - | |
| <i>Staphylococcus hyicus</i> p2 | 6.25 | - | - | - | - | - | 5 | 1 | 36 |
| | 12.5 | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| | 100 | 45 | 45 | 42 | 45 | 26 | - | - | |
| <i>Staphylococcus intermedius</i> 4432 | 3.125 | - | - | - | - | - | - | 4 | 30 |
| | 6.25 | - | - | - | - | - | 4 | 0 | |
| | 12.5 | - | - | - | - | - | 7 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | - | - | 4 | 0 | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> , метициллин резистентный | 6.25 | - | - | - | - | - | 23 | 1 | 36 |
| | 12.5 | - | - | - | - | - | 26 | 0 | |
| | 25 | - | - | - | - | - | 21 | 0 | |
| | 100 | 45 | 45 | 45 | 45 | 19 | - | - | |

Сорбенты, применяемые в ветеринарной и медицинской практике, при концентрации 100 мг/мл МПА не подавляли рост и развитие исследуемых штаммов микроорганизмов. Вместо торможения их роста и развития они наоборот стимулировали

их размножение. Менее результативными оказались активированный уголь и неосмектин, количество выросших на МПА микробных клеток в 1 мл смыва, по сравнению с контролем, где сорбент отсутствовал, была выше в 1.2-4.7 раза.

Комбинации обогащённой глины, обработанной парами тимола и раствором тимола, существенно отличались своей антибактериальной активностью. Так, например, сочетание обогащённой глины с раствором тимола угнетало рост микроорганизмов при содержании препарат 6.25-12.5 мг/мл. Механизм цидного действия этого препарата по отношению к кишечной палочке и стафилококкам регистрировался при концентрации 25 мг/мл питательной среды. В то время как комбинация из обогащённой глины и адсорбированных ею паров тимола в большинстве случаев не оказывала такого же действия при концентрации препарата 25 мг/мл МПА. Этот факт даёт основание полагать о низком уровне тимола в данном препарате.

Руководствуясь полученными результатами, следует отметить идентичную эффективность серебряной формы сорбента и сочетания обогащённой глины с раствором тимолом. Но если учитывать условия современных рыночных отношений, то себестоимость комплексного препарата гораздо ниже, чем вышеуказанной серебряной формы сорбента. Поэтому разработанный комплексный препарат может найти широкое применение в сельскохозяйственном производстве.

В опыте по выяснению эффективности литиевой формы сорбента подавлять способность сальмонелл проявлять болезнетворные свойства за период 10-дневного клинического наблюдения, после внутрибрюшинного введения белым мышам первой группы профильтрованной суспензии исследуемого сорбента, падежа, угнетённого состояния и других отклонений в состоянии их здоровья не отмечалось (табл. 3).

Таблица 3

Влияние литиевой формы сорбента на способность *Salmonella enteritidis* вызывать заболевание и гибель белых мышей

| Группа, голов | Состав инокулята | Кратность и способ введения, доза | Пало мышей, голов | | | | | | | | | | Выжило | | Суммарная процентность дожительности, суток | Критерий достоверности, Р | |
|---------------|---|--|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|----|---|---------------------------|-------|
| | | | Сутки | | | | | | | | | | Голов | % | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | |
| I 10 | Суспензия сорбента в концентрации 50 мг/мл физ. ра-ра | Однократно в/б, 0,5 мл | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 100 | 100 | <0,01 |
| II 10 | Суспензия сорбента в концентрации 50 мг/мл физ. ра-ра + <i>S. enteritidis</i> | Однократно В/б, 0,5 мл 1,5·10 ⁸ КОЕ | 1 | - | - | - | 3 | - | - | 2 | 1 | 1 | 2 | 20 | 71 | <0,01 | |
| III 10 | Взвесь культуры <i>S. enteritidis</i> | Однократно в/б, 0,5 мл 1,5·10 ⁸ КОЕ | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 0 | 0 | 28 | | |

В связи с этим нельзя не заметить тот факт, что введение мышам в брюшную полость профильтрованной суспензии экспериментального препарата не способствовало раздражению и воспалению брюшины и серозных оболочек. По истечении 10 суток, во время вскрытия мышей данной группы, в брюшной полости отсутствовали признаки воспаления.



Во второй и третьей группах наблюдалась гибель мышей. Тем не менее, суммарная продолжительность жизни мышей второй группы в 2,5 раза была выше, чем в третьей. Приведенные в таблице результаты исследований достоверно свидетельствуют о снижении клинического проявления сальмонеллёза среди белых мышей второй группы. Отмеченное снижение заболеваемости обуславливается способностью экспериментального препарата препятствовать адгезии возбудителя сальмонеллёза на эпителиальных клетках брюшной полости мышей, что в свою очередь сдерживает их дальнейшее размножение.

У павших мышей во время их вскрытия обнаруживались патологоанатомические изменения характерные для сальмонеллёза. Произведённые посевы на среду Эндо и висмут-сульфат агар из селезёнки павших мышей во всех случаях подтверждали сальмонеллёз.

Выводы

1. Серебряная, литиевая и цинковая формы сорбента, приготовленные на основе монтмориллонит содержащей глины в соответствующих концентрациях 12,5; 25-50 и 50-100 мг/мл МПА цидно действуют на эшерихий и сальмонелл. Сочетание обогащённой глины с раствором тимола в концентрации 25 мг/мл питательной среды влияет бактерицидно по отношению к кишечной палочке и стафилококкам. Калиевая, натриевая и магниевая формы сорбента, а также активированный уголь, неосмектин и смекта при концентрации 100 и более мг/мл МПА не подавляют рост и развитие эшерихий сальмонелл и стафилококков.

2. Установлено, что разработанная литиевая форма монтмориллонитовой глины не вызывает воспаления и раздражения брюшины и серозных оболочек у белых мышей. В высокодисперсном состоянии сорбент легко адсорбируется на поверхности фимбрий и клеточной стенке сальмонелл, образуя конгломерат – «сорбент-микроорганизм», препятствующий её адгезии на эпителиальных клетках брюшины мышей, что в свою очередь сдерживает их дальнейшее размножение.

3. Создание препаратов антиадгезивного действия является одним из наиболее перспективных направлений при разработке эффективных методов лечения и профилактики инфекционных заболеваний. Антиадгезивное действие не синонимично понятию бактерицидность и нарушать адгезию микроорганизмов могут соединения, не обладающие антибактериальным действием в низких концентрациях. Примером таких веществ могут служить глины на основе монтмориллонита

4. Разработанные формы сорбента могут быть использованы при профилактике расстройств функции пищеварения и лечении животных, страдающих гастроэнтеритами инфекционной этиологии, это позволит снизить всасывание бактериальных токсинов, а также продуктов гнилостного распада содержимого кишечника, что в значительной мере ускорит процесс выздоровления больных животных, а также снизит их заболеваемость. Внедрение в практику перспективных монтмориллонитсодержащих сорбентов решит проблему производства экологически безопасной и биологически полноценной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем.

Список литературы

1. Любарский М.С., Летягин А.Ю., Габитов В.Х. Сочетанная лимфотропная и сорбционная терапия гнойных ран. - Бишкек - Новосибирск: «Илим», 1995. - 134 с
2. Семченко Л.Ю., Полуэктов В.Л., Степанов С.С. и др. Обоснование местного применения сорбционно-детоксикационной терапии при послеоперационных гнойно-септических осложнениях у больных колоректальным раком // Бюллетень СО РАМН. – 2002. - № 2. - С. 101 – 104.
3. Буханов В.Д., Скворцов В.Н., Везенцев А.И., Козубова Л.А., Королькова С.В., Воловичева Н.А. Химический состав и сорбционные свойства препаратов «Экос» и «Экос-О» Актуальные проблемы болезней обмена веществ у сельскохозяйственных животных в современных условиях // Материалы международной научно-практической конференции посвящённой 40-летию ГНУ ВНИВИПФиТ / Воронеж, 2010. – С. 64-68.

4. Везенцев А.И., Королькова С.В., Буханов В.Д. Текстурные характеристики и сорбционные свойства природной и магний-замещённой монтмориллонитсодержащей глины // Научные ведомости БелГУ. Серия естественные науки. – № 9 (80), 2010. – Выпуск 11. – С. 119-123.

5. Гроссер А.В., Матело С.К., Купец Т.В. Антиадгезивное действие средств гигиены как способ профилактики стоматологических заболеваний. (Электронный вариант <http://www.gradusnik.ru/rus/doctor/stomat/stomgig/>)

ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF SORBENTS CONTAINING MONTMORILLONIT

V.D. Bukhanov, A.I. Vezentsev
N.F. Ponomareva, L.A. Kozubova
S.V. Korolkova, N.A. Volovicheva
V.A. Peristy

*Belgorod State National Research
University,
Pobedy St. 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: ncpvbl@gmail.com*

The results of experimental studies determining the antibacterial activity of various forms of sorbents containing montmorillonite obtained by the authors of the article are presented. Using the mechanism of their anti-adhesive action is one of the most promising directions in the development of effective treatments and prevention of infectious diseases.

Key words: nativeenriched with montmorillonite clay, unified forms of nanostructured unified forms of sorbent, complex preparations, bacterial infections.



ОБЗОР ДАННЫХ О МЕХАНИЗМАХ ВЛИЯНИЯ ГИДРАТИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Т.О. Волкова¹

С.В. Ширинкин²

А.А. Шапошников²

¹ Петрозаводский
государственный университет
Россия, 185640, г. Петрозаводск,
пр. Ленина 33

² Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы 85

E-mail: shirinkin_sv@mail.ru

Фуллерены (C_{60}) – группа специфических молекул, размером 0,3-0,8 нм, состоящих только из атомов углерода. Широкий спектр их биологических эффектов с одной стороны и неспособность ими преодолеть клеточные мембраны с другой, ставят вопрос о мессенджере эффектов C_{60} . Наиболее вероятным посредником может быть мелатонин, нормализация выработки которого осуществляется за счет восстановления фуллеренами чувствительности данных клеток к факторам физической природы сверх низкой интенсивности, через коррекцию внутриклеточного уровня активных форм кислорода на уровне гелевых – зольных переходов.

Ключевые слова: фуллерены, мелатонин, мессенджеры.

Синтез и изучение препаратов нанотехнологии в XXI столетии приобретает актуальность из-за высокого уровня заболеваемости, инвалидности и смертности от сердечно-сосудистой патологии, болезней органов дыхания, онкозаболеваний и многих других недугов [1].

Одним из направлений нанотехнологий в медицине является применение фуллеренов (C_{60}) – группы специфических молекул, размером 0,3-0,8 нм, состоящих только из атомов углерода, которые образуют каркас из 12 пятиугольников и нескольких шестиугольников. Своим названием эти соединения обязаны инженеру и дизайнеру Р. Бакминстеру Фуллеру, чьи геодезические конструкции построены по этому принципу. Впервые фуллерены были синтезированы в 1985 г. 1992 г., их обнаружили в древних пластах земной коры, шунгите. Открытие фуллеренов удостоено Нобелевской премии по химии за 1997 г. и стало одним из ярких научных достижений конца XX века. Наиболее полно изучен представитель семейства фуллеренов – фуллерен-60 (C_{60}). Известны также фуллерены C_{70} и C_{84} [2, 3, 4].

Долгое время клинические эффекты чистых фуллеренов связывали с их прямым влиянием на биологические мишени, экстраполируя на C_{60} данные свойств фуллеренов, несущих дополнительные химические соединения. В качестве мишеней для чистых фуллеренов, впрочем, как и для модифицированных, рассматривались энергетические системы нейронов, эндотелий сосудов мозга, ДНК, клеточные мембраны и т. д. [2, 5-9]. Однако, результаты последних исследований, касающихся «мембранотропных» свойств чистых гидратированных фуллеренов, требуют пересмотра представлений о механизме действия данных соединений, прежде всего из-за неспособности C_{60} проникать через клеточные мембраны, в том числе и желудочно-кишечного тракта, что показано в работе Tighe A. Spurlin [10].

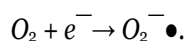
Андриевский Г.В. и соавт., являющиеся разработчиками раствора гидратированных фуллеренов (HyFn), основные эффекты этих соединений, наблюдаемые *in vitro* и *in vivo*, связывают не с их непосредственным участием в тех или иных химических реакциях, а с изменением структурной организации вне- и внутриклеточной воды за счет собственных водных оболочек. Таким образом, в качестве своеобразного мессенджера выступают водные структуры [2, 11].

Действительно, в результате многочисленных исследований было установлено, что фуллерены, встроенные в структуры воды, за счет последних, способны сильно влиять на соседствующую объемную воду, упорядочивая ее структуру в особый сфериче-

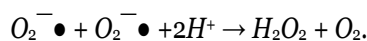
ский кластер. С использованием широкого набора физико-химических методов были получены данные, на основании которых сделан вывод, что основным механизмом стабилизации фуллеренов в водных растворах является образование супрамолекулярного комплекса типа $C_{60}\{H_2O\}_n$. В комплексе молекула фуллерена окружена сферическими слоями взаимодействующих друг с другом молекул воды [5, 11].

По гипотезе Андриевского Г.В., именно такой структурой объясняется, в частности, уникальная антиоксидантная активность *HuFn*. Согласно его модели, однотипные свободные радикалы адсорбируются и концентрируются в одном упорядоченном слое гидратной оболочки. В этом месте высока вероятность взаимной рекомбинации (диспропорционирования) свободных радикалов с последующим образованием нейтральных молекул. Из приведенной схемы следует, что такая водно-фуллереновая система является одновременно матрицей для синтеза и наработки более сложных молекул, и своеобразным «протектором» от радикального распада тех молекул, которые синтезировались в ее присутствии [2, 11].

С другой стороны, механизм Андриевского Г.В. предполагает, что гидратированные фуллерены могут выступать не только как возможные катализаторы рекомбинации однотипных радикалов, но и как прооксиданты – генераторы активных форм кислорода. То, что активные формы кислорода образуются при освещении растворов фуллеренов как УФ-, так и видимым светом, было показано в целом ряде работ. Однако, в отличие от большинства веществ, называемых фотодинамическими красителями, которые при освещении генерируют синглетный кислород (электронно-возбужденная форма кислорода, мощный окислитель) [12], оказалось, что при фотовозбуждении фуллеренов в воде генерируются супероксид-анион радикал ($O_2^- \bullet$) и, возможно, гидроксил-радикал ($\bullet OH$) [13]. В присутствии доноров электронов, например, *NADH* или восстановленного глутатиона, их продукция резко возрастает. Супероксидный радикал может появляться только при восстановлении молекулярного кислорода, следовательно, фуллерены способствуют его потреблению в воде:



Как оказалось, фуллерены осуществляют и катализ дисмутации супероксидных радикалов:



Действительно, есть сообщения о том, что в присутствии некоторых водорастворимых производных фуллеренов в среде образуется перекись водорода [14], однако, поскольку она, видимо, не накапливается, то процесс восстановления может идти дальше. Конечным продуктом полного восстановления кислорода является вода. Процесс такого одноэлектронного восстановления кислорода, по существу, представляет собой процесс горения [15]. Промежуточные продукты на пути этого процесса – сильные окислители. Весьма вероятно, что устранение в присутствии гидратированных фуллеренов разнообразных свободных радикалов и других недоокисленных продуктов (перекисей, ненасыщенных липидов, белков, конъюгированных диенов) обеспечивается, главным образом, не тем, что фуллерены являются «губкой» для свободных радикалов, а тем, что в присутствии фуллеренов происходит «дожигание» этих недоокисленных продуктов метаболизма.

Следствием прямого восстановления кислорода является освобождение по ходу этого процесса энергии высокого качества – энергии электронного возбуждения. Эта энергия может использоваться как для осуществления тех реакций, которые без нее не протекают, так и для организации и ритмичного протекания других процессов [16, 17]. Таким образом, фуллерены могут выступать в роли организаторов разнообразных реакций и процессов, которые без них протекают менее эффективно.

Изложенные факты справедливы для тканей, находящихся в непосредственном контакте с водными оболочками фуллеренов (слизистая желудочно-кишечного тракта, дыхательных путей, кожа). Поэтому связывать наблюдаемые нейропротекторные эффекты в структурах головного мозга с транзитным прохождением фуллеренов по кишечному тракту [5] не представляется возможным по двум причинам. Во-первых, нет доказательств того, что «волна» структуризации вне- и внутриклеточной воды способна



распространяться на расстояние, исчисляемое миллиардами клеток, а именно такая идея лежит в основе гипотезы Андриевского Г.В. об организме, как о «жидком кристалле» [2, 11]. Во-вторых, мембранные белки-переносчики воды, аквапорины, исключают возможность переноса через мембраны целых водных кластеров, которые в дальнейшем могли бы достигать отдаленных участков организма по кровеносной системе. В связи с этим, требуются уточнения механизма действия подобных наноструктур на человеческий организм, поиск адекватных мессенджеров. Анализ многочисленных эффектов гидратированных фуллеренов позволяет сделать вывод о том, что в роли наиболее вероятного посредника со схожим набором биологических эффектов (табл.1) может выступить мелатонин - гормон, вырабатываемый эпифизом и определенными клетками АПУД-системы из предшественника N-ацетилсеротонина. [35].

Таблица 1
Совпадение биологических эффектов фуллеренов и мелатонина

| Эффект/Вещество | Фуллерены | Мелатонин |
|---------------------------|-----------|--------------|
| 1. Адаптогенный | [2] | [25, 26] |
| 2. Снотворный | ? | [27, 28, 29] |
| 3. Антидепрессивный | [18] | [30] |
| 4. Анальгетический | [2] | [31] |
| 5. Иммуностимулирующий | ? | [32] |
| 6. Антиаллергический | [19,20] | [32] |
| 7. Ноотропный | [8] | [33] |
| 8. Антиишемический | [21] | [34] |
| 9. Антиоксидантный | [2] | [33, 35] |
| 10. Противовоспалительный | [22] | [32] |
| 11. Неропротекторный | [5] | [33] |
| 12. Онкопротекторный | [2] | [35, 36] |
| 13. Гипотензивный | [21] | [34, 37] |
| 14. Антиасклеротический | [21] | [34] |
| 15. Антибактериальный | [23] | [38] |
| 16. Противовирусный | [23] | ? |
| 17. Спазмолитический | [21] | ? |
| 18. Бронхолитический | [24] | ? |
| 19. Торможение старения | [2] | [39] |

Примечание: цифрами указаны литературные источники

клетках: эозинофильных лейкоцитах, тромбоцитах, эндотелиоцитах, тучных клетках и естественных киллерах [35]. Проведенный математический анализ позволяет считать, что общее количество энтерохромаффинных клеток на всем протяжении кишечника значительно больше, чем возможное число мелатонин-продуцирующих клеток в пинеальной железе. Желудочно-кишечный тракт птиц и млекопитающих содержит, по крайней мере, в 400 раз больше мелатонина, чем пинеальная железа. Эти данные, а так же тот факт, что в энтерохромаффинных клетках содержится около 95% всего эндогенного серотонина, главного предшественника мелатонина, позволяет рассматривать энтерохромаффинные клетки в качестве основного источника мелатонина в организме человека и животных [35, 40, 41].

Длительное время считалось, что отсутствие света является основным фактором, стимулирующим выработку мелатонина клетками эпифиза, за что гормон и назвали «гормоном ночи» (его концентрация в ночное время составляет у здоровых лиц от 40 до 160 нг./л.). В исследованиях было показано, что на свету синтетические и секреторные процессы в эпифизе подавляются [42], так как свет ингибирует выброс норадреналина симпатическими окончаниями [43]. Однако, исключение визуальной информации (например, слепота или другие условия) почти не нарушало 24-часового ритма секреции мелатонина [44]. При попытке навязать укороченный или удлинненный ритм организм, как правило, вырывается из него и возвращается к характерной циркадной частоте [45]. Как оказалось в дальнейшем, на выработку мелатонина сильное влияние оказывают электромагнит-

Исключения, касающиеся бронхолитического, противовирусного и иммуностимулирующего эффектов, могут быть обусловлены отсутствием проведенных в этих направлениях исследований.

В настоящее время установлено, что эпифиз не является единственным органом, способным синтезировать мелатонин. Экстрапинеальный мелатонин широко распространен в организме человека и животных. Клетки, продуцирующие его, обнаружены в желудочно-кишечном тракте, дыхательных путях, поджелудочной железе, надпочечниках, щитовидной железе, тимусе, мозжечке, мочеполовой системе, плаценте и других органах [35]. Кроме того, обнаружен активный синтез мелатонина в неэндокринных

ные поля. Известно, что живые организмы воспринимают магнитные, электрические и радиационные поля, сила которых имеет тот же порядок, что и соответствующие поля Земли, и максимально воспринимают такие изменения силы и направленности векторов, условия которых близки к нормальным параметрам данных полей. Горизонтальный вектор земного магнитного поля имеет четко выраженные суточные колебания [45]. Показано, что на уровень мелатонина в крови влияют электромагнитные поля [37], причем, чем интенсивнее изменения электромагнитного поля Земли, тем более выражено подавление продукции мелатонина. Искусственные электромагнитные поля также подавляют продукцию мелатонина [45]. Подобный эффект может объясняться, как наложениями на внутренние электромагнитные поля внешних волн диапазона 1 ГГц (сбой работы в условиях электромагнитного смога), источниками которых являются сотовые телефоны, линии электромагнитных передач, компьютеры, телевизоры и другие электроприборы, так и эффектом «лембовского сдвига» -энергетических уровней электронов в атоме водорода, что вносит дисимметрию в структуры биомолекул и воды, обуславливая энергетический перепад и изменение параметров биохимических реакций и электромагнитного поля на клеточном уровне, приводя, таким образом, к угнетению синтетических процессов [19, 46, 47].

Восстановление вне- и внутриклеточных водных структур клеток, вырабатывающих мелатонин, за счет упорядоченных водных оболочек фуллеренов при их непосредственном контакте, вероятно, приводит к восстановлению параметров внутренних электромагнитных полей, уровня активных форм кислорода и ритма золь-гель переходов в ядре и цитоплазме. Подобные изменения реализуются в способности данных клеток реагировать на изменения электромагнитного поля Земли.

Эти представления находят свое подтверждение в том, что между пограничной и объемной водой всегда существует разность потенциалов, которая может достигать 150 мВ, причем пограничная вода заряжена относительно объемной отрицательно. Ее отрицательный заряд обусловлен выталкиванием протонов, которые концентрируются в объемной воде вблизи слоя пограничной воды. Между электродами, помещенными в обе среды, течет хотя и слабый, но не затухающий ток. Это значит, что пограничная вода, создаваемая гидратированными фуллеренами, является источником электронов и сама способна формировать электромагнитные поля [48].

Кроме того, в результате исследований, проведенных в лаборатории хронобиологии НИИ физики Ростовского государственного университета, было показано, что в экспериментальных исследованиях ритмов золь-гель фазовых переходов в компартаментах одиночной клетки получены факты в пользу гипотезы о физической природе сигналов синхронизации этих ритмов. Генерация акустических и электромагнитных волн при фазовом переходе первого рода золь в гель может объяснить многие гидродинамические эффекты цитоэтологии и межклеточных взаимодействий. В свою очередь, восприятие слабых информационных сигналов физической природы, закрепленных в онтогенезе и в филогенезе как биологически значимых, обеспечивается соответствующей морфологической структурой с переходом геля в золь как универсального акцептора любых физических воздействий при тепловой диссипации поглощенной энергии [38, 49].

Ритмы золь-гель переходов в ядре и в цитоплазме клетки различаются по спектру, условиям синхронизации, возникновению солитонов и кластерной структуры воды. Их параметры зависят от биохимического и микроэлементного состава, а так же от активных форм кислорода, на уровень которых непосредственно влияют водные структуры гидратированных фуллеренов [2, 38].

Таким образом, исходя из вышепредставленных данных, механизм действия гидратированных фуллеренов может быть представлен следующим образом: гидратные оболочки фуллеренов при контакте с мембраной мелатонинпродуцирующей клетки восстанавливают нормальное кластерное состояние внутриклеточной воды и, как следствие, электромагнитное поле, корректируют уровень активных форм кислорода, что нормализует ритм золь-гель переходов на уровне цитоплазмы и ядра клетки, универсальных акцепторов любых физических воздействий, в том числе и колебаний электромагнитных полей Земли сверх низкой интенсивности. Восстановленный подобным



образом циркадный ритм синтеза мелатонина реализуется на уровне целого организма в виде эффектов представленных в таблице.

Проведение дополнительных исследований в этом направлении позволит уточнить молекулярный механизм действия гидратированных фуллеренов, а в отношении мелатонина - детализировать спектр его биологических эффектов.

Список литературы

1. Peter E. Cohan Technology and Value Creation in Combinatorial Materials Science. COMB! – The 4th Annual International Symposium on Combinatorial Approaches for New Materials Discovery. – San Diego, CA USA, 2001. – 231 p.
2. Андриевский Г.В., Ключков В.К., Деревянченко Л.И. Токсична ли молекула фуллерена C₆₀?, или к вопросу: «какой свет будет дан фуллереновым нанотехнологиям – красный или все-таки зеленый?». – Институт терапии АМН Украины, 2004. – С. 1-6.
3. Калинин Ю.К. Экологический потенциал шунгита. Шунгиты и безопасность жизнедеятельности человека. - Материалы первой всероссийской научно-практической конференции (3-5 октября 2006 г.). – Петрозаводск, 2007. – С. 5-10.
4. Соколов В.И., Станкевич И.В. Фуллерены - новые аллотропные формы углерода: структура, электронное строение и химические свойства // Успехи химии. – 1993. – Т. 62, вып. 5. – С. 455.
5. Tikhomirov A.A., Andrievsky G.V. Chronic alcoholization-induced damage to astroglia and intensification of lipid peroxidation in the rat brain protector effect of hydrated form of fullerene C₆₀ // Neurophysiology. – 2007. – Vol. 39, №2. – P. 119-125.
6. Lai Y.L., Murugan P., Hwang K.C. Fullerene derivative attenuates ischemia-reperfusion-induced lung injury // Life Sc. – 2003. – Vol. 72, № 11. – P. 1271-1278.
7. Онищенко Е.Н. Фуллерены как антиоксиданты // Бюллетень ПерсТ. – 2002. - Т. 22. – С. 1-3.
8. Ширинкин С.В. Медицинские нанотехнологии. Использование природных фуллеренов при патологии памяти, внимания и реакций // Мир психологии. – 2007. – Т.3, вып. 51. – С. 170-174.
9. Запороцкая И.В., Чернозатонский Л.А. Исследование механизма положительного влияния фуллерена на процессы восстановления пространственной памяти // Вестник новых медицинских технологий. – 2005. – Вып. 2. – С. 117-119.
10. Tighe A. Spurlin, Andrew A. Gewirth. Effect of C₆₀ on supported lipid bilayers // Nanoletters. – 2007. – Vol. 7, № 2. – P. 531-535.
11. Андриевский Г.В. Универсальная биологическая активность гидратированного фуллерена и его наноструктур, как ключ к пониманию закономерностей действия сверхмалых доз. «Механизмы действия сверхмалых доз». Тез. докл. 4 международн. симп. 28-29 октября 2008. – М., 2008. – С. 6-7.
12. Andrievsky G.V., Klochkov V.K., Bolbukh T.V., Dovbeshko G.I. Comparative analysis of two aqueous-colloidal solutions of C₆₀ fullerene with help of FT-IR Reflectance and UV-VIS spectroscopy // Chem. Phys. Letters. – 2002. – № 364. – P. 8-17.
13. Yamakoshi Y., Umezawa N., Ryu A., Arakane K., Miyata N., Goda Y., Masumizu T., Nagano T. Active oxygen species generated from photoexcited fullerene (C₆₀) as potential medicines: O₂^{•-} versus 'O₂// J. Am. Chem. Soc. – 2003. – Vol. 125, № 42. – P. 12803-12809.
14. Wolff D.J., Mialkowski K., Richardson C.F., Wilson S.R. C₆₀-Fullerene monomalonate adducts selectively inactivate neuronal nitric oxide synthase by uncoupling the formation of reactive oxygen intermediates from nitric oxide production // Biochemistry. – 2001. – Vol. 40, № 1. – P. 37-45.
15. Voeikov V.L. Biological significance of active oxygen-dependent processes in aqueous systems. In: Water and the Cell. (G. Pollack, I. Cameron and D. Wheatley, eds.). – The Netherlands: Springer Press, 2006. – 285-298 p.
16. Воейков В.Л. Вода – основа живого состояния и жизненных функций. Тез. докл. 4-го Международн. симп. «Механизмы действия сверхмалых доз». 28-29 октября 2008. – М., 2008. – С. 23-24.
17. Влияние гидратированных фуллеренов в сверхмалых дозах на щелочную фосфатазу и пероксидазу in vitro. До Минь Ха, Виленская Н.Д., Малышенко С.И. и др. Тез. докл. 4-го Международн. симп. «Механизмы действия сверхмалых доз». 28-29 октября 2008. – М., 2008. – С. 34-35.
18. Голофеевский В.Ю., Никитина В.Н., Калинина В.И., Ващенко В.В., Дыдышко В. Т. Оценка эффективности лечения сердечно-сосудистых больных в условиях больничной палаты

с магнизиально-шунгитовым покрытием. Шунгиты и безопасность жизнедеятельности человека. - Материалы первой всероссийск. научн.-практ. конф. (3-5 октября 2006 г.). - Петрозаводск, 2007. - С. 41-45.

19. Хадарцев А.А., Туктамышев И.Ш. Шунгит в медицине. - Тула, 2005. - 3 -11 с.
20. John J. Ryan, Henry R. Bateman, Alex Stover, Greg Gomez, Sarah K. Norton, We Zhao, Lawrence B. Schwartz, Robert Lenk, Christopher L. Kepley. Fullerene Nanomaterials Inhibit the Allergic Response // *The Journal of Immunology*. - 2007. - № 179. - P. 665-672.
21. Сыренский А.В., Галагудза М.М., Егорова Е.И. Предпосылки к изучению сердечно-сосудистых эффектов производных фуллерена // *Артериальная гипертензия*. - 2004. - Т. 10, вып.3. - С.1-7.
22. Baierl T., Seidel A. In vitro effects of fullerene C60 and fullerene black on immunofunctions of macrophages // *Full. Sci. Technol.* - 1996. - №4. - P. 1073-1085.
23. Пиотровский Л.Б., Киселев О.И. На пути к наномедицине. Фуллерены в биологии. - Северо-западное отделение Российской академии наук. - С-Пб: «Росток», 2006. - С. 257-258.
24. Ширинкин С.В. Применение шунгитового фуллереноподобного углерода в терапии бронхообструктивного синдрома. Шунгиты и безопасность жизнедеятельности человека. Материалы первой всероссийск. научн.-практ. конф. (3-5 октября 2006 г.). - Петрозаводск, 2007. - С. 88-94.
25. Арушальян Э.Б. Антистрессорные возможности эпифизарного мелатонина // *Мелатонин в норме и патологии*. - М.: Медпрактика, 2004. - 198-222 с.
26. Батурин В.А., Арушипян Э.Б. Особенности синхронизирующего действия мелатонина на динамику циркадианной подвижности крыс // *Журн. высш. нервн. деят.* - 1990. - Т. 40, вып. 40. - С. 681-687.
27. Яхно П.Н. Отчет о клинической эффективности препарата мелаксен фирмы «Юнифарм», при лечении инсомний // *Лечащий врач*. - 1999. - 3-5 с.
28. Lieberman H.R., Lea A.E. Melatonin: effect on sleep and behavior in man. In: *Melatonin. Clinical Perspectives* // Oxford Univ. Press. - 1988. - 118-127 p.
29. Ковалевзон В.М., Вейн А.М. Мелатонин и сон // *Мелатонин в норме и патологии*. - М.: Медпрактика, 2004. - 182-197 с.
30. Арушальян Э.Б., Батурин В.А. Депрессия, антидепрессанты и биологические часы // *Журн. невропатол. и психиатрии*. - 1995. - Т. 95, вып.3. - С. 85-89.
31. Левин Я.Н. Мелатонин (мелаксен) в терапии инсомний // *РМЖ*. - 2005. - Вып. 7. - С. 1-3.
32. Арушипян Э.Б., Бейер Э.В. Иммунотропные свойства эпифизарного мелатонина // *Экспер. и клин. фармакол.* - 2002. - Т. 65, вып. 5. - С.73-80.
33. Арушальян Э.Б. Гормон эпифиза мелатонин - новое ноотропное средство? // *Экспер. и клин. фармакол.* - 2005. - Т. 68, вып.3. - С. 74-79.
34. Кветная Т.В. Мелатонин: роль и значение в возрастной патологии. - Под ред. Хавинсона В.Х. - СПб.: ВмедА, 2003. - 81 с.
35. Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Малиновская Н.К., Анисимов В.Н. Эпифиз - орган-мишень биотропного действия естественных магнитных волн. Мелатонин в норме и патологии. - М.: Медпрактика, 2004. - 308 с.
36. Barisch C., Bartsch H. Significance of melatonin in malignant diseases // *Wien. Klin. Wochenschr.* - 1997. - № 109. - P. 722-729.
37. Рапопорт С.П., Шаталова А.М. Мелатонин и регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы // *Клин. мед.* - 2001. - Т. 79, вып. 6. - С. 4-7.
38. Рапопорт С.И. Отчет о научно-исследовательской работе Проблемной комиссии РАМН по хронобиологии и хропомедицине. - М., 2006. - 3-7 с.
39. Reiser R.J. The pineal gland and melatonin in relation to aging: A summary of the theories and the data // *Exp. Gerontol.* - 1995. - Vol. 30, №199. - P. 212.
40. Осадчук М.А., Киричук В.Ф., Кветной И.М. Диффузная нейроэндокринная система: общепатологические и гастроэнтерологические аспекты. - Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 1996. - 128 с.
41. Райхлин Н. Т., Кветной И.М. Диффузная эндокринная система (АПУД-система). - М.: Медицина, 1992. - 5-24 с.
42. Кандрор В.И. Руководство по клинической эндокринологии. - СПб, 1996. - С. 388-394.
43. Теппермен Дж., Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. - М.: Медицина, 1989. - 64 с.
44. Мур Р.И. Репродуктивная эндокринология. - М.: Медицина, 1998. - Т. 1. - С. 16-52.
45. Браун Ф. Сравнительная физиология животных. - М.: Медицина, 1977. - Т. 2. - С. 210-260.



46. Григорьев Ю.Г. Радиационная биология // Радиоэкология. – 2001. – Т. 41, вып. 5. – С. 500-513.

47. Куротченко С.П., Субботина Т.Н., Туктамышев И.И., Туктамышев И.Ш., Яшин А.А. Влияние аппаратуры сотовой связи на жизненные функции организма при экранировании минералом шунгити // Вестник новых медицинских технологий. – 2004. – Т. 11, вып. 4. – С. 137.

48. Zheng J.M., Pollack G.H. Long-range forces extending from polymer-gel surfaces // Phys. Rev. E. Stat. Nonlin Soft. Matter. Phys. – 2003. – Vol. 68, № 3. – P. 11.

49. Бурлакова Е.Б., Конрадов А.А., Мальцева Е.Л. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивных физических факторов. «Механизмы действия сверхмалых доз». Тез. докл. 4-го Международн. симп. «Механизмы действия сверхмалых доз». 28-29 октября 2008. – М., 2008. – С. 12.

REVIEW OF DATA ABOUT MECHANISM OF INFLUENCE OF HYDRATED FULLERENE UPON BIOLOGICAL SYSTEMS

T.O. Volkova¹

S.V. Shirinkin²

A.A. Shaposhnikov²

¹ Petrozavodsk State Universiti
Lenina Av., 33 Petrozavodsk, 185640,
Russia

² Belgorod State National Research
University

Pobedy St. 85, Belgorod, 308015,
Russia

E-mail: fedorova@bsu.edu.ru

Fullerenes (C₆₀) - is a group of specific molecules measuring 0,3-0,8 nm, consisting only of carbon atoms. A broad spectrum of their biological effects from one hand and their incapability to pass through cell membrane from the other hand raise a question about the messenger of effect C₆₀. Most probable mediator can be melatonin, the normalization of its production is realized owing to restoration by fullerenes of the sensitivity of given cells to physical nature of extra low intensity factors, by the use of intra cell level correction of oxygen active forms at the level of ash-gel transition.

Key words: fullerenes, melatonin, messengers.

ХИМИЯ

УДК 544.47:544.344:544.723.212

КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ ¹

А.А. Соловьева
О.Е. Лебедева

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет*

*Россия, 308015 Белгород,
ул. Победы, 85*

E-mail: Solovyeva@bsu.edu.ru

Получены каталитические характеристики синтетических железосиликатов и нанесенных железосодержащих образцов, используемых как компоненты окислительной системы. Показано, что в водном растворе 2,4-динитрофенола, содержащем пероксид водорода и железосодержащий материал происходит окислительная деструкция органического субстрата.

Ключевые слова: окислительная деструкция, динитрофенол, реактив Фентона, пероксид водорода, железосиликаты.

Введение

Технологии очистки сточных вод с использованием пероксида водорода привлекают пристальное внимание исследователей уже в течение длительного времени. Особенно перспективна активация пероксида водорода ионами железа. Взаимодействие пероксида водорода с ионами железа происходит с образованием гидроксильных и пергидроксильных радикалов, которые обладают высокой реакционной способностью и являются сильными окислителями [1, 2]. Основным недостатком таких систем считается необходимость введения в очищаемую воду ионов железа, то есть дополнительное загрязнение. Решением проблемы могли бы стать твердые источники ионов железа, служащих активаторами пероксида водорода. При этом речь не идет о материалах, которые подвергаются частичному растворению. Представляют интерес материалы, которые генерируют из пероксида водорода радикалы, но при этом как можно меньше сорбируют субстраты, подвергаемые окислению, и не превращают данные субстраты в более токсичные или более устойчивые к окислению продукты.

Настоящая статья является частью работы по подбору твердофазных железосодержащих компонентов окислительной системы, не загрязняющих воду ионами железа.

Экспериментальная часть

В работе использовались: в качестве модельного загрязнителя – 2,4-динитрофенол квалификации «чда»; в качестве компонента окислительной системы – пероксид водорода «медицинский». Для приготовления железосодержащих материалов применяли следующие реактивы: $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ марки «хч», тетраэтоксисилан квалификации «чда», силикагель LS 5/40 мкм, $\gamma-Al_2O_3$ черенковий.

Железосиликаты ($Fe_2O_3 \cdot SiO_2$) синтезировали методом соосаждения компонентов из раствора при совместном гидролизе спиртового раствора тетраэтоксисилана (с массовым соотношением тетраэтоксисилан:спирт 1:1) и водного раствора хлорида

¹ Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 гг., госконтракт № П1208 от 4 июня 2010 г.

железа. Также методом адсорбции соли железа из раствора получали нанесенные силикожелезные образцы (Fe_2O_3/SiO_2). Два алюможелезных образца (Fe_2O_3/Al_2O_3), используемых для сравнения, были также приготовлены методом адсорбции. Химический анализ образцов на содержание железа осуществлялся методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

При гетерогенном окислении 2,4-динитрофенола навеска твердого железосодержащего образца составляла 4 г/л, концентрация пероксида водорода 8.0 ммоль/л. Концентрация субстрата была одинаковой во всех экспериментах и составляла 0.25 ммоль/л. За изменением концентрации динитрофенола в растворах следили спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра UV/Vis Specord 50.

Тестовая каталитическая реакция конверсии метилбутинола была выполнена с использованием автоматизированной установки. Смесь метилбутинола (95 об.%) и толуола (5 об.%) охлаждалась до 13°C в накопительном сосуде. После испарителя газовая смесь метилбутинола и толуола поступала в реактор, заполненный катализатором, который предварительно активировали. Относительное содержание продуктов в смеси определялось методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе HP 890 Series II с пламенно-ионизационным детектором и колонкой Optima Wax 33%.

Обсуждение результатов

Сорбционные свойства синтезированных железосодержащих образцов были подробно охарактеризованы ранее [3]. Установлено, что все образцы обладают развитой поверхностью, но при концентрации динитрофенола в растворе 0.25 ммоль/л количество сорбированного динитрофенола составляет, в зависимости от образца, от 7,5 до 13% от начального содержания динитрофенола в растворе.

Эффективность синтезированных железосодержащих образцов в качестве твердых источников железа при окислении 2,4-динитрофенола пероксидом водорода в водном растворе сопоставлена в таблице 1. Оказалось, что во всех случаях скорость гетерогенной деструкции динитрофенола значительно ниже, чем скорость процесса в гомогенных условиях [4]. Анализ литературных данных показал, что это характерно для большинства исследованных гетерогенных систем: активность ионов железа, введенных в или на твердую матрицу, значительно меньше активности гидратированных ионов Fe^{3+} [5, 6].

Таблица 1
Степень превращения
2,4-динитрофенола в результате
окисления в гетерогенной системе

| Образец (содержание железа, мас.%) | Степень превращения 2,4-динитрофенола за 4 суток, % |
|------------------------------------|---|
| $Fe_2O_3 * SiO_2$ (21.12) | 87.2 |
| $Fe_2O_3 * SiO_2$ (14.00) | 96.9 |
| $Fe_2O_3 * SiO_2$ (6.78) | 93.4 |
| $Fe_2O_3 * SiO_2$ (5.31) | 80.0 |
| $Fe_2O_3 * SiO_2$ (1.20) | 22.0 |
| Fe_2O_3/SiO_2 (1.92) | 81.6 |
| Fe_2O_3/SiO_2 (0.78) | 89.8 |
| Fe_2O_3/SiO_2 (0.71) | 79.2 |
| Fe_2O_3/SiO_2 (0.64) | 86.1 |
| Fe_2O_3/Al_2O_3 (1.36) | 97.7 |
| Fe_2O_3/Al_2O_3 (1.08) | 83.1 |

К снижению эффективности окислительной деструкции могут вести побочные реакции динитрофенола с участием каталитически активных центров поверхности. Наиболее вероятными представляются кислотно-основные превращения динитрофенола в изучаемой гетерогенной системе; в связи с этим была выполнена оценка кислотно-основных свойств железосодержащих образцов. Для этого использовали конверсию метилбутинола – каталитический тест, распределение продуктов которого однозначно характеризует кислотно-основные свойства образца [7]. Известно, что набор продуктов различен для кислотных и основных центров, отличим и случай, когда на поверхности кислотные и основные центры присутствуют в сопоставимых количествах (рис. 1).

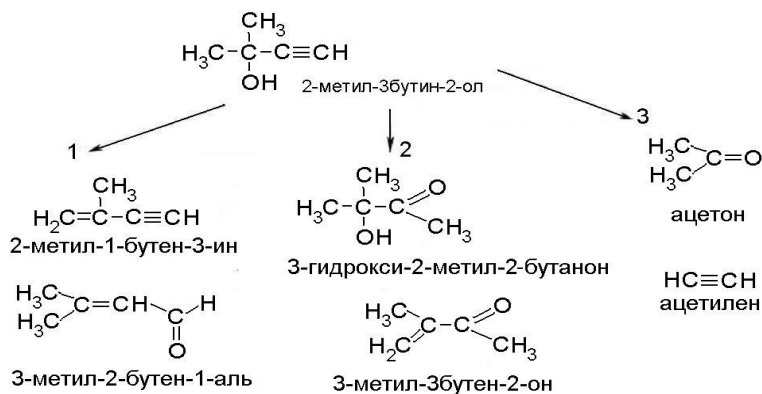


Рис. 1. Конверсия метилбутинола на: 1 – кислотных центрах, 2 – кислотных и основных центрах, 3 – основных центрах

На рис. 2 представлены данные о конверсии метилбутинола в присутствии различных железосодержащих образцов в течение всего времени реакции. Можно видеть, что содержание железа не относится к факторам, определяющим каталитическую активность образцов, тогда как способ приготовления образца влияет на активность весьма существенно. Так, высокая каталитическая активность наблюдается на начальном этапе реакции для силикожелезных образцов.

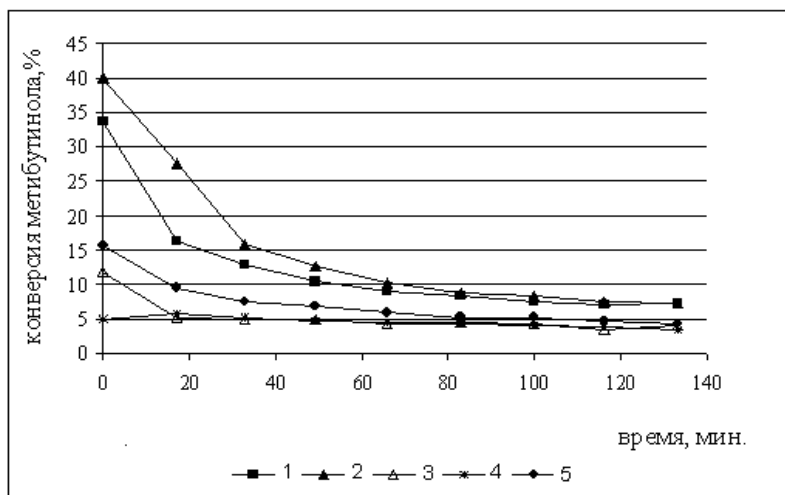


Рис. 2. Конверсия метилбутинола в присутствии различных железосодержащих образцов:
 1 – $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0.71),
 2 – $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0.78),
 3 – $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ (1.08),
 4 – $\text{Fe}_2\text{O}_3^*\text{SiO}_2$ (5.31),
 5 – $\text{Fe}_2\text{O}_3^*\text{SiO}_2$ (14.00)

В табл. 2 показан выход продуктов на различных образцах при сопоставимой величине конверсии. Состав продуктов позволяет заключить, что силикожелезные образцы обладают выраженными кислотными свойствами, в то время как остальные разновидности железосодержащих образцов амфотерны или даже основны.

Таблица 2

Соотношение различных продуктов конверсии метилбутинола на различных катализаторах на 132-ой минуте реакции

| Образец (содержание Железа, мас.%) | Выход продукта, мол.% | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------|----------|
| | кислотные центры | | амфотерные центры | | основные центры | |
| | 2-метил-1-бутен-3-ин | 3-метил-2-бутен-1-аль | 3-гидрокси-3-метил-2-бутанон | 3-метил-3-бутен-2-он | ацетон | ацетилен |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3^*\text{SiO}_2$ (5.31) | 12.8 | 2.5 | 3.2 | 0.25 | 39.9 | 41.4 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3^*\text{SiO}_2$ (14.00) | 31.5 | 6.5 | 2.3 | 0.3 | 30.1 | 29.3 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ (1.08) | 7.5 | 0.0 | 5 | 2.2 | 43.7 | 41.6 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0.78) | 60.7 | 8.3 | 1.2 | 0.4 | 17.4 | 12 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0.71) | 47.9 | 7.0 | 10.8 | 0.4 | 18.7 | 15.2 |

Проявление каталитической активности кислотного характера в нашем случае является негативным свойством и служит основанием для исключения силикожелез-



ных образцов из списка потенциальных твердых источников железа для окислительно-деструктивных процессов. Низкая каталитическая активность железосиликатов и нанесенных алюможелезных образцов в реакции превращения метилбутинола позволяет их рекомендовать для дальнейшего применения.

Список литературы

1. Баксендаль Дж. Каталитическое разложение перекиси водорода в гомогенных водных растворах // В кн.: Катализ. Исследование гомогенных процессов. – М., 1957. – С. 96-158.
2. Сычев А.Я., Исак В.Г. Соединения железа и механизмы гомогенного катализа активации O_2 , H_2O_2 и окисления органических субстратов // Успехи химии. – 1995. – Т. 64, Вып. 12. – С. 1183-1209.
3. Соловьева А.А., Рёсснер Ф., Лебедева О.Е. Сорбционные свойства железосиликатов, используемых как компоненты окислительной системы // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – Т. 9, Вып. 1. – С. 74 – 79.
4. Соловьева А.А., Лебедева О.Е. Минерализация нитропроизводных фенола пероксидом водорода в присутствии ионов железа // Вестник КазНУ. Серия Химическая: материалы международной научной конференции по аналитической химии и экологии. – Алматы: КазНУ, 2010. – №4 (60). – С. 71-73.
5. Flores Y., Flores R., Gallegos A. A. Heterogeneous catalysis in the Fenton-type system reactive black 5/ H_2O_2 // Journal of Molecular Catalysis A: Chemical. – 2008. – V. 281. – P. 184-191.
6. Melero J. A., Calleja G., Mart´inez F. Nanocomposite $Fe_2O_3/SBA-15$: An efficient and stable catalyst for the catalytic wet peroxidation of phenolic aqueous solutions // Chemical Engineering Journal. – 2007. – V. 131. – P. 245-256.
7. Alsawalha M.Sc.M. Characterization of acidic and basic properties of heterogeneous catalysts by test reactions: dissertation von der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften. – Oldenburg. – 2004. – 164 p.

ACID-BASE PROPERTIES OF IRON-CONTAINING MATERIALS USED FOR DESTRUCTION OF ORGANIC SUBSTRATS

A.A. Solovyeva
O.E. Lebedeva

Belgorod State National Research University

Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: Solovyeva@bsu.edu.ru

Catalytic characteristics of synthetic ferrosilicate and supported iron-containing samples used as components of oxidative systems were obtained. Oxidative destruction of organic substrate was shown to take place in aqueous solution of 2,4-dinitrophenol with hydrogen peroxide and iron-containing material.

Key words: oxidative destruction, dinitrophenol, Fenton reagent, hydrogen peroxide, ferrosilicates.

УДК 613.31: 543.3 (048.8)

ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НЕЖЕГОЛЬ»

Л.Ф. Перистая
И.В. Индина
В.А. Перистый
Ю.Н. Козырева

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет*

*Россия, 308015 Белгород,
ул. Победы, 85*

E-mail: peristaya@bsu.edu.ru

Проведено исследование химического состава речной и питьевой воды природного парка «Нежеголь» по 14 показателям. Установлено, что экологическое состояние реки Нежеголь является удовлетворительным. Водопроводная вода по показателю общей жесткости превышает гигиенические требования, а по остальным показателям соответствует нормативам качества для питьевых вод. Минеральная вода из бювета по большинству показателей превосходит по качеству водопроводную воду, по содержанию фторид-ионов она может составить конкуренцию некоторым минеральным водам, производимым в Белгородской области.

Ключевые слова: речная вода, питьевая вода, катионно-анионный состав, основные микроэлементы, показатели безопасности.

Введение

К началу 21 века актуальной стала проблема качества поверхностных и подземных пресных вод. Это обусловлено рядом обстоятельств. Во-первых, в мире отмечается дефицит пресной воды. Только три страны (Бразилия, Канада и Россия) имеют достаточный запас пресной воды, остальные – испытывают ее недостаток [1]. Во-вторых, отмечается снижение качества пресных вод из-за ухудшения экологической обстановки (усиления антропогенной нагрузки, воздействия техногенных систем на природные объекты). Для России актуальна вторая проблема.

Санитарное состояние большей части открытых водоемов России в последние годы улучшилось из-за уменьшения сброса стоков промышленных предприятий, но все еще остается тревожным. Несмотря на относительную защищенность подземных вод от загрязнений, благодаря чему их стремятся использовать для питьевого водоснабжения, к настоящему времени обнаружено около 1800 очагов их загрязнения, 78% которых - в европейской части страны. В то же время в ряде регионов отмечается дефицит питьевой воды [2].

Для питьевого водоснабжения в различных странах используются как подземные, так и поверхностные природные воды. В Белгородской области используются только подземные воды [3].

Особую актуальность приобретает соответствие гигиеническим требованиям химического состава воды в рекреационных зонах, местах отдыха населения (санаториях, домах и базах отдыха, детских лагерях и т.д.), где вода является важнейшим фактором оздоровления.

Белгородский государственный университет создал базу отдыха «Титовка» недалеко от г. Шебекино на живописном берегу реки Нежеголь (приток Северского Донца), где есть все условия для оздоровления сотрудников и студентов. Ныне это природный парк Нежеголь [4], комплексное исследование которого относится к приоритетному направлению научных исследований БелГУ (Управление природными ресурсами, их использование и охрана). Тема данного исследования относится к приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ (Рациональное природопользование) и входит в перечень критических технологий РФ (Технология мониторинга и прогнозирования состояния гидросферы).

Целью настоящей работы является оценка качества поверхностных и подземных вод природного парка «Нежеголь» по химическому составу.



Методы исследования

Для исследования были взяты пробы речной, водопроводной воды и воды из бювета (добываемой с глубины 471 м) природного парка «Нежеголь».

Общую жесткость, содержание ионов кальция, магния, гидрокарбонат-, сульфат- и хлорид-ионов определяли титриметрическим методом по соответствующим ГОСТам [5-8]. Кислотно-основные свойства воды определяли потенциометрическим методом. Концентрацию микроэлементов (йодид- и фторид-ионов) определяли по стандартным методикам [5]. Для определения концентрации йодид-ионов использовали фотометрический метод, основанный на катализирующем действии йодид-иона на реакцию окисления роданид-иона железа (III). Концентрацию фторид-ионов в воде определяли ионометрическим методом с использованием F-селективного электрода. Содержание показателей безопасности (массовой концентрации нитрат-ионов и тяжелых металлов) определяли спектрофотометрическим методом по соответствующим ГОСТам [9-12].

Результаты и их обсуждение

Речная вода природного парка «Нежеголь»

В табл. 1 приведены результаты определения химического состава речной воды природного парка «Нежеголь». Сравним их с гигиеническими нормативами для водных объектов культурно-бытового [13] и рыбохозяйственного водопользования [14].

Таблица 1
Характеристика химического состава воды
в реке Нежеголь

| Показатели | Полученные данные | ПДК | |
|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | Для водоемов КБВ | Для водоемов РХВ |
| <i>pH</i> | 7.42 | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 |
| Ж, ммоль/л | 6.6 | - | - |
| Ca^{2+} , мг/л | 102.0 | - | 180 |
| Mg^{2+} , мг/л | 16.2 | - | 40 |
| HCO_3^- , мг/л | 191.9 | - | - |
| SO_4^{2-} , мг/л | 175.6 | 500 | 100 |
| <i>Cl</i> , мг/л | 32.7 | 350 | 300 |
| <i>F</i> , мг/л | 0.34 | 1.5 | 0.05 |
| <i>I</i> , мг/л | 0.03 | - | - |
| NO_3^- , мг/л | 1.17 | 45 | 40 |
| <i>Fe</i> (общ), мг/л | 0.17 | 0.3 | 0.05 |
| <i>Cu</i> , мг/л | 0.12 | 1.0 | 0.005 |
| <i>Cr</i> (III), мг/л | 0.001 | 0.5 | 0.07 |
| <i>Cr</i> (VI), мг/л | 0.006 | 0.05 | 0.02 |

Исследования показали, что кислотно-основные свойства воды в реке Нежеголь ($pH = 7.42$) удовлетворяют установленным требованиям, предъявляемым для водоемов культурно-бытового (КБВ) и рыбохозяйственного водопользования (РХВ).

Вода в реке «Нежеголь» по значению общей жесткости удовлетворяет нормативам для водоемов культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Главными источниками поступления кальция в поверхностные воды являются процессы химического выветривания и растворения минералов (известняков, доломитов, гипса, кальцийсодержащих силикатов). Большие ко-

личества кальция выносятся со сточными водами силикатной, металлургической, стекольной, химической промышленности и со стоками сельскохозяйственных угодий, особенно при использовании кальцийсодержащих минеральных удобрений. Характерной особенностью кальция является склонность образовывать в поверхностных водах довольно устойчивые пересыщенные растворы $CaCO_3$. Ионная форма (Ca^{2+}) характерна только для маломинерализованных природных вод. Известны довольно устойчивые комплексные соединения кальция с органическими веществами, содержащимися в воде. В речных водах содержание кальция редко превышает 1 г Ca^{2+} /дм³. Обычно же его концентрации значительно ниже [15]. Концентрация кальция в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям. В период понижения минерализации (весна) ионам кальция принадлежит преобладающая роль, что связано с легкостью выщелачивания растворимых солей кальция из поверхностного слоя почв и пород [16, 17].

Исследования показали, что содержание ионов кальция (102.0 мг/л) в воде реки Нежеголь не превышает предельно допустимых значений для водоемов культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Магний очень редко выступает в качестве преобладающего катиона. В большинстве природных вод магний играет подчиненную роль, несмотря на близкую к кальцию распространенность в природе. В поверхностные воды магний поступает в основном за счет процессов химического выветривания и растворения доломитов, мергелей и других минералов. Значительные количества магния могут поступать в водные объекты со сточными водами металлургических, силикатных, текстильных и других предприятий [15, 16].

Содержание ионов магния (16.2 мг/л) в речной воде природного парка «Нежеголь» значительно меньше, чем ионов кальция. По данному показателю вода в реке Нежеголь удовлетворяет требованиям для водоемов культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Из литературных данных известно, что большая часть (около 80%) поверхностных вод относится к гидрокарбонатному классу, так как среди главных анионов в них преобладают гидрокарбонаты. Класс гидрокарбонатных вод объединяет пресные и ультрапресные воды рек, озер и включает значительное количество подземных вод. В поверхностных водах гидрокарбонат-ионы присутствуют главным образом в растворенном состоянии. В речных водах их содержание колеблется от 30 до 500 мг/л. Концентрация этих ионов подвержена заметным сезонным колебаниям [15, 16, 17].

Концентрация гидрокарбонат-ионов в воде реки Нежеголь составляет 191.9 мг/л. Это позволяет отнести речную воду природного парка «Нежеголь» к гидрокарбонатным водам.

Сульфат-ионы присутствуют практически во всех поверхностных и подземных водах и относятся к важнейшим анионам, определяющим качество и класс вод. Главным источником сульфат-ионов в поверхностных водах являются процессы растворения серосодержащих минералов (в основном гипса) и окисления сульфидов и серы. Значительные количества сульфатов также поступают в водоемы с подземным стоком и в процессе отмирания организмов и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения. Сульфат-ионы выносятся также со сточными водами коммунального хозяйства и сельскохозяйственного производства [18, 19].

Анализ полученных нами данных показывает, что в речной воде превышения предельно допустимой концентрации сульфат-ионов не установлено. Однако их содержание (175,6 мг/л) не удовлетворяет требованиям для воды рыбохозяйственного водопользования. Такое повышенное содержание сульфат-ионов в реке можно объяснить поступлением в нее коммунально-бытовых и промышленных стоков г. Шебекино.

Хлорид-ион – важнейший показатель минерализации природных вод. Его первичными источниками являются магматические породы, в состав которых входят хлорсодержащие минералы. В речных водах и водах пресных озер их содержание колеблется от долей миллиграмма до десятков, сотен, а иногда тысяч миллиграммов на литр [18, 19].

Проведенные исследования показали, что содержание хлорид-ионов (32.7 мг/л) в речной воде парка «Нежеголь» не превышает установленных нормативов для воды культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Так как содержание хлорид-ионов незначительно, то воду в реке Нежеголь нельзя отнести к хлоридному классу вод.

В речные воды фтор поступает из пород и почв при разрушении фторсодержащих минералов (апатит, турмалин) с почво-грунтовыми водами и при непосредственном смыве поверхностными водами. Источником фтора также служат атмосферные осадки. Повышенное содержание фтора может быть в некоторых сточных водах предприятий стекольной и химической промышленности (производство фосфорных удобрений, стали, алюминия), в некоторых видах шахтных вод и в сточных водах рудообогатительных фабрик. В природных водах фтор находится в виде фтор-иона F^- и комплексных ионов $[AlF_6]^{3-}$, $[FeF_4]^-$, $[FeF_5]^{2-}$, $[FeF_6]^{3-}$, $[CrF_6]^{3-}$, $[TiF_6]^{2-}$. Миграционная способность фтора в природных водах в значительной степени зависит от содержания в



них ионов кальция, дающих с ионами фтора малорастворимое соединение. Содержание фтора в речных водах колеблется от 0.05 до 1.9 мг/дм³, в атмосферных осадках - от 0.05 до 0.54 мг/дм³, иногда достигая насыщения по отношению к CaF_2 [18]. Фтор является устойчивым компонентом природных вод. Внутригодовые колебания концентрации фтора в речных водах невелики (обычно не более, чем в 2 раза). Фтор поступает в реки преимущественно с грунтовыми водами. Содержание фтора в паводковый период всегда ниже, чем в меженный, так как понижается доля грунтового питания [19].

Наши исследования показали, что содержание фторид-ионов (0.34 мг/л) в речной воде не превышает предельно допустимого значения для воды культурно-бытового водопользования. Однако для воды рыбохозяйственного водопользования наблюдается превышение ПДК почти в 7 раз.

Рассеянный йод выщелачивается природными водами из магматических горных пород и концентрируется организмами, например водорослями. Также йод концентрируется в почвах и илах. Важным источником йода в водах являются дождевые осадки, захватывающие йод из атмосферы, в которую он приносится ветром со стороны моря [20]. Источниками поступления йода в поверхностные воды являются атмосферные осадки, воды нефтяных месторождений и сточные воды некоторых отраслей химической и фармацевтической промышленности. В речных водах концентрация йода составляет 1-74 мкг/дм³, в атмосферных осадках 0-65 мкг/дм³ [19]. Содержание йода учитывается при санитарной оценке природных вод. Предельно допустимое значение содержания йодид-ионов не установлено.

Содержание йодид-ионов в воде реки Нежеголь составило 0.03 мг/л.

Нитрат-ионы относятся к распространенным загрязнителям поверхностных и подземных вод. Они попадают в природные воды с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами (после биологической очистки содержание нитрат-ионов может достигать 50 мг/л), со сточными водами сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения [18].

Проведенное нами исследование показало, что содержание нитрат-ионов в речной воде составляет 1,17 мг/л, что не превышает предельно допустимого значения.

Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. Растворенное железо представлено соединениями, находящимися в ионной форме, в виде гидроксокомплекса и комплексов с растворенными неорганическими и органическими веществами природных вод. В ионной форме мигрирует главным образом $Fe(II)$, а $Fe(III)$ в отсутствие комплексообразующих веществ не может в значительных количествах находиться в растворенном состоянии. В результате химического и биохимического (при участии железобактерий) окисления $Fe(II)$ переходит в $Fe(III)$, который, гидролизуясь, выпадает в осадок в виде $Fe(OH)_3$. Как для $Fe(II)$, так и для $Fe(III)$ характерна склонность к образованию гидроксокомплексов типа $[Fe(OH)_2]^+$, $[Fe_2(OH)_2]^{4+}$, $[Fe_2(OH)_3]^{3+}$, $[Fe(OH)_3]^-$ и других, сосуществующих в растворе в разных концентрациях в зависимости от pH и в целом определяющих состояние системы железо-гидроксил. Содержание железа в поверхностных водах суши составляет десятые доли миллиграмма, вблизи болот – единицы миллиграммов. Повышенное содержание железа наблюдается в болотных водах, в которых оно находится в виде комплексов с солями гуминовых кислот – гуматами [21].

Исследование показало, что в речной воде содержание общего железа (0.17 мг/л) меньше ПДК для водоемов культурно-бытового назначения, но выше, чем для водоемов рыбохозяйственного водопользования.

Содержание меди в природных пресных водах колеблется от 2 до 30 мкг/дм³. В природных водах наиболее часто встречаются соединения $Cu(II)$. Из соединений $Cu(I)$ наиболее распространены труднорастворимые в воде Cu_2O , Cu_2S , $CuCl$. При наличии в водной среде лигандов наряду с равновесием диссоциации гидроксида необходимо учитывать образование различных комплексных форм, находящихся в равновесии с акваионами металла [16]. Основным источником поступления меди в природные воды являются сточные воды предприятий химической, металлургической промышленности, шахтные воды, альдегидные реагенты, используемые для уничтожения водорослей. Медь может появляться в результате коррозии медных трубопроводов и других сооружений, используемых в системах водоснабжения [15].

Проведенное исследование показывает, что в воде реки Нежеголь содержание меди не превышает ПДК (1 мг/л). Однако следует заметить, что вода по этому показателю не может удовлетворять требованиям, предъявляемым к водоемам рыбохозяйственного назначения.

По литературным данным, в водной среде могут происходить обратимые реакции превращения Cr^{+6} в Cr^{+3} . Поступающий из антропогенных источников Cr^{+6} в пресных водах восстанавливается до Cr^{+3} , а затем сорбируется взвесью и донными осадками. Поступление бытовых стоков в реки вызывает резкое падение содержания растворенного кислорода и образования сероводорода, являющегося восстановителем. Это в 2.5–3 раза снижает долю Cr^{+6} от общего содержания хрома в растворе [22]. Восстановление Cr^{+6} сопровождается увеличением pH , а обратный процесс – окисление Cr^{+3} приводит к уменьшению pH .

Наши исследования реки «Нежеголь» в районе с. Титовка, проведенные в октябре 2010 г, показали, что концентрация хрома общего составила 0.007 мг/л. Содержание хрома Cr^{+6} составило 0.006 мг/л, а Cr^{+3} – 0.001 мг/л, что ниже ПДК для водоемов культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Для оценки современного экологического состояния реки Нежеголь был проведен сравнительный анализ полученных нами данных с результатами исследований, проведенных более 10 лет назад. Концентрация хрома общего в октябре 1999 г. в реке «Нежеголь» составляла: в районе с. Ржевка (верховье реки) – 0.12 мг/л, в районе с. Титовка (низовье реки) – 0.22 мг/л, что на порядок выше, чем стало в 2010 г. [23].

Более высокое содержание Cr^{+6} по сравнению с Cr^{+3} в реке Нежеголь можно объяснить тем, что на Шебекинском кожевенном заводе используются следующие соли хрома: хромокалиевые квасцы $KCr(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$, бихромат калия $K_2Cr_2O_7$ и бихромат натрия $Na_2Cr_2O_7$, которые применяются при дублении кожи.

Питьевые воды природного парка «Нежеголь»

В таблице 2 приведены данные определения химического состава водопроводной воды и воды из бювета природного парка «Нежеголь». Для оценки их качества даны значения ПДК соответствующих ионов в воде централизованных систем питьевого водоснабжения (ЦСПВ) [24], нормативы качества расфасованных питьевых вод и нормативы физиологической полноценности питьевых вод [25].

Важными показателями качества питьевой воды являются pH и общая жесткость. Анализ полученных данных позволяет сказать, что по показателю кислотно-основных свойств ($pH=7.38$) водопроводная вода природного парка «Нежеголь» не превышает установленные предельно допустимые значения и относится к слабощелочным водам. По значению pH (7.44) вода из бювета также относится к категории слабощелочных вод и удовлетворяет нормативам качества для вод первой и высшей категории.

Общая жесткость (7.7 ммоль/л) водопроводной воды превышает установленный норматив. По данному показателю исследуемую воду можно отнести к группе вод средней жесткости. По значению общей жесткости (0.4 ммоль/л) минеральная вода из бювета, в отличие от водопроводной воды, относится к мягким водам ($Ж < 1.5$ ммоль/л) и удовлетворяет установленным нормативам для вод первой категории.

Таблица 2

Характеристика химического состава питьевой воды природного парка «Нежеголь»

| Показатели | Полученные данные | | ПДК воды ЦСПВ | Нормативы качества расфасованных питьевых вод, не более | | Норматив физиологической полноценности питьевых вод |
|--------------------------------------|--------------------|----------------|---------------|---|------------------|---|
| | Водопродовная вода | Вода из бювета | | первой-категории | высшей категории | |
| pH | 7.38 | 7.44 | 6-9 | 6.5-8.5 | | - |
| Ж, ммоль/л | 7.7 | 0.4 | 7.0 | 7.0 | 1.5-7.0 | 1.5-7.0 |
| Ca ²⁺ , мг/л | 149.0 | 7.0 | - | 130 | 25-80 | 25-130 |
| Mg ²⁺ , мг/л | 3.0 | 0.6 | - | 65 | 5-50 | 5-65 |
| HCO ₃ ⁻ , мг/л | 306.3 | 221.4 | - | 400 | 30-400 | 30-400 |
| SO ₄ ²⁻ , мг/л | 0.40 | 54.2 | 500 | 250 | 150 | - |
| Cl ⁻ , мг/л | 28.4 | 32.7 | 350 | 250 | 150 | - |
| F ⁻ , мг/л | 0.48 | 1.53 | 1.5 | 1.5 | 0.6-1.2 | 0.5-1.5 |
| I ⁻ , мг/л | 0.05 | 0.132 | 0.125 | 0.125 | 0.04-0.06 | 0.01-0.125 |
| NO ₃ ⁻ , мг/л | 0.77 | 0.47 | 45 | 20 | 5 | - |
| Fe (общ), мг/л | 0.20 | 0.03 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | - |
| Cu, мг/л | 0.47 | 0.06 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | - |
| Cr (III), мг/л | 0.009 | 0.006 | 0.5 | 0.5 | - | - |
| Cr (VI), мг/л | 0.003 | - | 0.05 | 0.05 | 0.03 | - |

Для оценки качества питьевых вод определяют содержание главных ионов, к которым относят три катиона (кальций Ca²⁺, магний Mg²⁺ и натрий Na⁺) и три аниона (гидрокарбонат HCO₃⁻, хлорид Cl⁻ и сульфат SO₄²⁻).

Концентрация кальция в водопроводной воде несколько превышает норматив физиологической полноценности питьевых вод, а содержание магния не достигает нижнего значения этого норматива. Содержание кальция (7.0 мг/л) и магния (0.6 мг/л) в воде из бювета не соответствует нормативам качества для вод высшей категории и нормативам физиологической полноценности. Незначительное содержание ионов кальция и магния в воде из бювета не позволяет считать ее полной альтернативой водопроводной воде, так как постоянное применение исследуемой минеральной воды может отрицательно сказаться на сердечно-сосудистой и костной системах [26].

Минеральные воды, содержащие гидрокарбонатные ионы, нормализуют секреторную и двигательную функции желудка и кишечника. Под влиянием гидрокарбонатных вод в организме уменьшается содержание ионов водорода, которые являются исходным материалом для выработки соляной кислоты. Присутствие в воде ионов HCO₃⁻ способствует лучшему всасыванию в кишечнике некоторых микроэлементов, в частности железа [27]. Содержание гидрокарбонат-ионов сильно колеблется в грунтовых водах от 150 до 300 мг/дм³, в подземных водах от 150 до 900 мг/дм³.

Содержание гидрокарбонат-ионов в исследуемых питьевых водах соответствует всем установленным нормативам. В водопроводной воде и в воде из бювета содержится значительно количество данного аниона, соответственно 306.3 мг/л и 221.4 мг/л. Таким образом, питьевые воды природного парка «Нежеголь» можно отнести к классу гидрокарбонатных вод.

Воды, в которых преобладает сульфат-ион, относятся к классу сульфатных. В этих водах сульфат-ион чаще всего сочетается с катионами натрия (глауберовые воды), магния (горькие воды) и кальция (гипсовые воды). Сульфатные воды заметно снижают активность желудочной секреции, обладают выраженным влиянием на кишечник. При повышенной минерализации они почти не всасываются в кишечнике, раздражают слизистую оболочку, усиливают перистальтику. Горькие воды увеличивают образование желчи печеночными клетками, оказывают желчегонное действие, снижают воспалительные явления в желчном пузыре и препятствуют образованию

желчных камней. Гипсовые воды уплотняют сосудистую стенку, уменьшают воспалительные явления в желудке, кишечнике и мочевыводящих путях. Все сульфатные воды повышают обменные процессы. Ионная форма SO_4^{2-} характерна только для мало-минерализованных вод. При увеличении минерализации сульфат-ионы могут образовывать устойчивые соединения типа $CaSO_4$, $MgSO_4$ [27].

Содержание сульфат-ионов в водопроводной воде природного парка «Нежеголь» не превышает предъявляемые требования для воды централизованных систем питьевого водоснабжения. В исследуемой воде наблюдается недостаток этого аниона, его содержание составляет всего 0.40 мг/л. Содержание сульфат-ионов (54.2 мг/л) в минеральной воде парка «Нежеголь» не превышает установленных нормативов качества для воды высшей категории. По данному показателю вода из бювета и водопроводная вода не относятся к классу сульфатных вод.

Хлоридные минеральные воды повышают обменные процессы, вызывают желчегонный эффект, а при длительном приеме способствуют увеличению кислотности желудочного сока. В сочетании с ионами кальция оказывают противовоспалительное действие, снижают проницаемость клеточных мембран, уменьшают кровоточивость, оказывают благоприятное действие на рост костной ткани и зубов. В морских и подземных водах содержание хлоридов значительно выше, чем в речных водах – вплоть до пересыщенных растворов и рассолов [27]. Хлориды являются преобладающим анионом в высокоминерализованных водах. Если в питьевой воде есть ионы натрия, то концентрация хлорида выше 250 мг/дм³ придает воде соленый вкус.

Концентрация хлорид-ионов (28.4 мг/л) в воде ЦСПВ и в минеральной воде из бювета (32.7 мг/л) на базе отдыха БелГУ значительно меньше ПДК. По данному показателю исследуемые питьевые воды нельзя отнести к классу хлоридных вод.

К важным микроэлементам питьевых вод относятся фторид- и йодид-ионы.

Содержание фторид-ионов в подземных водах колеблется в широких пределах от 0.3 до 4.6 мг/дм³. Хроническая интоксикация обычно развивается при употреблении питьевой воды с повышенным содержанием фторид-ионов (более 4 мг/л). Повышенные количества фтора в воде (более 1.5 мг/дм³) оказывают вредное действие на людей и животных, вызывая костное заболевание (флюороз). Содержание фтора в питьевой воде лимитируется. Однако очень низкое содержание фтора в питьевых водах (менее 0.01 мг/дм³) также вредно сказывается на здоровье, вызывая опасность заболевания кариесом зубов [28].

Содержание йодид-ионов в подземных водах колеблется в пределах от 0.1 до 3 мкг/л. Об источниках йода на планете, его биологической роли и о последствиях его дефицита для здоровья человека (эндемический зоб) было сказано в нашей предыдущей публикации [29]. Гойтерогенным свойством обладает также избыток йодидов, вызывающий зоб у лиц, питающихся морской пищей, богатой йодом, как например, в некоторых прибрежных районах Японии. Это действие йодидов, известное под названием «эффект Вольфа-Чайкова», объясняется, по-видимому, превращением активной формы йода в сложный анион I_3^- [30].

Содержание основных микроэлементов в водопроводной воде (фторид- и йодид-ионов) удовлетворяет нормативам физиологической полноценности. Ранее проведенные нами исследования показали дефицит йодид- и фторид-ионов в водопроводных водах большинства районов Белгородской области [29]. В этом отношении водопроводную воду природного парка «Нежеголь» можно считать удовлетворительной.

Концентрация фторид-ионов (1.53 мг/л) в минеральной воде из бювета природного парка «Нежеголь» практически удовлетворяет нормативам качества питьевых вод первой категории и немного превышает нормативы качества вод высшей категории, расфасованных в емкости, но в целом удовлетворяет нормативам физиологической полноценности. По данному показателю вода из бювета может конкурировать с некоторыми минеральными водами, производимыми в Белгородской области, в которых наблюдается либо избыток («Крещенский Родник», «Майская Хрустальная»), либо недостаток фторид-ионов («Ясный колодец», «Санинская», «AquaFuture») [31].

Нами установлено, что в воде из бювета концентрация йодид-ионов (0.132 мг/л) значительно больше, чем в водопроводной воде природного парка «Не-



жеголь» (0.05 мг/л). И вода из бювета обладает преимуществом по сравнению с водой ЦСПВ большинства районов Белгородской области, в которых концентрация йодид-ионов составляет от 0.005 до 0.02 мг/л, что соответствует слабой степени йодной недостаточности [29].

Показателями безопасности питьевых вод являются нитрат-ионы и тяжелые металлы.

Нитрат-ионы относятся к распространенным загрязнителям подземных вод. При длительном употреблении питьевой воды и пищевых продуктов, содержащих значительные количества нитратов (от 25 до 100 мг/дм³ по азоту), резко возрастает концентрация метгемоглобина в крови. Крайне тяжело протекают метгемоглобинемии у грудных детей (прежде всего, искусственно вскармливаемых молочными смесями, приготовленными на воде с повышенным – порядка 200 мг/дм³ - содержанием нитратов) и у людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями. Особенно опасны грунтовые воды и питаемые ими колодцы, поскольку в открытых водоемах нитраты частично потребляются водными растениями [32].

Содержание нитрат-ионов в питьевых водах природного парка «Нежеголь» не превышает предельно допустимых значений.

Как известно, к числу наиболее опасных загрязнителей природных вод относится группа поллютантов, называемых тяжелыми металлами [33, 34]. В данной работе проведена оценка питьевых вод по содержанию общего железа (II и III), меди и хрома (III) и (VI).

Железо относится к эссенциальным микроэлементам, необходимым для здоровья человека. В глубинных водах концентрация железа бывает очень высокой. В подземных водах с малыми значениями *pH* и с низким содержанием растворенного кислорода может наблюдаться концентрация железа до нескольких десятков миллиграммов в 1 л. В артезианских водах железо преимущественно присутствует в двухвалентном состоянии, обычно в виде растворенного гидрокарбоната – $Fe(HCO_3)_2$. Встречаются также карбонатная ($FeCO_3$), сульфатная ($FeSO_4$) и сульфидная (FeS) формы соединений двухвалентного железа. В трехвалентном состоянии растворенное железо встречается крайне редко в виде сульфатов ($Fe_2(SO_4)_3$) или растворимых органических комплексов.

Широко известна функция гемоглобина, содержащего железо (II), в переносе кислорода. Железо входит в состав более 70 различных ферментов [30]. О негативном влиянии недостатка и избытка железа на организм человека более подробно описано в наших предыдущих публикациях [35, 36].

Медь относится к биогенным, жизненно необходимым (незаменимым) элементам, металлам жизни. В настоящее время известно около 25 медьсодержащих белков и ферментов. Дефицит меди в организме может привести к разрушению эритроцитов [26]. Использование питьевой воды с содержанием ионных форм меди (3 мг/л) приводит к нарушению работы желудочно-кишечного тракта. [25, 26, 33, 37]. Известна болезнь Коновалова-Вильсона, которая связана с избыточным количеством меди в организме.

Содержание хрома в подземных водах находится в пределах от $n \cdot 10$ до $n \cdot 10^2$ мкг/дм³. Трехвалентный *Cr* (III) – один из наименее токсичных ионов металлов; сильный окислитель гексавалентный *Cr* (VI) уже более токсичен. В нейтральных растворах *Cr* (VI) существует в виде CrO_4^{2-} , но в организме человека и в других биологических системах сильно окисляющий *Cr* (VI) переходит в *Cr* (III), обратной реакции редокс-потенциал не благоприятствует. Хром является условно эссенциальным элементом. Хроматы и бихроматы вызывают изъязвления кожи, а в очень больших дозах вызывают повреждения свернутых почечных канальцев. По поводу канцерогенности хрома у исследователей нет единого мнения [37]. Есть данные, что результатом хронических отравлений солями хрома (VI) являются фиброз и рак легких [22].

Нами установлено, что содержание выше названных тяжелых металлов в водопроводной воде и воде из бювета природного парка «Нежеголь» не превышает значений ПДК для воды ЦСПВ и установленных нормативов качества для питьевых вод первой и высшей категории. Хром (VI) в воде из бювета обнаружен не был.

Выводы

Из проведенной работы можно сделать следующие выводы:

Экологическое состояние реки Нежеголь можно считать удовлетворительным в районе базы отдыха БелГУ «Титовка», так как она по 14 показателям химического состава не превышает предельно допустимых значений.

Водопроводная вода природного парка «Нежеголь» по показателю общей жесткости превышает гигиенические требования, а по остальным показателям удовлетворяет нормативам качества для питьевых вод.

Минеральная вода из бювета по большинству показателей превосходит по качеству водопроводную воду парка «Нежеголь».

По содержанию фторид-ионов вода из бювета может составить конкуренцию некоторым минеральным водам, производимым в Белгородской области.

Список литературы

1. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Трутнев Ю.П. Доклад о принимаемых мерах по воспроизводству, сохранению, рациональному использованию природных ресурсов и развитию минерально-сырьевой базы в Российской Федерации, от 25.11.2005. http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=14308&phrase_id=17105
2. Онищенко Г.Г. Вода и здоровье // Экология и жизнь. – 1999. – №4. – С. 86-92.
3. Областная целевая программа модернизации объектов водопроводно-канализационного комплекса Белгородской области для улучшения обеспечения качественной питьевой водой и организации водоотведения на 2007-2010 годы: Постановление Правительства Белгородской области от 21 декабря 2006 г. – 56 с.
4. Дударев В. Первым делом – в Титовку // Будни. – 2010. – №5(608). – С.3.
5. Государственный контроль качества воды. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2001. – 698 с.
6. ГОСТ 23268.3-78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения гидрокарбонат-ионов», 1978.
7. ГОСТ 4389-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания сульфат-ионов», 1974.
8. ГОСТ 23268.17-78 «Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения хлорид-ионов», 1978.
9. ГОСТ 18826-73 «Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов», 1974.
10. ГОСТ 4011-72 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа», 1974.
11. ГОСТ 4388-72 «Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди», 1974.
12. ГОСТ Р 52962-2008 «Вода. Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома», 2008.
13. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – Москва, 2003.
14. Государственный комитет Российской Федерации по рыболовству "Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение". – Москва, 1999.
15. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши./ Под ред. А.Д. Семёнова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977.
16. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I-IV групп: справ. изд. / Под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1988. – 432 с.
17. Справочник по гидрохимии./ Под ред. А.М. Никанорова. –Л.: Гидрометеиздат, 1988.
18. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / Под ред. Т.В. Гусевой. – М.: Форум, Инфра-М, 2010. – 192 с.
19. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1988.
20. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. пособие - Л.: Гидрометеиздат, 1989.
21. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V-VIII групп: Справ. изд./ Под ред. В.А. Филова и др. – Л.: "Химия", 1989
22. Токсикологическая химия / Под ред. Т.В. Плетеневой.- М.: ГЭОТАР – Медицина, 2005. – 512 с.



23. Голдовская Л.Ф., Мазикин А.В., Перистый В.А., Рудычева Т.А. Исследование химического состава воды и некоторых гидробионтов рек Нежеголь и Корень // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции «Экологическая безопасность и здоровье людей в XXI веке» (10-12 октября 2000 г.). – Белгород, 2000. – С.19-23.
24. СанПиН 2.1.4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». – Москва, 2002 г.
25. СанПиН 2.1.4. 1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества». – Москва, 2002.
26. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов ; Под ред. Ю.А. Ершова. – М.: Высшая школа, 2000. – 560 с.
27. Посохов Е.В., Толстихин Н.И. Минеральные воды (лечебные, промышленные и энергетические). – Л.: Недра, 1977. – 240 с.
28. Панкеев И.А., Рыбальский Н.Г., Думнов А.Д., Снакин В.В., Федоров А.В., Горбатовский В.В. Окружающая среда России на рубеже тысячелетий. Популярный доклад о состоянии окружающей природной среды в России. – М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2003. – 80 с.
29. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А., Денисов Е.А. Содержание йода и фтора в воде централизованных систем питьевого водоснабжения Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2010. – Выпуск 11, №9 (80). – С.124-130.
30. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова.- М.: Медицина, 1991. – 496 с.
31. Перистый В.А., Перистая Л.Ф., Индина И.В. Характеристика минеральных вод Белгородской области по содержанию фторид-ионов // Сборник статей II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы химической науки, практики и образования». – Курск, 2011. – С. 311-315.
32. Справочник по проектированию и бурению скважин на воду / Под ред. А.С.Белецкого – СССР, 1983.
33. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. – 2-е изд. – М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 295 с.
34. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высшая школа, 1998. – 287 с.
35. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А. Шапошников А.А. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения Белгородской области по некоторым химическим показателям // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2008. – Выпуск 6, №3(43). – С.140-146.
36. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А., Денисов Е.А. Оценка качества питьевой воды Белгородской области по химическому составу и свойствам // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2008. – Вып.7, №7(47). – С.66-70.
37. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. Пер. с англ. / Под ред. Х. Зигеля, А. Зигель. – М.: Мир, 1993. – 368 с.

CHEMICAL AND ECOLOGICAL AS WELL AS HYGIENIC ESTIMATION OF WATER OF THE NATURAL PARK «NEZHEGOL»

**L.F. Peristaya, I.V. Indina
V.A. Peristy, Ju.N. Kozyreva**

Belgorod State National Research University

Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: peristaya@bsu.edu.ru

The investigation of chemical composition of river and drinking water from the natural park «Nezhegol» on 14 indicators has been carried out. It is found that the ecological state of the river Nezhegol is satisfactory. As for total hardness running water exceeds hygienic requirements, but other values correspond to quality requirements for drinking water. Mineral water from the well-room surpasses in fineness running water on the most part of indicators, as for fluoride ions content it can compete with some mineral waters, produced in the Belgorod region.

Key words: river water, drinking water, cationic-anionic composition, main microelements, safety indicators.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТОЦИАНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕПЕСТКОВ ЦВЕТКОВ ПИОНОВ

А.Н. Чулков¹
В.И. Дейнека¹
М.Ю. Третьяков²
Л.А. Дейнека¹
О.В. Нецветасва¹

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: deineka@bsu.edu.ru

² ГНУ Белгородский НИИСХ Россельхозакадемии

Россия, 308001, Белгород, ул. Октябрьская, 58

Методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с диодно-матричным и масс-спектрометрическим детекторами исследованы антоциановые комплексы лепестков цветков пионов из коллекции Ботанического сада БелГУ. Показано, что основной компонент всех исследованных комплексов (кроме *P. tenuifolia* L.) – пеонидин-3,5-диглюкозид, другие принципиальные компоненты – пеонидин-3-диглюкозид, цианидин-3,5-диглюкозид, цианидин-3-глюкозид и следовые количества пеларгонидин-3,5-диглюкозида, еще реже обнаруживается пеларгонидин-3-глюкозид. Высокий уровень накопления антоцианов в интенсивно окрашенных сортах пионов (до 0.680 г на 100 г свежих лепестков) позволяет рассматривать их как перспективные источники антоцианов для промышленного получения натуральных колорантов.

Ключевые слова: ОФ ВЭЖХ, антоцианы, электроспрей, масс-спектрометрия, цветки, *Paeonia*.

Введение

Род Пион (*Paeonia* L.) относится к семейству пионовые (Paeoniaceae) порядка Камнеломкоцветные (Garryales). Систематизация внутри рода, содержащего более 30 видов, неоднозначна и включает три (*Paeonia*, *Moutan* и *Onaepia* [1]) или четыре (добавляется еще *Albiflora*) подрода (<http://www.peonies.org/PeonySpecies.html>) (может нужно давать ссылку по форме – [2]). Пионы подразделяются на травянистые, у которых надземная часть осенью отмирает, и древовидные, сохраняющие ее круглый год. В культуре наиболее широко распространены травянистые пионы, реже выращиваются древовидные пионы. В России произрастают 7 видов, 4 из которых (*P. lactiflora* Pall., *P. tenuifolia* L., *P. wittmanniana* Hartwiss ex Lindl., *P. officinalis* L.) широко используются в селекции [2].

Само название «пион» (*Paeonia*) имеет мифологическое происхождение и происходит от имени Пеон – ученика мифического целителя Асклепия [1]. Это связано с тем, что из некоторых пионов готовят лекарственные препараты, например, настойка корней пиона уклоняющегося, *Paeonia anomala* L., или марьиного корня, признана в официальной медицине в России [3].

Травянистые пионы достигают 60-100 см высоты и характеризуются мощным мясистым корневищем и крупными рассеченными листьями. На концах стеблей, по одному или соцветиями, расположены крупные махровые, полумахровые или простые цветки, окраска которых может варьироваться от белой до кремовой и желтой или через розовую до красной или фиолетовой, что обусловлено биосинтезом в них антоцианов [4, 5]. Антоциановые комплексы образованы 3-глюкозидами и 3,5-диглюкозидами пеларгонидина, цианидина и петунидина в различных соотношениях.

Антоцианы в настоящее время рассматриваются в качестве пищевых колорантов с высокой биологической активностью [6]. Цветки пионов как непищевые источники антоцианов могут представлять интерес для препаративных целей. Целью настоящей работы было исследование антоциановых комплексов лепестков цветков пионов и оценка их потенциала для препаративного получения колорантов.

Экспериментальная часть

В работе исследовали лепестки цветков пионов из коллекции ботанического сада БелГУ. Антоцианы экстрагировали 0.1 М водным раствором соляной кислоты; сум-

марное содержание антоцианов определяли спектрофотометрическим методом с пересчетом на цианидина-3-глюкозид [7].

Видовой состав антоцианового комплекса лепестков цветков исследовали методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с использованием хроматографа фирмы Agilent 1260 с диодно-матричным и масс-спектрометрическим детекторами. В качестве элюентов использовали систему ацетонитрил муравьиная кислота вода (8 : 10 : 92), при скорости подвижной фазы 1 мл/мин; в работе использовали хроматографическую колонку – Symmetry® C18 4.6×250 мм с термостатированием при 40 °С. Спектры индивидуальных компонентов записывали в ячейке диодно-матричного детектора в диапазоне длин волн 420-600 нм. Масс-спектры записывали на квадрупольном масс спектрометре Agilent 6130 Quadrupole LC/MS в режиме ESI (ионизация распылением в электрическом поле) с позитивным режимом сканирования в диапазоне масс 250-1200. Напряжение на фрагментаторе – 200 В. Давление газа-распылителя 2 бар, скорость газа осушителя 10 л/мин, температура газа осушителя 350 °С, температура испарителя 250 °С.

Результаты и обсуждения

По литературным данным [4, 5] древовидные пионы по антоциановому составу пигментов лепестков цветков подразделяются на четыре группы, различающиеся долей пеларгонидина, цианидина и пеонидина в общей сумме 3-глюкозидов и 3,5-диглюкозидов. В экстрактах лепестков цветков растений исследованных в настоящей работе, основными компонентами оказались только производные цианидина и пеонидина, а гликозиды пеларгонидина присутствовали лишь в следовых количествах (рис. 1).

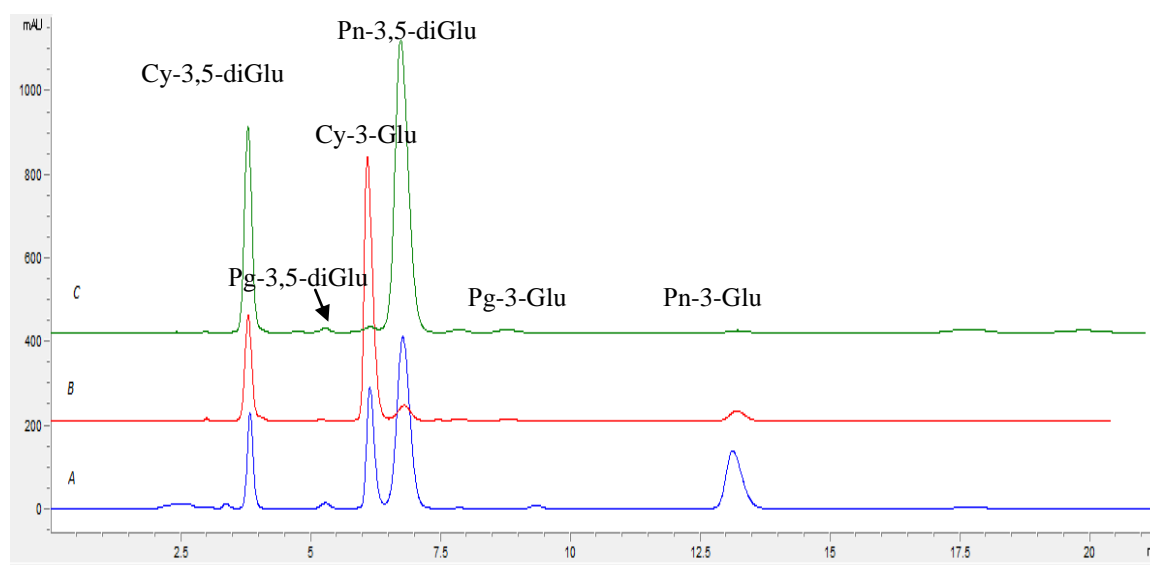


Рис. 1. Хроматограммы исследуемых пионов

А – пион древовидный, В – пион тонколистый, С – пион обыкновенный

Для идентификации индивидуальных компонентов на рис. 1 мы использовали, во-первых, сопоставление удерживания с антоцианами плодов черного винограда (смесь 3-глюкозидов дельфинидина, петунидина, мальвидина, цианидина и пеонидина, [8]), плодов барбариса обыкновенного (3-глюкозиды цианидина и пеларгонидина [9]) и черной смородины [10]. Так были найдены 3-глюкозиды цианидина, пеларгонидина и пеонидина.

Для идентификации 3,5-диглюкозидов использовали специфическую общность для всех антоцианидинов карты относительного удерживания «антоцианидин-3,5-диглюкозид относительно антоцианидин-3-глюкозид», построенной с использованием цианидин-3-глюкозида из плодов черной смородины и 3,5-диглюкозида цианидина из лепестков цветков красной розы по методу, изложенному ранее [11].

Во-вторых, для подтверждения правильности отнесения мы использовали спектральные характеристики антоцианов, записанные в ячейке диодно-матричного детектора. Для 3-глюкозидов цианидина и пеонидина получены практически идентичные спектры с максимумом поглощения при 516 нм, тогда как в спектрах производных пеларгонидина максимум абсорбции смещается в коротковолновую область до 498 нм (рис. 2). При этом введение второго глюкозидного радикала в положение 5 приводит к характерному изменению спектра – к небольшому гипсохромному смещению основного пика (на 1-2 нм) и к исчезновению полосы при ~ 440 нм.

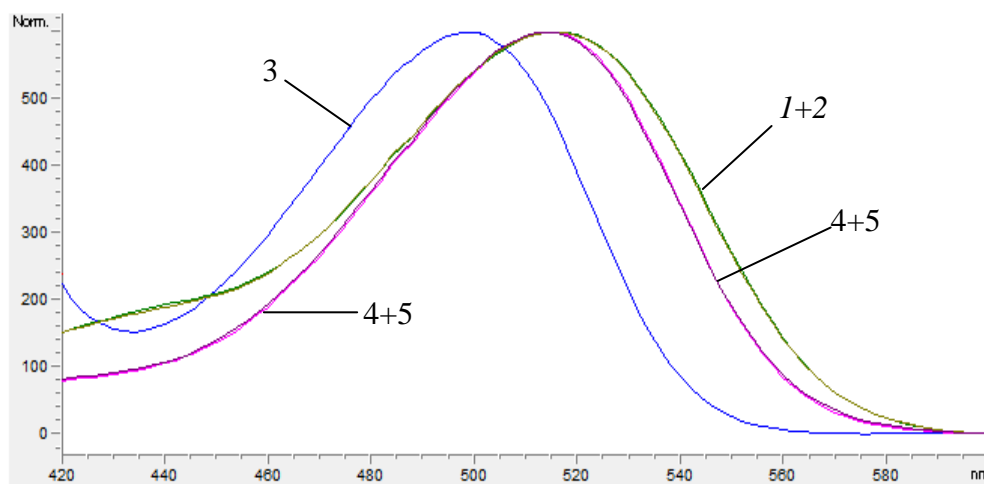


Рис. 2. Спектры компонентов антоцианов пионов

1 – цианидин-3-глюкозид (Cy-3-Glu), 2 – пеонидин-3-глюкозид (Pn-3-Glu), 3 – пеларгонидин-3-глюкозид (Pg-3-Glu), 4 – цианидин-3,5-диглюкозид (Cy-3,5-diGlu), 5 – пеонидин-3,5-диглюкозид (Pn-3,5-diGlu)

И наконец, в-третьих, для подтверждения идентификации использовали масс-спектрометрические параметры компонентов элюата. Спектры записывали в режиме электроспрей – Electrospray ionization, ESI, т.е. ионизацией распылением в электрическом поле (рис. 3). Этот метод, за разработку которого американскому физику Дж. Фенну в 2002 г. была присуждена Нобелевская премия, был впервые реализован в Ленинградском институте аналитического приборостроения Академии Наук [12], где он получил название ЭРИАД – экстракция ионов из растворов при атмосферном давлении. Метод характеризуется возможностью контроля фрагментации – в том числе и возможностью получения молекулярных ионов, но в нашем случае, как и по литературным данным, молекулярные ионы (M^+) не удается получить в индивидуальном виде – отщепление углеводного фрагмента происходит очень легко (см. схема 1).

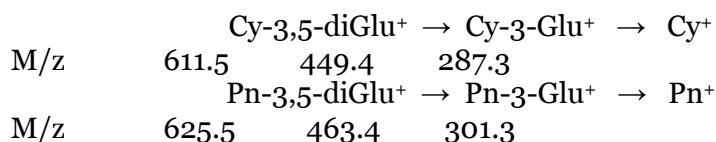


Схема 1. Фрагментация ионов антоцианов

Так, в случае цианидина-3-глюкозида основным является не молекулярный ион с $M/z = 449.1$, а продукт отщепления глюкозы – катион цианидина $M/z = 287.0$. Удивительно, но в случае цианидин-3,5-диглюкозида сигнал молекулярного иона оказывается основным. Следовательно, при анализе элюата, во-первых, нельзя быть уверенным в надежности определения массы аналита и, во-вторых, возможны проблемы при идентификации в том случае, если происходит соэлюирование двух или более веществ. По этой причине, исследование хроматографического поведения компонентов смеси и построение карты разделения [13] является необходимой процедурой в ВЭЖХ не

только при использовании спектрофотометрического, но и масс-спектрометрического детекторов.

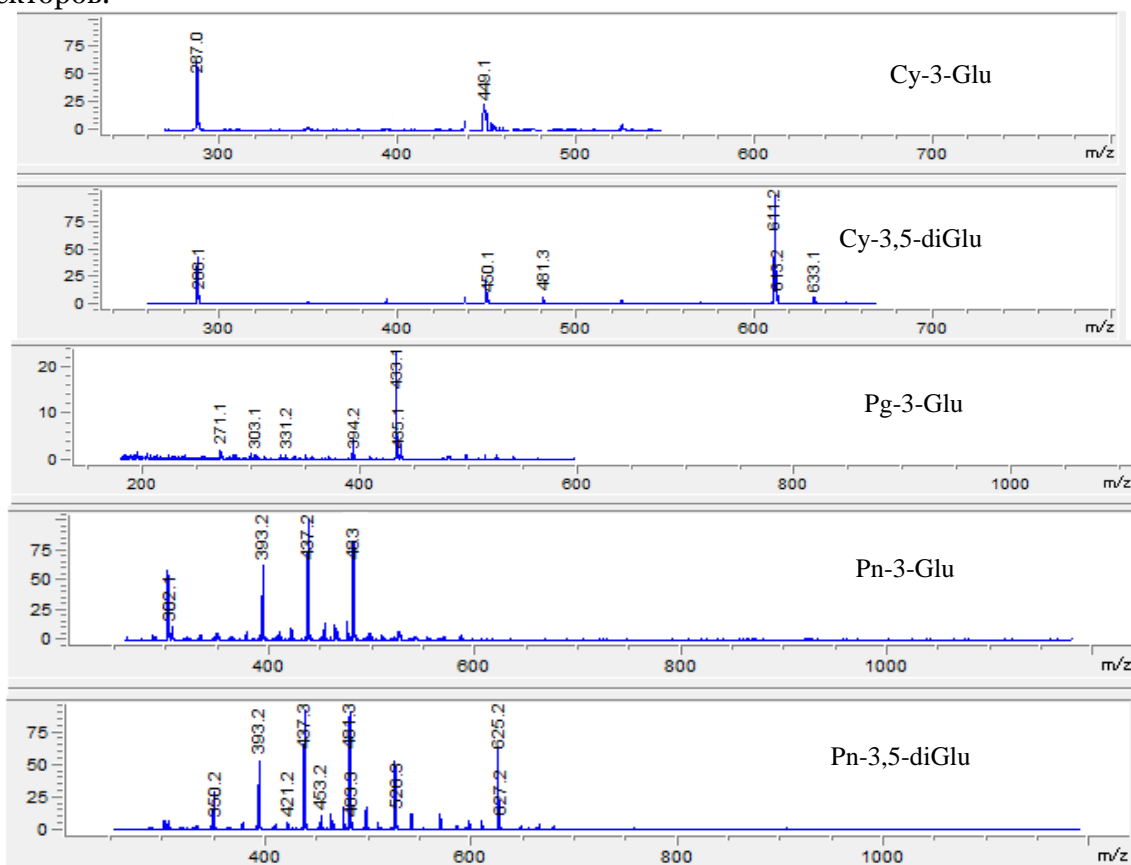


Рис. 3. Масс-спектры антоцианов в режиме ESI

Результаты определения антоцианов лепестков цветков пионов, исследованных в данной работе, представлены в таблице. Для сопоставления найденных составов удобно использовать обобщенные параметры относительной активности ферментов, определяющих набор антоцианов.

Так, для всех антоцианов активности двух флавоноид гидроксилаз (F3'N и F3',5'N) определяет в конечном итоге образование антоцианов цианидинового (цианидина и пеонидина) и дельфинидинового (дельфинидина, петунидина и мальвидина) рядов [14]. Но в нашем случае расчет параметров, оценивающих активность этих ферментов, практически лишен смысла, поскольку во всех случаях доля производных пеларгонидина была очень низкой, что говорит о высокой относительной активности F3'N и об отсутствии F3',5'N для всех пионов из коллекции ботанического сада БелГУ. Однако, судя по литературным данным, существуют сорта пионов с низкой активностью F3'N.

Второй параметр может быть определен как активность фермента, вводящего глюкозидный заместитель в положение глюкозил-5-трансфераза, G5T, которая может быть рассчитана по доле 3,5-диглюкозидов в сумме всех антоцианов:

$$\alpha(G5T) = \frac{n(\text{Cy} - 3,5 - \text{diGlu}) + n(\text{Pg} - 3,5 - \text{diGlu}) + n(\text{Pn} - 3,5 - \text{diGlu})}{\sum n(i)}$$

Третий параметр отвечает за дифференциацию антоцианов внутри каждого из рядов и определяется активностью метилтрансфераз, превращающих производные цианидина в производные пеонидина. Он рассчитывается по доле всех производных пеонидина в сумме всех производных пеонидина и цианидина:

$$\alpha(\text{Me}) = \frac{\sum n(\text{Pn})}{\sum n(\text{Pn}) + \sum n(\text{Cy})}$$

Таблица

**Антоциановые комплексы цветков пионов из коллекции
Ботанического сада БелГУ**

| | Доля индивидуальных антоцианов, моль % | | | | | | $\alpha(Me)$ | $\alpha(G5T)$ |
|--|--|-------|------|-------|------|------|--------------|---------------|
| | Cy35G | Pg35G | Cy3G | Pn35G | Pg3G | Pn3G | | |
| Пион древовидный (<i>P. x suffruticosa</i> Andrews) | 11.7 | 0.9 | 20.0 | 45.8 | 0.9 | 20.6 | 0.67 | 0.57 |
| Пион тонколиственный (<i>P. tenuifolia</i> L.) | 22.1 | 0.0 | 66.9 | 6.1 | 0.0 | 4.9 | 0.11 | 0.28 |
| Пион Делавей (<i>P. delavayi</i> Franchet) | 17.1 | 0.0 | 9.7 | 63.7 | 0.0 | 9.5 | 0.73 | 0.81 |
| Сортовые пионы | | | | | | | | |
| группа гибридные | | | | | | | | |
| Хэнри Бокстоус | 7.2 | 0.8 | 0.0 | 90.9 | 0.0 | 1.1 | 0.92 | 0.98 |
| Рэд Чарльз | 6.3 | 3.6 | 0.0 | 88.5 | 0.0 | 1.6 | 0.90 | 0.95 |
| Кэрол | 1.2 | 0.4 | 0.0 | 97.8 | 0.0 | 0.6 | 0.98 | 0.99 |
| группа розовидные | | | | | | | | |
| Франсуа Ортега | 3.8 | 1.9 | 0.0 | 93.4 | 0.0 | 0.9 | 0.94 | 0.97 |
| Зе Майти Мо | 2.9 | 0.8 | 0.0 | 94.2 | 0.0 | 2.0 | 0.96 | 0.97 |
| Парковый | 2.8 | 1.5 | 0.0 | 95.0 | 0.0 | 0.7 | 0.96 | 0.98 |
| Сэр Томас Липтон | 2.1 | 1.1 | 0.0 | 95.9 | 0.0 | 0.8 | 0.97 | 0.98 |
| группа японские | | | | | | | | |
| Золотое руно | 8.6 | 1.7 | 0.6 | 87.7 | 0.0 | 1.4 | 0.89 | 0.96 |
| Бэтти Гров | 3.3 | 3.7 | 0.0 | 93.0 | 0.0 | 0.0 | 0.93 | 0.96 |
| неизвестные сорта | | | | | | | | |
| №1 | 28.0 | 0.0 | 1.3 | 69.9 | 0.0 | 0.8 | 0.71 | 0.98 |
| №2 | 11.9 | 1.6 | 0.0 | 86.2 | 0.0 | 0.3 | 0.86 | 0.98 |

Как следует из представленных данных, для большинства исследованных сортов пионов характерна высокая активность как глюкозил-5-трансферазы, так и метилтрансфераз, приводящая к преимущественному образованию пеонидин-3,5-диглюкозидов. При этом примечательно то, что уровень накопления антоцианов в лепестках цветков пиона сорта Хэнри Бокстоус довольно высок – порядка 0.680 г на 100 г свежих лепестков. Это меньше, чем для плодов бузины, черники и аронии черноплодной, но с учетом величины цветков (под 50 г) и несъедобности материала они становятся перспективными источниками антоцианов с относительно простой технологией выращивания (пионы – многолетники) и сбора продукции.

Заключение

Таким образом, лепестки цветков пионов из коллекции Ботанического сада БелГУ накапливают в основном пеонидин-3,5-диглюкозид, другие принципиальные компоненты – пеонидин-3-диглюкозид, цианидин-3,5-диглюкозид, цианидин-3-глюкозид и следовые количества пеларгонидин-3,5-диглюкозида, еще реже обнаруживается пеларгонидин-3-глюкозид. Высокий уровень накопления антоцианов в интенсивно окрашенных сортах позволяет рассматривать их как перспективные источники антоцианов для промышленного получения.

Список литературы

1. Halda J.J., Waddick J. W. The genus Paeonia. – Portland: Timber Press, 2004. – 226 p.
2. Ефимов С.В. Род Paeonia L. Современные направления интродукции и методы оценки декоративных признаков: автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 2008. – С. 4-5.
3. Турова А.Д., Сапожникова Э.Н. Лекарственные растения СССР и их применение. – М.: Медицина, 1984. – С. 45-47.



4. Analysis of Petal Anthocyanins to Investigate Flower Coloration of Zhongyuan (Chinese) and Daikon Island (Japanese) Tree Peony Cultivars / L.-S. Wang, A. Shiraishi, F. Hashimoto et al. // *J. Plant Res.* – 2001. – V.114. – P. 33-43.
5. Analysis of petal anthocyanins to investigate coloration mechanism in herbaceous peony cultivars / N. Jia, Q.-Y. Shu, L.-S. Wang et al. // *Sci. Hortic.* – 2008. – V.117. – P. 167-173.
6. He J., Giusti M.M. Anthocyanins: Natural Colorants with Health-Promoting Properties // *Annual Rev. Food Sci. Technol.* – 2010. – V.1. – P. 163-187.
7. Giusti M., Wrolstad R.E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy // *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* (2001) F1.2.1-F1.2.13. (?)
8. Biosynthesis of Anthocyanins and Their Regulation in Colored Grapes / F. He, L. Mu, G.-L. Yan et al. // *Molecules.* – 2010. – V.15. – P. 9057-9091.
9. Сорокопудов В.Н., Хлебников В.А., Дейнека В.И. Антоцианы некоторых растений семейства Berberidaceae // *Химия растительного сырья.* – 2005. – №4. – С. 57-60.
10. ВЭЖХ в контроле антоцианового состава плодов черной смородины / Л.А. Дейнека, Е.И. Шапошник, Д.А. Гостищев и др. // *Сорбц. хром. процесс.* – 2009. – Т.9, Вып.4. – С. 529-536.
11. Дейнека В.И., Григорьев А.М. Относительный анализ удерживания гликозидов цианидина // *Ж. физ. химии.* – 2004. – Т.78, №5. – С. 923-926.
12. Механизм молекулярной фрагментации и атомизации ионов в газодинамической транспортирующей ячейке / А.Н. Баженов, С.В. Булович, Л.Н. Галль и др. // *Письма в ЖТФ.* – 2010. – Т.36, Вып. 7. – С. 45-53.
13. Дейнека В.И. Карта хроматографического разделения и инкрементные зависимости в методе относительного анализа удерживания в ВЭЖХ // *Ж. физ. химии.* – 2006. – Т.80, №3. – С. 511-516.
14. Дейнека Л.А., Литвин Ю.Ю., Дейнека В.И. Критерии для классификации винограда по антоциановому комплексу плодов // *Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки.* – 2008. – №7(47), Вып.7. – С. 71-78.

INVESTIGATION OF PAEONIA FLOWERS PETALS ANTHOCYANIN COMPLEXES

**A.N. Chulkov¹, V.I. Deineka¹
M.Yu. Tretyakov², L.A. Deineka¹
O.V. Netzetayeva¹**

Belgorod State National Research University

Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: deineka@bsu.edu.ru

² Belgorod Agricultural Research Institute

Oktyabrskaya St., 58, Belgorod, 308001, Russia

Anthocyanin complexes of peony flowers petals from the collection of Botanical Garden of Belgorod State University were investigated by reversed-phase HPLC with diode array and mass spectrometric detectors. Peonidin-3,5-diglucoside has been shown to be the main component in all but *P. tenuifolia* L. species under investigation – peonidin-3-glucoside, cyanidin-3,5-diglucoside, cyanidin-3-glucoside as well as pelargonidin-3,5-diglucoside were also with a trace level of pelargonidin accumulation. Pelargonidin-3-glucoside is found even more rarely. A high overall concentration of anthocyanins in deeply colored flower (up to 0/680 g per 100 of fresh petals) prove the material to be a rich source of anthocyanins for industrial natural colorants manufacture.

Keywords: RP HPLC, anthocyanins, electrospray, ESI-MS, flowers, *Paonia*.

УДК 543.54:547.973.633.88

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ В ТЕСТИРОВАНИИ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ЛИЗИНА¹

Н.Г. Габрук
И.И. Олейникова
А.В. Метелев

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет*

*Россия, 308015, Белгород,
ул. Победы, 85*

*E-mail: Gabruk@bsu.edu.ru;
Oleynikova@bsu.edu.ru*

Проведено хроматографическое определение лизина в культуральной жидкости после ферментации *Corynebacterium glutamicum*. Установлено, что ВЭЖХ является надежным методом в тестировании культуральной жидкости микробиологического синтеза лизина. Оптимизированы условия хроматографирования и получены сходимые результаты по определению чистоты стандартного образца лизина. Для проведения хроматографического анализа отработана пробоподготовка культуральной жидкости и установлена кратность разбавления исходного образца. Методом обращено-фазовой (ОФ) ВЭЖХ определены оптимальные условия проведения хроматографического анализа разбавленной биомассы и содержание лизина в культуральной жидкости.

Ключевые слова: лизин, культуральная жидкость, ОФ ВЭЖХ, условия хроматографирования.

Введение

Культуральные среды микробиологического производства лизина представляют из себя смесь питательных и ростовых веществ, продуктов биосинтеза, продуктов распада и низкомолекулярных примесей [1]. Они могут содержать, помимо лизина, в своём составе другие аминокислоты, а также минеральные примеси такие как азот, фосфор, калий [2].

Задачей исследования было установить возможность тестирования культуральной жидкости методом обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ).

Экспериментальная часть

Объектом исследования выбрана культуральная жидкость микробиологического синтеза лизина после ферментации *Corynebacterium glutamicum*. Для тестирования использовали ГСО аминокислот фирмы Agilent. Пересчет проводили на L-лизин моногидрохлорид кристаллический – α, ϵ -диаминокапроновую кислоту, оптически активную левовращающую форму.

Лизин как аминокислота с заряженной боковой цепью высокополярна, что затрудняет ее выделение из смеси других аминокислот. Вторая проблема в определении содержания лизина связана с низким коэффициентом экстинкции карбоксильных групп в ультрафиолетовой области спектра [3]. В связи с этим, была проведена предколониальная модификация лизина, позволяющая получить производное с более высоким коэффициентом поглощения [4].

Хроматографическое определение лизина проводили на приборе Agilent 1100 Series HPLC. Методика фирмы Agilent "Sensitive and Reliable Amino Acid Analysis in Protein Hydrolysates using the Agilent 1100 Series HPLC" была адаптирована ввиду отсутствия и труднодоступности ключевых компонентов подвижной фазы: метанола и тетрагидрофурана.

¹ Работа выполнена в рамках Субподрядного договора № 80/10 (от 27 августа 2010 г), по договору № 13.Г.25.31.0069 от 22.10.10. «Разработка промышленной технологии крупнотоннажного производства лизина и побочных продуктов на основе глубокой переработки зерна и кадровое обеспечение производства».

Замену растворителям подбирали, основываясь на теории групп селективности органических растворителей и треугольника Снайдера. Исходя из этих соображений, метанол был заменен на схожий по свойствам изопропанол, а тетрагидрофуран на N,N – диметилацетамид.

Порядок получения производных аминокислот по реакции с ортофталевым альдегидом и 9-флуоренилметилхлороформатом остался неизменным.

Условия хроматографирования: подвижная фаза – ацетат натрия, диметилацетамид (фаза А), ацетат натрия, ацетонитрил, изопропанол (фаза Б), колонка Hypersil ODS 5 мкм * 20см, УФ-детектор.

Предварительно были сняты хроматограммы стандартных смесей аминокислот различной концентрации. Установлено, что оптимальная концентрация аминокислот равна 1 nmol/μl, хроматограмма которой приведена на рисунке 1. Время удерживания лизина составляет 12 мин.

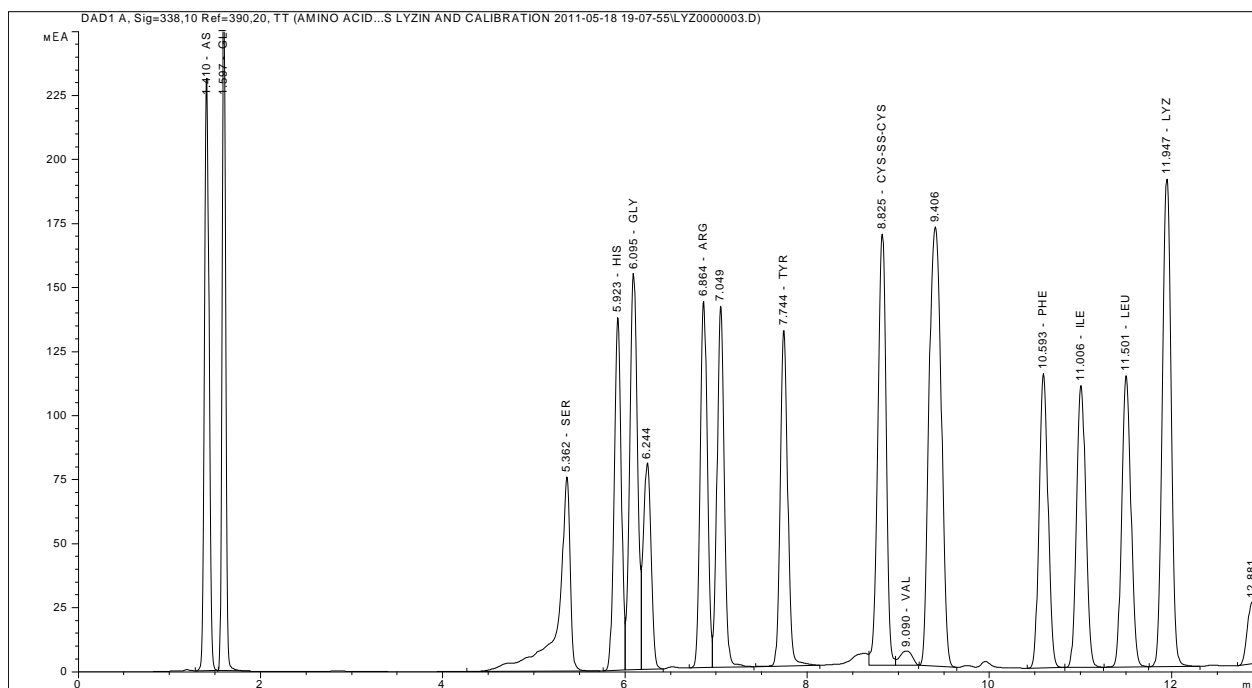


Рис. 1. Хроматограмма стандартной смеси аминокислот с концентрацией 1 nmol/μl

Для определения чистоты кристаллического лизина хлорида проведено хроматографирование раствора $c=1$ nmol/μl и построен градуировочный график (рис. 2). Время удерживания лизина хлорида аналогично и составляет 12 мин.

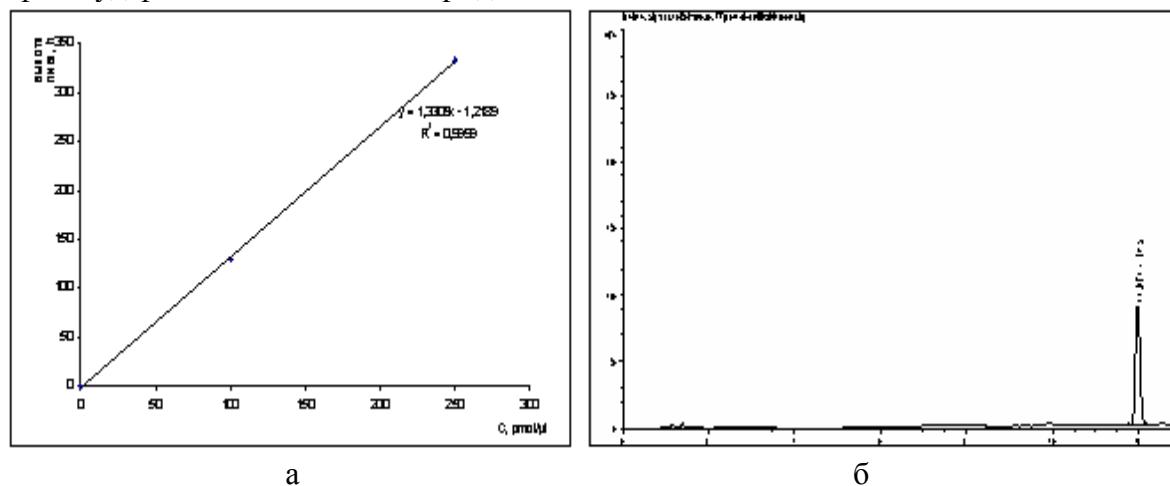


Рис. 2. Градуировочный график (а) и хроматограмма раствора лизина хлорида (б)

Для установления кратности разбавления исходного образца культуральной жидкости готовили растворы в соотношении 1:50, 1:500, 1:1000, 1:3000. Степень разбавления контролировали методом спектрофотометрии на спектрофотометре Specord 210 PLUS в кварцевых кюветах $l=1$ см в диапазоне 190-400 нм. На основании спектров и теоретического расчета концентрации лизина пробу разбавляли в 2500 раз.

Концентрацию лизина в культуральной жидкости определяли по адаптированной методике с предварительной дериватизацией ортофталевым альдегидом и 9-флуоренилметилхлороформатом. Перед отбором пробу гомогенизировали. Отбирали 5-10 см³ суспензии, помещали в центрифужную пробирку и центрифугировали в течение 15 минут при 6000 тыс. оборотах. Надосадочную жидкость сливали и фильтровали через мембранный фильтр Владипор с диаметром пор 45мкм. В результате пробоподготовки получали прозрачную жидкость (рис.3).

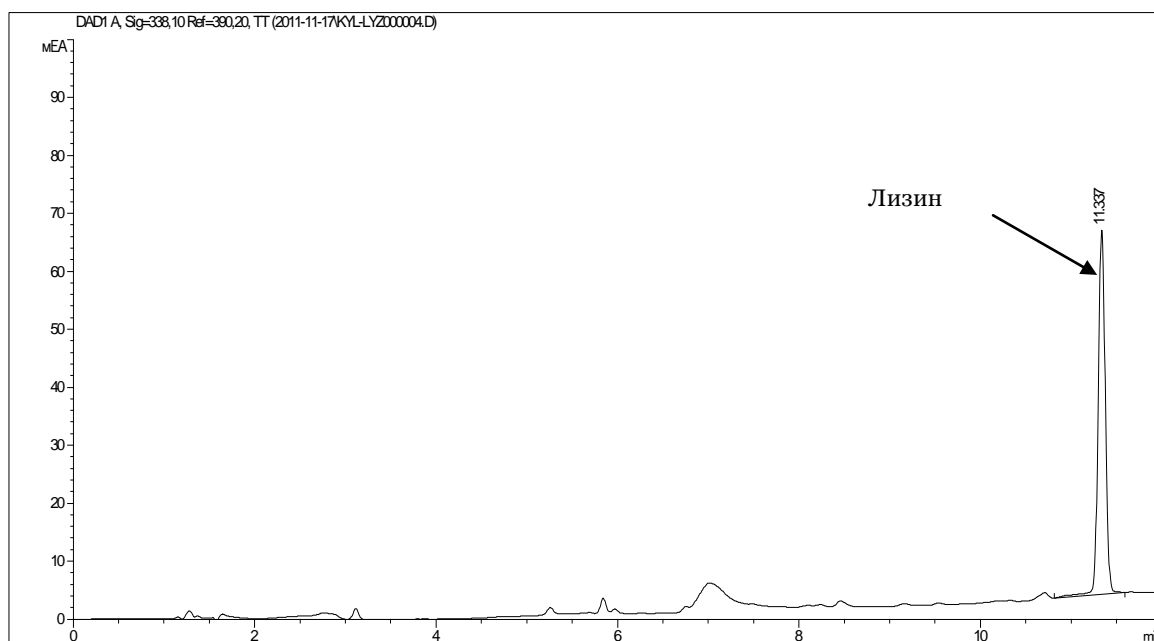


Рис. 3. Хроматограмма культуральной жидкости после ферментации *Corynebacterium glutamicum*

Время выхода лизина хорошо коррелирует со временем стандартной смеси аминокислот, что подтверждает наличие лизина в культуральной жидкости, а также других аминокислот в следовых количествах (менее 0.01 $mmol/l$).

По данным хроматограмм стандартов аминокислот 250 и 1000 $pmol/\mu l$ была построена градуировочная зависимость в координатах «концентрация лизина» - «высота пика». Концентрация лизина, рассчитанная по градуировочной зависимости с учетом разбавления, составила 94.74 г/дм³, в пересчете на лизина хлорид концентрация составила 118.35 г/дм³.

Заключение

Установлено, что метод ОФ ВЭЖХ может быть использован в тестировании культуральной жидкости микробиологического синтеза лизина. Оптимизированы условия хроматографирования и получены сходимые результаты по определению чистоты стандартного образца лизина. Отработана пробоподготовка культуральной жидкости для проведения хроматографического анализа и установлена кратность разбавления исходного образца. Степень разбавления контролировали методом спектрофотометрии.

Список литературы

1. Аузан, С.И. Биохимические изменения состава кормового концентрата лизина в зависимости от условий культивирования *Brevibacterium* штамм: автореф. канд. дисс. – Рига, 1970. – С 3.

2. Бобрешова О.В. Разработка малоотходных мембранно-сорбционных технологий очистки и концентрирования L-аминокислот для пищевой промышленности и медицины: Отчет НИР НТП Министерства образования РФ (203.05.001). – Воронеж: ВГУ, 2002. – 104 с.

3. ВЭЖХ в биохимии / Бауэр Г., Энгельгард Х., Хеншен А., и др. Под ред. А. Хеншен и др. – М.: Мир, 1988. – 688 с.

4. Гуляк Е.В. Достижения и перспективы химической науки: материалы 17 Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – Казань, 2003. – С. 73.

HIGHLY EFFECTIVE LIQUID CHROMATOGRAPHY (HELIC) IN TESTING OF THE LIQUID ENVIRONMENT OF MICROBIOLOGICAL SYNTHESIS OF THE LYSINE

Н.Г. Габрук
И.И. Олейникова
А.В. Метелев

Belgorod State National Research University

Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

*E-mail: Gabruk@bsu.edu.ru;
Oleynikova@bsu.edu.ru*

Definition of the concentration of a lysine in liquids is the problem of this research. Have been established that HELC is a reliable method for testing of the liquid environment which a lysine have been synthesis. The conditions of chromatography are optimized and results by definition of cleanliness of the standard sample of a lysine are received. Preparation of environment liquids for analysis have been carrying out. Limit of diluting of the initial environment liquids is established. The method turned-phase HELC defines the optimum conditions of analysis of the diluted biomass. The concentration of lysine in environment liquids has been defined.

Key words: lysine, environment liquid, highly effective liquid chromatography, turned-phase HELC, conditions of chromatography.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 631.416.3:631.416.4(470.325)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ И ПОЧВАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Лукин
Н.С. Четверикова
М.А. Ероховец

¹ Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет

Россия, 308015, Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: serg.lukin2010@yandex.ru

² Центр агрохимической службы
«Белгородский»

Россия, 308027, г. Белгород,
ул. Щорса, 8

В статье рассмотрены результаты мониторинга содержания общего азота, нитратов и нитритов в некоторых видах растениеводческой продукции. Проанализирована динамика содержания легкогидролизуемого азота в пахотных почвах Белгородской области. Представлены данные по содержанию общего и легкогидролизуемого азота в почвах заповедника «Белогорье». Рассчитан баланс азота в земледелии области по циклам агрохимического обследования.

Ключевые слова: азот, азотфиксация, баланс азота, легкогидролизуемый азот, мониторинг, нитраты, нитриты, плодородие почвы, удобрения.

Введение

Азот – это элемент, который без преувеличения играет главнейшую роль в жизни на нашей планете. В молекулярной форме он занимает 78% объема земной атмосферы. В различных объектах биосферы содержится более 151 млрд. т азота, в том числе в органических соединениях почвенного покрова 150 млрд. т, в биомассе растений – 1.1 млрд. т, в биомассе животных – 61 млн. т [1].

Азот необходим всем живым организмам для синтеза азотсодержащих строительных блоков – аминокислот, из которых образуются белки и нуклеиновые кислоты. Поэтому его часто называют «органогеном». Содержание азота в организме взрослого человека составляет около 3% от массы тела. Среди соединений азота немало токсичных для организма: окись азота, нитраты, нитриты, нитрозамины, аммиак и другие соединения.

Нитраты не отличаются высокой токсичностью для теплокровных, однако в процессе трансформации они могут восстанавливаться до нитритов, опасных для человека и животных. Механизм токсического действия нитритов на организм заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови. Они переводят двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное с образованием метгемоглобина, который ухудшает перенос кислорода в крови, способствует расширению кровеносных сосудов и понижению кровяного давления.

В настоящее время дискутируется вопрос об онкогенном действии нитритов. У людей с пониженной кислотностью желудочного сока из нитритов образуется большое количество нитрозоаминов, которые вызывают рак желудка [2].

Объекты и методы исследования

Территория Белгородской области включает лесостепную и степную почвенные зоны. Почвенный покров лесостепной зоны (около 75% площади области) представ-



лен чернозёмами типичными, выщелоченными и темно-серыми лесными почвами, а степной зоны – чернозёмами обыкновенными, карбонатными, остаточнокорбонатными (меловыми) и солонцеватыми. По уточненным данным общая площадь эродированных пахотных почв Белгородской области составляет 47.9% [3].

В статье представлен материал, полученный в результате сплошного агрохимического обследования почв и локального мониторинга, проводимого на реперных участках Белгородской области. При проведении сплошного обследования одна объединенная почвенная проба (состоящая из 20-40 точечных проб) отбирается из пахотного (0-25 см) слоя с площади 20 га. Реперные участки заложены в каждом районе области и представляют собой поле или участок поля (площадь 4-40 га), удаленный от источников промышленного и транспортного загрязнения. Почвенный покров участков представлен черноземами типичными и выщелоченными.

Все аналитические исследования проводились в аккредитованной лаборатории. Валовое содержание азота в почвах и растениях определялось по методу Кьельдаля, содержание щелочногидролизуемого (легкогидролизуемого) азота в почвах по методу Корнфилда. При статистической обработке данных локального мониторинга использовались расчеты доверительного интервала для среднего значения ($\bar{x} \pm t_{0.5} s \bar{x}$) и коэффициента вариации ($V, \%$).

Результаты и их обсуждение

Азот в растениях является основным питательным элементом. В сухой массе растений его содержится от 0.5 до 6.0%. Он входит в состав таких важнейших органических соединений, как белки (где его содержится от 16 до 18%), нуклеиновые кислоты, липоидные компоненты мембран, фотосинтетические пигменты, хлорофилл, фосфатиды, гормоны, витамины и другие жизненно важные соединения.

Содержание азота в продукции основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в Белгородской области, представлено в таблице 1. В среднем содержание азота в зерне озимой пшеницы составляло 2.04 ± 0.08 , в зерне ячменя – 1.86 ± 0.08 , в семенах подсолнечника – 2.63 ± 0.21 , в корнеплодах сахарной свеклы – 0.89 ± 0.06 мг/кг. В побочной продукции озимой пшеницы, ячменя и подсолнечника содержание азота было ниже, чем в основной продукции, соответственно в 4.2, 3.0 и 3.2 раза. В ботве сахарной свеклы содержание азота было в 3.2 раза выше, чем в корнеплодах.

Таблица 1

Содержание азота в сельскохозяйственных культурах на реперных участках, % абсолютно сухого вещества

| Сельскохозяйственная культура | | $\bar{x} \pm t_{0.5} s \bar{x}$ | <i>lim</i> | <i>V, %</i> |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------|-------------|
| Озимая пшеница | зерно | 2.04 ± 0.08 | 1.53-2.61 | 13.7 |
| | солома | 0.49 ± 0.04 | 0.27-0.82 | 29.5 |
| Ячмень | зерно | 1.86 ± 0.08 | 1.44-2.58 | 13.5 |
| | солома | 0.61 ± 0.06 | 0.28-0.97 | 29.7 |
| Сахарная свекла | корнеплоды | 0.89 ± 0.06 | 0.54-1.16 | 18.7 |
| | ботва | 2.85 ± 0.21 | 1.96-3.88 | 18.1 |
| Подсолнечник | семена | 2.63 ± 0.21 | 1.89-3.41 | 16.1 |
| | стебли и корзинки | 0.83 ± 0.07 | 0.53-0.97 | 14.9 |

Средний вынос азота с урожаем зерна озимой пшеницы в 3.5 т/га (стандартной влажности 14%) составляет 61 кг/га (с учетом соломы – 83 кг/га), с урожаем зерна ячменя в 3 т/га – 48 кг/га (с учетом соломы – 66 кг/га), с урожаем корнеплодов сахарной свеклы в 35 т/га – 78 кг/га (с учетом соответствующего количества ботвы – 216 кг/га).

Если в растениях поглощенный азот не полностью расходуется на синтез аминокислот и белков, то может происходить накопление нитратов. Для растений нитраты не токсичны. Проблема загрязнения растительной продукции нитратами тесно связана с крайне низкой культурой земледелия. Неграмотное применение азотных минеральных и органических удобрений в высоких дозах и на поздних стадиях формирования урожая приводит к чрезмерному накоплению нитратов в некоторых видах сельскохозяйствен-

ной продукции. В России установлены допустимые уровни содержания нитратов в овощной продукции (СанПиН 2.3.2.1078-01) и предельно допустимые концентрации нитратов и нитритов в кормах сельскохозяйственных животных.

Нитраты в разных частях растений распределяются неодинаково. В генеративных органах нитратов гораздо меньше, чем в вегетативных. Например, на реперных объектах Белгородской области содержание нитратов в зерне озимой пшеницы в среднем составляло $65.4 \pm 12,1$, в зерне ячменя – $66.5 \pm 14,1$ мг/кг, а в соломе соответственно – 239 ± 58 и 244 ± 51 мг/кг. Содержание нитритов варьировало в широких пределах, но не превышало 1 мг/кг в зерне и 3 мг/кг в соломе (табл. 2).

Таблица 2

Содержание нитратов и нитритов в зерновых культурах на реперных участках, мг/кг абсолютно сухого вещества

| Сельскохозяйственная культура | | ПДК | $\bar{x} \pm t_{0,5} S \bar{x}$ | lim | V, % |
|---|--------|------|---------------------------------|---------|------|
| Нитраты (NO ₃ ⁻) | | | | | |
| Озимая пшеница | зерно | 349 | 65±12 | 24-116 | 44.8 |
| | солома | 1190 | 239±58 | 89-567 | 58.8 |
| Ячмень | зерно | 349 | 67±14 | 34-142 | 51.7 |
| | солома | 1190 | 244±51 | 59-502 | 51.0 |
| Нитриты (NO ₂ ⁻) | | | | | |
| Озимая пшеница | зерно | 11.6 | 0.33±0.12 | 0.1-1.0 | 89.5 |
| | солома | 11.9 | 1.66±0.34 | 0.5-3.0 | 49.1 |
| Ячмень | зерно | 11.6 | 0.41±0.14 | 0.1-1.0 | 81.9 |
| | солома | 11.9 | 1.89±0.30 | 0.5-3.0 | 38.6 |

Примечание: значения ПДК пересчитаны на абсолютно сухое вещество с учетом стандартной влажности зерна 14%, соломы – 16%.

По данным Роспотребнадзора в 2004 г. удельный вес проб пищевой продукции, содержащих нитраты в количествах, превышающих гигиенические нормативы, составил 0,75% от исследованных, а в 2008 г. – 5,2%. На протяжении 2004-2008 гг. не зафиксировано случаев превышения содержания нитрозаминов в продукции.

Азот в почвах – единственный из биофильных элементов, который исходно отсутствует в материнских горных породах и появляется только в результате деятельности бактерий-дiazотрофов. Высокая подвижность всех природных соединений азота и большая скорость метаболизма являются основными причинами отсутствия заметных скоплений азота в природе (в виде минералов и руд).

Азот в почву поступает с атмосферными осадками, остатками животных и растений, минеральными и органическими удобрениями. Важным источником пополнения азотного фонда почвы является азотфиксация свободноживущими микроорганизмами и клубеньковыми бактериями. Академик Д.Н. Прянишников (1945) писал, «... что, как бы не было высоко производство минеральных удобрений, нечего и думать, что азотный вопрос можно решить только с помощью химической промышленности. В значительной степени он должен быть решен при помощи азотособирателей, т.е. биологическим путем» [4].

В среднем для ЦЧР симбиотическая азотфиксация зернобобовыми культурами в среднем составляет 43.8 кг/т зерна с учетом соответствующего количества соломы и растительных остатков, однолетними травами – 27.0 кг/т сена с учетом растительных остатков, многолетними травами – 33.7 кг/т сена с учетом растительных остатков [5].

Поступление в почву несимбиотически фиксированного азота свободноживущими почвенными микроорганизмами в зависимости от регионов России изменяется в пределах 3-10 кг/га [6].

В черноземах типичных Центрально-Черноземного района в минеральной (в основном в нитратной) форме содержится 0.6-1.7% азота от общего содержания, в форме легкогидролизуемых соединений – 5-8%, в форме трудногидролизуемых соединений – 12-15%, в форме негидролизуемых соединений – 75-82% [7]. Коэффициенты использования сельскохозяйственными растениями минерального азота составляют в зависимости от условий 30-70%, легкогидролизуемого азота – 15-20%

В темно-серой лесной почве заповедника «Белогорье» содержание легкогидролизующего азота в гумусово-аккумулятивном горизонте составляет 256 мг/кг, в черноземах типичных и выщелоченных – 284-301 мг/кг. С увеличением глубины почвенного профиля величина данного параметра закономерно уменьшается. В материнской породе (горизонт С) содержание легкогидролизующего азота составляет 39-55 мг/кг (табл. 3).

Таблица 3

Содержание общего и легкогидролизующего азота в почвах естественных ландшафтов заповедника «Белогорье»

| Горизонт | Мощность горизонта, см | Глубина отбора проб, см | Общий азот, % | Легкогидро-лизующий азот, мг/кг |
|--|------------------------|-------------------------|---------------|---------------------------------|
| Темно-серая лесная (участок «Лес на Ворскле») | | | | |
| A ₁ /A ₂ | 0-20 | 5-15 | 0.32 | 256 |
| A ₂ B | 21-34 | 22-32 | 0.11 | 154 |
| B ₁ | 35-56 | 40-50 | 0.03 | 88 |
| B ₂ | 57-70 | 58-68 | 0.02 | 71 |
| BC _{ca} | 71-113 | 90-100 | 0.02 | 56 |
| C _{ca} | 114-150 | 125-135 | 0.02 | 55 |
| Чернозем выщелоченный мощный тучный (участок «Ямская степь») | | | | |
| A ₁ | 7-45 | 10-20 | 0.41 | 284 |
| AB | 45-68 | 50-60 | 0.15 | 151 |
| B | 69-90 | 70-80 | 0.10 | 112 |
| BC | 91-120 | 100-110 | 0.06 | 91 |
| C | 121-165 | 140-150 | 0.03 | 39 |
| Чернозем типичный мощный тучный (участок «Ямская степь») | | | | |
| A ₁ | 7-47 | 10-20 | 0.38 | 301 |
| | | 30-40 | 0.29 | 216 |
| AB _{ca} | 48-75 | 55-65 | 0.28 | 180 |
| B _{ca} | 76-98 | 80-90 | 0.22 | 118 |
| BC _{ca} | 99-120 | 105-115 | 0.13 | 108 |
| C _{ca} | 121-165 | 150-160 | 0.03 | 55 |

По результатам сплошного агрохимического обследования почв Белгородской области за 1985-2009 гг. существенного изменения средневзвешенной величины содержания легкогидролизующего азота в почвах не установлено. Данный показатель находится в пределах 156-160 мг/кг почвы, что в 1.6-1.9 раза меньше, чем в заповедных почвах. В настоящее время большинство пахотных почв области (71.3%) относятся к категории среднеобеспеченных по содержанию легкогидролизующего азота (табл. 4).

Таблица 4

Динамика распределения пахотных почв по содержанию легкогидролизующего азота, % от обследованной площади

| Циклы | Годы | Содержание легкогидролизующего азота, мг/кг | | | | Средне-взвешенное содержание, мг/кг |
|-------|-----------|---|----------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|
| | | очень низкое < 100 | низкое 101-150 | среднее 151-200 | повышенное > 200 | |
| 4 | 1985-1989 | 5.1 | 34.2 | 54.2 | 6.5 | 156 |
| 5 | 1990-1994 | 3.4 | 27.4 | 63.5 | 5.7 | 160 |
| 6 | 1995-1999 | 4.7 | 25.0 | 66.7 | 3.6 | 159 |
| 7 | 2000-2004 | 3.1 | 26.7 | 69.6 | 0.6 | 157 |
| 8 | 2005-2009 | 1.2 | 25.5 | 71.3 | 2.0 | 160 |

Наиболее высокие значения данного параметра (178-182 мг/кг или 534-546 кг/га) отмечены в пахотном слое почв Красненского, Прохоровского и Губкинского районов. Наиболее низкие значения этого показателя (135-145 мг/кг или 405-435 кг/га) наблюдаются в пахотных почвах западных районов: Грайворонском и Борисовском. В разрезе районов области установлена высокая положительная корреляция ($r=0.98$) между

средневзвешенным содержанием органического вещества и содержанием легкогидролизующего азота в пахотном слое почвы (табл. 5).

Таблица 5

Распределение почв пашни по содержанию легкогидролизующего азота (2005-2009 гг.), % от обследованной площади

| Район | Содержание легкогидролизующего азота, мг/кг | | | | Средне- взвешенное содержание, мг/кг |
|-------------------|---|-------------------|--------------------|---------------------|---|
| | очень низкое < 100 | низкое 101-150 | среднее 151-200 | повышенное > 200 | |
| Губкинский | 0.0 | 6.4 | 80.6 | 13.0 | 182 |
| Прохоровский | 0.2 | 2.7 | 87.6 | 9.5 | 181 |
| Красненский | 0.0 | 7.6 | 87.6 | 4.8 | 178 |
| Вейделевский | 0.2 | 16.1 | 83.4 | 0.3 | 165 |
| Яковлевский | 0.2 | 11.3 | 87.1 | 1.4 | 164 |
| Красногвардейский | 0.8 | 23.5 | 74.3 | 1.4 | 163 |
| Корочанский | 0.8 | 25.6 | 72.6 | 1.0 | 162 |
| Чернянский | 4.7 | 25.5 | 63.5 | 6.3 | 162 |
| Волоконовский | 0.8 | 17.2 | 81.4 | 0.6 | 161 |
| Ивнянский | 0.0 | 19.1 | 80.9 | 0.0 | 161 |
| Ровеньский | 0.4 | 21.3 | 78.2 | 0.1 | 160 |
| Старооскольский | 5.8 | 24.5 | 66.9 | 2.8 | 160 |
| Алексеевский | 0.7 | 29.1 | 68.2 | 2.0 | 159 |
| Белгородский | 0.3 | 23.2 | 76.3 | 0.2 | 158 |
| Шебекинский | 0.4 | 32.6 | 66.2 | 0.8 | 157 |
| Новооскольский | 1.8 | 27.7 | 70.3 | 0.2 | 156 |
| Ракитянский | 0.1 | 35.5 | 64.4 | 0.0 | 154 |
| Валуийский | 1.7 | 36.3 | 61.2 | 0.8 | 153 |
| Краснояржский | 0.0 | 47.2 | 52.8 | 0.0 | 149 |
| Борисовский | 3.2 | 41.4 | 55.4 | 0.0 | 145 |
| Грайворонский | 4.0 | 73.0 | 23.0 | 0.0 | 135 |

На реперных объектах Белгородской области среднее содержание легкогидролизующего азота в пахотном слое составляло 154 ± 9 мг/кг, что вполне хорошо согласуется со средневзвешенным значением для данного показателя, установленным по данным сплошного обследования. С увеличением глубины почвенного профиля содержание легкогидролизующего азота закономерно снижалось и в слое почвы 81-100 см составляло в среднем 60 ± 10 мг/кг (табл. 6).

Таблица 6

Содержание легкогидролизующего азота в пахотных почвах реперных участков, мг/кг

| Глубина, см | $\bar{x} \pm t_{05} S \bar{x}$ | <i>lim</i> | V, % |
|-------------|--------------------------------|------------|------|
| 0-20 | 154 ± 9 | 126-196 | 12.7 |
| 21-40 | 129 ± 12 | 84-168 | 18.7 |
| 41-60 | 111 ± 9 | 70-126 | 19.1 |
| 61-80 | 78 ± 11 | 42-119 | 30.4 |
| 81-100 | 60 ± 10 | 35-98 | 34.6 |

Баланс азота в земледелии. По мнению Д.Н. Прянишникова, для обеспечения систематического роста урожаев необходимо возвращать в почву азот на 80% [4]. Результаты расчета баланса элементов питания в земледелии крупных регионов (областей) во многом условны, поскольку базируются на усредненных справочных и статистических материалах, экстраполяции данных полевых опытов. Поэтому корректность тех или иных балансовых расчетов во многом зависит от правильности подбора исходной информации для проведения работы.



При расчетах приходных статей баланса азота в земледелии области учитывалось поступление этого элемента с минеральными и органическими удобрениями, семенами, в результате симбиотической и несимбиотической азотфиксации. Размеры несимбиотической азотфиксации приняты за 8 кг/га посевной площади, за исключением посевов бобовых культур [6].

При расчете расходных статей баланса учитывалось отчуждение азота с основной продукцией главных сельскохозяйственных культур и соломой, используемой в кормовых целях и на подстилку, потери со смывом почвой и в результате денитрификации.

Величина газообразных потерь азота из азотных удобрений в результате денитрификации принята за 15% [6]. При расчетах хозяйственного выноса азота с урожаем использовались статистические данные валового сбора сельскохозяйственной продукции (включая отчуждаемую с полей солому), справочные данные по содержанию этого элемента в урожае [8].

Потери азота со смывом почвой приняты в размере 7.3 тыс. т/год [9]. Однако по данному вопросу единого мнения нет. По некоторым оценкам потери азота в результате смыва в Белгородской области составляют 18.1 тыс. т/год [10].

В методических рекомендациях помимо перечисленных статей баланса рекомендуют учитывать поступление азота с осадками в размере 5-6 кг/га для Центральные областей России и размеры вымывания из почвы, которые для лесостепной зоны составляют также 5-6 кг/га [6]. Учитывая одинаковые размеры поступления и расхода азота по этим статьям баланса, в расчетах они не использовались. Кроме того, при расчетах хозяйственного баланса нецелесообразным представляется учитывать вынос элементов с сорняками, как это рекомендуется в вышеупомянутых рекомендациях.

Дефицитный баланс азота в земледелии области складывался в 1964-1970 гг. и 2000-2009 гг., что связано с низким уровнем использования удобрений. Однако интенсивность баланса (отношение приходной статьи баланса элемента к расходной, выраженное в процентах) в эти годы была вполне приемлемой 87.8-92.2%. На протяжении 1976-1994 гг. интенсивность баланса азота составляла 128.1-162.5%, и в основном это достигалось за счет использования минеральных азотных удобрений. Данный факт, с одной стороны, можно считать позитивным, поскольку положительный баланс способствует стабилизации азотного фонда почвы. С другой стороны, сильное превалирование поступления азота за счет удобрений над его выносом с урожаем свидетельствует о неэффективном использовании азотных удобрений. Уровень использования удобрений в эти годы должен был обеспечить более высокую урожайность и валовые сборы сельскохозяйственных культур.

На протяжении 1964-2009 гг. с минеральными удобрениями в агроландшафты поступало 38.8-61.9% азота, с органическими удобрениями – 6.6-21.2, с семенами – 2.1-5.6, за счет симбиотической азотфиксации – 15.0-24.9, за счет несимбиотической азотфиксации – 4.9-16.0%. Отчуждение азота из агроландшафтов происходило в основном с урожаем сельскохозяйственных культур (79.6-84.5%). Со смывом почвой терялось 6.3-10.6, а в результате денитрификации – 5.3-14.2% азота от его общего расхода (табл. 7).

Таблица 7

Хозяйственный баланс азота в земледелии Белгородской области

| Статьи баланса | Циклы и годы агрохимического обследования | | | | | | | |
|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| | 1964-1970 | 1971-1975 | 1976-1983 | 1984-1989 | 1990-1994 | 1995-1999 | 2000-2004 | 2005-2009 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Приходные статьи баланса, тыс. т | | | | | | | | |
| Минеральные удобрения | 25.5 | 46.3 | 70.3 | 109.1 | 67.4 | 28.0 | 33.7 | 53.4 |
| Органические удобрения | 13.7 | 17.1 | 26.1 | 38.4 | 31.3 | 14.1 | 7.1 | 5.7 |
| Симбиотическая азотфиксация | 12.4 | 17.1 | 20.3 | 28.4 | 36.7 | 17.5 | 17.3 | 15.4 |
| Несимбиотическая азотфиксация | 10.5 | 10.9 | 10.5 | 9.3 | 8.8 | 8.3 | 8.5 | 8.6 |
| Семена | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.8 | 3.4 | 3.0 | 2.9 | 3.1 |
| Всего приход | 65.8 | 95.1 | 130.9 | 189.0 | 147.6 | 70.9 | 69.5 | 86.2 |

Окончание таблицы 7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Расходные статьи баланса, тыс. т | | | | | | | | |
| Вынос с продукцией | 60.3 | 71.0 | 78.3 | 92.6 | 97.8 | 57.6 | 66.8 | 80.9 |
| Смыв почвы | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 |
| Денитрификация | 3.8 | 6.9 | 10.5 | 16.4 | 10.1 | 4.2 | 5.1 | 8.0 |
| Всего расход | 71.4 | 85.2 | 96.1 | 116.3 | 115.2 | 69.1 | 79.2 | 96.2 |
| Баланс | | | | | | | | |
| Баланс, ± тыс. т | -5.6 | 9.9 | 34.8 | 72.7 | 32.4 | 1.8 | -9.7 | -10.0 |
| Баланс, ± кг/га посева | -3.6 | 6.1 | 22.3 | 48.5 | 20.7 | 1.3 | -7.1 | -7.6 |
| Баланс, ± кг/га пашни | -3.4 | 6.0 | 21.0 | 44.0 | 19.6 | 1.1 | -5.9 | -6.1 |
| Интенсивность, % | 92.2 | 111.6 | 136.2 | 162.5 | 128.1 | 102.6 | 87.8 | 89.6 |

Заключение

Таким образом, за период 1985-2009 гг. средневзвешенное содержание легко-гидролизуемого азота в пахотных почвах области находится на уровне 156-160 мг/кг. Результаты последнего цикла агрохимического обследования свидетельствуют, что 71.3% пахотных почв относится к категории среднеобеспеченных по данному показателю. На протяжении 2000-2009 гг. баланс азота в земледелии области формировался отрицательный, с интенсивностью 87.8-89.6%.

Список литературы

1. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 264 с.
2. Экологические основы земледелия (на примере Белгородской области) / под ред. С.В. Лукина. – Белгород: Отчий край, 2006. – 288 с.
3. Соловichenко В.Д., Уваров Г.И. Эродированные почвы и комплекс противоэрозионных мероприятий // Белгородский агромир. – 2011. – № 1. – С. 14-16.
4. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1945. – 200 с.
5. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия: инструктивно-методическое издание / А.Л. Иванов и др. – М.: Росинформагротех, 2010. – 464 с.
6. Сычев В.Г., Музыкантов П.Д., Панкова Н.К. Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. – М.: ЦИНАО, 1999. – 34 с.
7. Щербаков А.П., Рудай И.Д. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ. – М.: Колос, 1983. – 189 с.
8. Кореньков Д.А. Справочник агрохимика. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 286 с.
9. Шатилов И.С., Силян А.Д., Полев Н.А. Состояние и перспективы повышения плодородия почв в Центрально-Черноземном экономическом районе РСФСР / Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области: материалы совместного заседания президиума ВАСХНИЛ и президиума Всероссийского отделения ВАСХНИЛ (6-7 июня 1989 г., г. Белгород). – М.: Росагропромиздат, 1990. – С. 33-43.
10. Здоровцов И.И., Мясоедов С.С. Белгородчине – почвоводоохранную систему земледелия / Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области: материалы совместного заседания президиума ВАСХНИЛ и президиума Всероссийского отделения ВАСХНИЛ (6-7 июня 1989 г., г. Белгород). – М.: Росагропромиздат, 1990. – С. 111-123.

AGROECOLOGICAL ESTIMATION OF NITROGEN CONTENT IN AGRICULTURAL CROPS AND SOILS OF BELGOROD REGION

S.V. Lukin
N.S. Chetverikova
M.A. Erokhovets

¹ Belgorod State National Research University Pobedy st., 85, Belgorod, 308015, Russia
 E-mail: serg.lukin2010@yandex.ru

² Center of Agrochemical Service «Belgorodsky», Shchorsa St., 8, Belgorod, 308027, Russia.

In this article the results of monitoring of common nitrogen content, nitrates and nitrites in some agricultural products have been observed. The dynamics of the content of easy-hydrolyzed nitrogen in arable soils of Belgorod region has been analyzed. There has been presented data on content of common and easy-hydrolyzed nitrogen in soils of national park «Belgorod'e». The balance of nitrogen in agriculture by cycles of agrochemical inspection has been calculated.

Key words: nitrogen, nitrogen fixation, balance of nitrogen, easy-hydrolyzed nitrogen, monitoring, nitrates, nitrites, soil fertility, fertilizers.



ГОРОДСКИЕ ПОЧВЫ КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ КОМПОНЕНТ УРБООКСИСТЕМЫ¹

А.В. Землякова

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет

Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: zemlyakova@bsu.edu.ru

Обоснована значимость городских почв как неотъемлемого компонента интегральной оценки качества земель населенных пунктов. Представлены результаты мониторинга городских почв по комплексу показателей: актуальная кислотность почвенных растворов, содержание органического углерода, содержание карбонатов, валовое содержание макро- и микроэлементов, фитотоксичность, биологическая активность почв, коэффициент радиальной дифференциации, коэффициент относительной концентрации, интегральный оценочный балл.

Ключевые слова: городские почвы, мониторинг земель, тяжелые металлы, качество городской среды, экологическое картографирование.

Введение

Почвы выступают неотъемлемым компонентом городских земель, выполняя определенные фитосанитарные функции в городах. Исследованиям городских почв (урбаноземов) посвящены работы В.Г. Добровольского, М.И. Герасимовой, М.Н. Строгановой, А.С. Курбатовой, В.Н. Башкина, А.П. Сизова и др. Почва представляет собой трехгранный «симбиотический организм», являясь начальным звеном трофической цепи, источником вторичного загрязнения и комплексным показателем экологического состояния городской среды [1, 2].

Несмотря на высокую буферную способность, которой, как правило, обладают почвы, в условиях города это один из самых загрязненных компонентов городской среды. При техногенезе создаются искусственные условия, влияющие на ход протекания природных процессов. Важной проблемой в городах остается запечатывание почвенного покрова, ведущее к утрате его экологических функций.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования был выбран город Белгород – административный центр Белгородской области с развитой промышленной индустрией. Застроенные земли в городе составляют 59 % от общей площади. По данным статистики, основными источниками загрязнения атмосферы г. Белгорода являются автомобильный транспорт (около 75 % в общем выбросе загрязняющих веществ (ЗВ)) и промышленные предприятия, основная доля ЗВ которых приходится на выбросы ЗАО «Белгородский цемент», ОАО «Стройматериалы», ОАО «Белгородасбестоцемент», ЗАО «Цитробел», ОАО «Завод ЖБК-1», ЗАО «Энергомаш», ОАО «Белгородский абразивный завод» и др.

С учетом особенностей планировочной структуры города в Белгороде методом случайно-регулярного отбора проб нами было отобрано свыше 100 почвенных образцов. Для оценки качества почв городских земель были использованы следующие показатели: актуальная кислотность почвенных растворов (pH_{H_2O} – потенциометрическим методом); содержание органического углерода в почве (Сорг) методом И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова; содержание карбонатов ацидиметрическим методом ($CaCO_3$); валовое содержание макро- и микроэлементов относительно предельно-допустимых концентраций (ПДК), фоновых значений; фитотоксичность почв ме-

¹ Работа выполнена в рамках проведения научно-исследовательских работ по направлению «География и гидрология суши» Мероприятия 1.3.1 «Проведение научных исследований молодыми учеными - кандидатами наук ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, ГК № П1327.

тодом проростков тест-растений; биологическая активность почв по скорости разложения целлюлозы; расчетные значения коэффициента радиальной дифференциации (КРД) по И.А. Авессаломовой [3]; установление коэффициентов относительной концентрации по И.П. Гавриловой [4]; вычисление интегрального оценочного балла (В).

Степень опасности загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) оценивали по методу В.И. Титовой и др. [5], преимуществом которого является учет классов опасности загрязнителей. Валовое содержание элементов в почве определено рентгенофлуоресцентным методом на приборе «СПЕТРОСКАН-МАКС-GV» в соответствии с методикой измерения массовой доли металлов и их оксидов в порошковых образцах почв.

В качестве фоновых уровней были использованы данные о почвах, характеризующихся относительным сходством с городскими почвами [6].

Результаты и их обсуждение

Результаты химического анализа почв на содержание в них валовых форм макро- и микроэлементов представлены в таблице.

Таблица

Статистические характеристики качества почв в городе Белгороде

| Показатели | Единицы измерения | n | min | max | Среднее (x±t ₀₅ Sx) | E | A | ε | V | | |
|--------------------------------|-------------------|-----|--------|--------|--------------------------------|-----------|-------|-------|------|-----|-----|
| | | | | | | | | | % | | |
| Pb | мг/кг | 105 | 8.00 | 113.56 | 37.62±4.15 | 2.52 | 1.52 | 0.63 | 57 | 95 | |
| Zn | | 105 | 17.74 | 488.51 | 82.82±11.39 | 22.66 | 3.94 | 0.21 | 71 | 88 | |
| Co | | 105 | 0 | 26.19 | 10.50±0.97 | 0.24 | 0.03 | 2.04 | 48 | нет | |
| Ni | | 105 | 0 | 57.42 | 21.19±2.48 | -0.14 | 0.30 | 2.65 | 60 | 2 | |
| Cu | | 105 | 0 | 92.59 | 29.17±3.31 | 1.28 | 0.87 | 0.88 | 59 | 81 | |
| Sr | | 105 | 49.07 | 224.29 | 113.32±5.12 | 2.59 | 0.92 | 0.62 | 23 | нет | |
| Mn | | 105 | 104.47 | 630.02 | 371.41±24.67 | -0.94 | -0.05 | 1.03 | 34 | 66 | |
| V | | 105 | 4.49 | 108.24 | 55.83±5.36 | -1.18 | -0.01 | 0.92 | 50 | нет | |
| MgO | | % | 105 | 0.35 | 2.16 | 0.93±0.06 | 2.62 | 1.02 | 0.62 | 34 | 36 |
| Al ₂ O ₃ | | | 105 | 2.39 | 11.19 | 7.06±0.43 | -1.08 | -0.09 | 0.96 | 32 | нет |
| P ₂ O ₅ | 105 | | 0.07 | 0.50 | 0.18±0.02 | 4.27 | 1.96 | 0.48 | 47 | - | |
| K ₂ O | 105 | | 0.63 | 2.22 | 1.50±0.09 | -1.20 | -0.19 | 0.91 | 30 | нет | |
| CaO | 105 | | 0.82 | 8.82 | 2.85±0.26 | 4.09 | 1.52 | 0.49 | 48 | 50 | |
| TiO ₂ | 105 | | 0.17 | 0.86 | 0.52±0.03 | -1.04 | -0.10 | 0.98 | 33 | нет | |
| Fe ₂ O ₃ | 105 | | 0.84 | 4.19 | 2.48±0.18 | -1.24 | 0.07 | 0.90 | 38 | нет | |
| S _{орг} | 107 | | 0.50 | 4.25 | 2.06±0.14 | 0.30 | 0.35 | 1.84 | 35 | нет | |
| CaCO ₃ | 106 | | 0 | 37.02 | 9.83±1.86 | 1.14 | 1.37 | 0.94 | 98 | - | |
| pH _{H₂O} | pX | | 107 | 7.32 | 8.95 | 8.07±0.04 | 3.27 | -0.19 | 0.55 | 3 | - |

Примечания: E – коэффициент эксцесса; A – коэффициент асимметрии; ε – коэффициент контр-эксцесса; V – коэффициент вариации, %; P – частота превышений относительно фона, %.

По данным химико-аналитических исследований с помощью геоинформационных систем [7] были построены картограммы распределения pH, ТМ, S_{орг}, CaCO₃.

На территории г. Белгорода подщелачивание почв имеет техногенный характер, что связано с выпадением карбонатной щелочной пыли, применением антигололедных реагентов. В свою очередь, увеличение реакции среды в щелочную сторону способствует формированию отрицательного кумулятивного эффекта загрязнения, главным источником которого выступает ЗАО «Белгородский цемент». Наряду с повсеместно распространенной щелочностью почв (около 62 % территории: северо-западная и юго-восточная части города, участки вдоль дорог, испытывающих высокую транспортную нагрузку – ул. Губкина, просп. Ватутина) можно выделить зоны со слабощелочной реакцией среды (pH = 7.0-7.5), куда относятся локальные участки в районе Харьковской горы, северо-восточной зоне города (Ячнево).

В среднем урбаноземы г. Белгорода содержат 2.1 % органического углерода, 3-4% отмечаются на границе с пригородной зоной (юго-западная часть города), в районе Старого города, в северной части Белгорода (локальные участки дворовых территорий жилых зон с достаточной высокой степенью озелененения).

Содержание карбонатов в почвах значительно варьирует в пространстве. По гистограмме распределения CaCO_3 обнаружено, что преобладают значения ниже среднего коэффициента асимметрии, что указывает на доминирование фоновых значений в городе (0-10 %), вместе с тем имеются участки с повышенным содержанием карбонатов (более 1/3 участков обследования).

Области высоких значений (26-28%) в основном доминируют в северо-восточной части города и в районе расположения карьера предприятия ЗАО «Белгородский цемент», приуроченные к зонам аккумуляции, в рельефе выражены понижениями. Более низкие значения карбонатов наблюдаются на возвышенных участках местности, принадлежащих к зонам рассеяния (районы Харьковской горы и «Старого города», возвышенная часть левого бережья, Гриневки, Сокола) – 6-12%.

По результатам химического анализа почв г. Белгорода выявлено, что существует значительное варьирование значений по Pb , Cu , Ni , Zn , CaCO_3 ($V = 57: 59: 60: 71: 98$ %, соответственно), что позволяет высказать предположение о неоднородности условий городской среды для проживания населения.

В целом, концентрации ТМ в городских почвах не превышают ПДК, за исключением Pb (1.2 ПДК). Отмечены превышения относительно фоновое уровня по Pb , Cu , Zn , Mn – в 3.2; 2.7; 2.1; 1.4 раза, соответственно. Содержание оксидов близко к фону.

Дендрограмма кластерного анализа, выполненная в программе STATISTICA (рис. 1), позволила установить, что повышенный уровень содержания ТМ характерен для почв районов многоэтажной городской застройки. Районы частного сектора характеризуются преимущественно фоновым загрязнением.

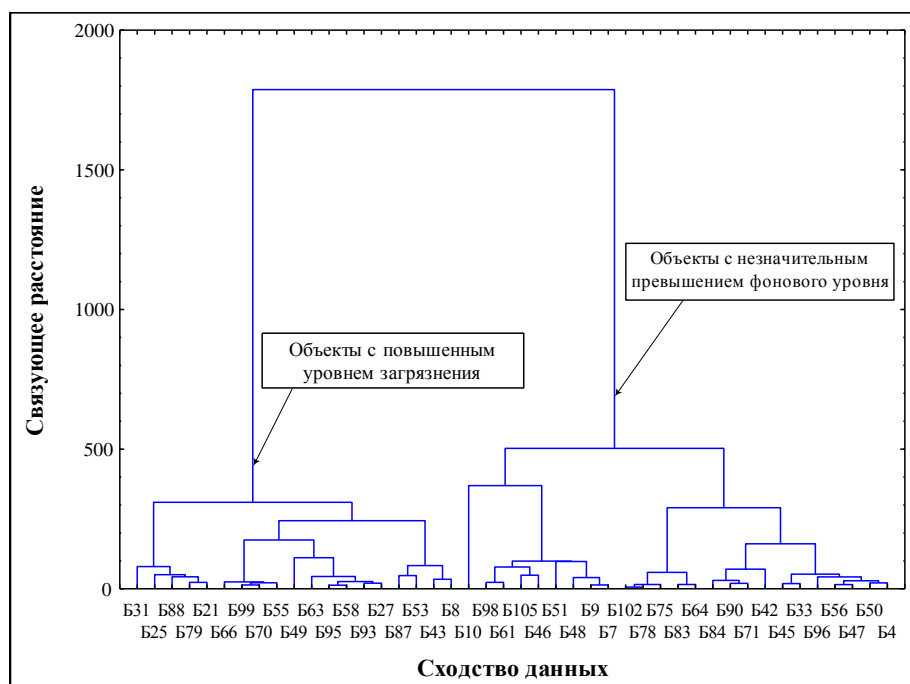


Рис. 1. Дендрограмма кластерного анализа уровня загрязнения почв города Белгорода ТМ

По данным КРД определено, что на территории г. Белгорода имеет место техногенный привнос элементов атмосферными выпадениями ($\text{КРД}_{\text{ср}} = 2.09 \pm 0.85$). По степени накопления ТМ в почвах г. Белгорода их можно расположить в следующий ряд (в порядке убывания): $\text{Pb} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mn}$.

Проведенный расчет коэффициента относительной концентрации показал, что в почвах г. Белгорода содержание таких элементов как Co , Ni , Cu , Sr , Ca близко к местному фону ($\text{K}_0 = 0.6-1.5$). Концентрации Pb , Zn соответствует локальному распре-

лению элементов, также происходит их рассеивание ($K_0 = 0.5-1.0$). Кроме того, имеет место накопление выше указанных элементов, что, вероятно, связано с особенностями подстилающей поверхности и катенарным перераспределением элементов.

Результаты обработки полученных сведений о фитотоксичности почв и скорости разложения целлюлозы (V_{dc}) для почв г. Белгорода, представлены на рис. 2.

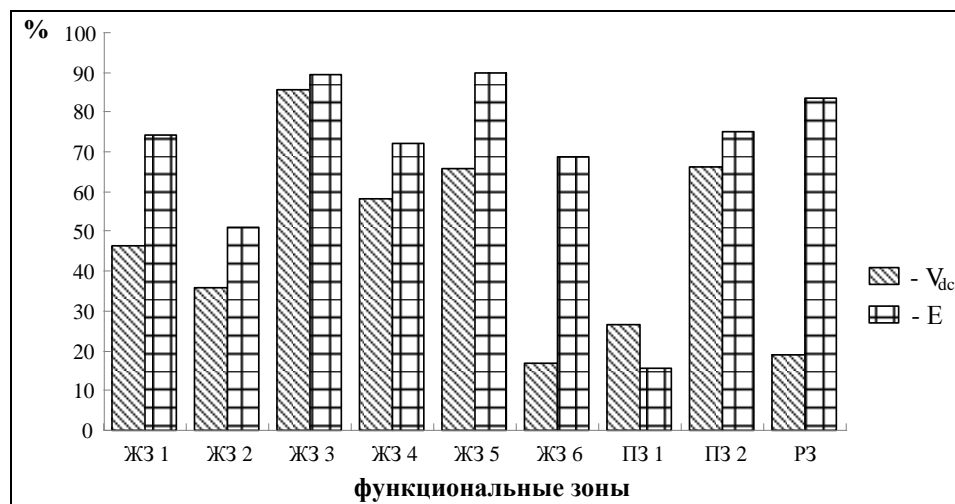


Рис. 2. Диаграмма распределения значений скорости разложения целлюлозы (V_{dc}) и энергии прорастания (E) тест-растений по функциональным зонам г. Белгорода: ЖЗ 1-ЖЗ 6 – жилые зоны, ПЗ 1, ПЗ 2 – производственные, РЗ – рекреационная

Выявлено, что активность целлюлозоразрушающих организмов изменяется от условий дальности переноса ЗВ и обеспеченности жилых зон зелеными насаждениями. Существует средняя корреляционная связь между скоростью разложения целлюлозы и суммарным коэффициентом концентрации ТМ (-0,51).

Установлено, что на территориях производственной зоны (ПЗ 1) и жилой частной застройки (ЖЗ 6) процесс разложения целлюлозы микроорганизмами довольно низкий. Это связано с негативным воздействием на биотическую составляющую городских почв выбросов от предприятий, размещенных вблизи исследуемых участков (северо-западный промышленный район Белгорода).

На территории жилой застройки, расположенной в северо-западной части города, отмечена низкая активность микроорганизмов, что объясняется воздействием находящегося в данном районе основного промышленного узла (предприятия стройиндустрии). В жилой зоне, расположенной в южной части Белгорода (район Харьковской горы – ЖЗ 4, 5), наблюдается достаточно активный процесс разрушения ткани микроорганизмами, что свидетельствует об их многочисленности.

Результаты мониторинга выбросов ЗВ предприятиями в северо-западной части г. Белгорода, проводимого сотрудниками Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов БелГУ с 2004 г. с помощью лидарного комплекса, подтверждают, что основная доля ЗВ приходится на территорию промышленной площадки ЗАО «Белцемент».

В жилом районе развивающегося строительства, расположенном на значительном удалении от крупных промышленных источников (пос. Дубовое), зафиксирован самый высокий процент скорости разложения ткани (84 % – ЖЗ 3), что позволяет нам отнести данную территорию в категорию фоновых (или экологически безопасных). Оценка качества почв рекреационной зоны (РЗ) центрального городского парка им. В.И. Ленина, показала, что состояние почв – условно удовлетворительное ($V_{dc} = 19$ %). Содержание *Pb* в пробе превышает в 2.1 раза фоновый уровень, *Su* – в 6.1 раза.

Анализ фитотоксичности почв показывает, что в целом для исследованных зон характерна аналогичная ситуация в сравнении с результатами по скорости разложения целлюлозы. Тем не менее, отобранные пробы почв в ЖЗ 6 и РЗ имеют высокие

значения по энергии прорастания семян (68 и 75 %, соответственно), что, вероятно, можно объяснить такой концентрацией ЗВ, в результате которой происходит стимуляция роста растений.

Картограмма экологического зонирования городских земель Белгорода по данным интегрального показателя техногенного загрязнения (рис. 3) позволила определить, что незагрязненными являются почвы, находящиеся в северо-восточной части города (район Старого города). Необходимо выделить имеющиеся относительно чистые в экологическом отношении районы юго-восточной окраины Белгорода (перспективный район развития города, выделен под индивидуальное жилищное строительство).

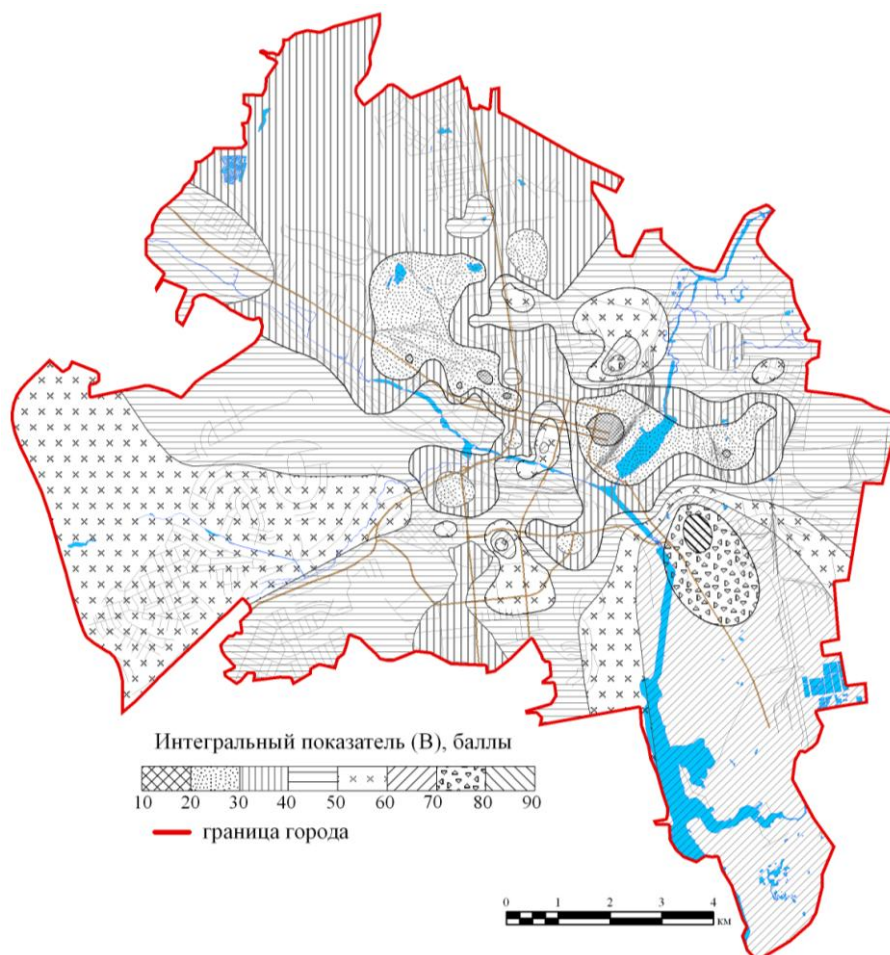


Рис. 3. Распределение интегрального показателя техногенного загрязнения городских почв г. Белгорода

Отмечаются также небольшие ареалы незагрязненных почв в парке Победы (нижний парк, расположенный у р. Везелка), в районе Харьковской горы внутри жилых дворовых территорий. В целом для Белгорода состояние урбаноземов можно охарактеризовать как относительно удовлетворительное.

Крайне неблагоприятное состояние почв можно наблюдать в крупных промышленных зонах города, а также вокруг автомагистралей – основных транспортных артерий города. Пробки в часы пик не могли не сказаться на ухудшении качества городских почв. На примере одной из главных развязок города по просп. Б. Хмельницкого, соединяющей центр города с Харьковской горой можно наблюдать ухудшение состояния почв в пределах данной зоны (интегральный показатель техногенного загрязнения варьирует в пределах от 20 до 40 баллов).

Выводы

Городские почвы, обладая геопротекторными функциями, представляют собой неотъемлемый компонент интегральной оценки качества земель населенных пунктов, их запечатывание приводит к усилению негативных процессов в урбоэкосистемах.

Анализ картограмм пространственного распределения ТМ в урбаноземах Белгорода, значительно превышающих фоновый уровень, показал, что на территории города существуют два основных стационарных источника загрязнений – крупные промышленные узлы, сосредоточенные в северо-западном и восточном районах города. Это подтверждается также полученными результатами по кислотности почв и карбонатам.

Проведенные эксперименты оценки состояния городских почв по биологическим показателям подтвердили снижение экологических функций почв в районах негативного воздействия на городские земли выбросов промышленных предприятий и автотранспорта.

Оценка фитотоксичности почв, полученная методом проростков тест-растений, на разных стадиях техногенного изменения городских земель служит чувствительным регистрирующим откликом, в то время как аналитические методы исследования эффективны при достижении пороговых значений концентрации ЗВ. Достаточно высокая информативность биологических методов оценки подтверждается выявленной зависимостью: установлена средняя корреляционная связь на 95%-ном уровне вероятности между фитотоксичностью почв и ее биологической активностью ($r_s = 0.50 \pm 0.78$).

Снижение общей техногенной нагрузки на городские земли, расположенные в зоне воздействия промышленных предприятий, должно быть проведено путем специальных управленческих мер, направленных на минимизацию выбросов ЗВ от потенциальных источников.

Список литературы

1. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров г. Воронежа и его экологические функции // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. – Воронеж, 1996. – С. 94-97.
2. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Биоэкологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами // Научная мысль Кавказа. – 2000. – № 4. – С. 31-39.
3. Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 108 с.
4. Гаврилова И.П. Ландшафтно-геохимическое картографирование. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 149 с.
5. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Некоторые подходы к экологической оценке загрязнения земельных угодий // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1264-1267.
6. Красная книга почв Белгородской области / В.Д. Соловиченко, С.В. Лукин, Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голеусов. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – 139 с.
7. Лисецкий Ф.Н., Свиридова А.В., Соловьев В.И. Использование геоинформационных технологий для экологического мониторинга городских земель // Экологические системы и приборы. – 2007. – № 8. – С. 12-17.

URBAN SOIL AS AN INTEGRAL COMPONENT OF URBAN ECOSYSTEMS

A.V. Zemlyakova

*Belgorod State National Research University
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015,
Russia
E-mail: zemlyakova@bsu.edu.ru*

The significance of urban soils as an integral component of an integrated assessment of the quality of land settlements is substantiated. The results of monitoring of urban soils for a number of indicators: actual acidity of soil solutions, organic carbon content, carbonate content, total content of macro- and micronutrients, phytotoxicity, soil biological activity, the coefficient of radial differentiation, the coefficient of relative concentration, the integrated assessment score are presented.

Key words: urban soils, land monitoring, heavy metals, the quality of urban environment, ecological mapping.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА В ЦЕЛЯХ АДАПТИВНОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА АГРОЛАНДШАФТОВ¹

Ф.Н. Лисецкий¹

Т.Н. Ковалева²

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: liset@bsu.edu.ru*

*Саратовский государственный университет им. Н.И. Вавилова Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1
E-mail: tnk2003@list.ru*

В статье рассмотрены перспективы использования спектральных космических снимков для определения зависимости элементов водного баланса полей севооборота от агрофона и расположения полезащитных лесных насаждений. Показан опыт совместного применения данных дистанционного зондирования местности и подспутниковых наблюдений. Даны рекомендации по проектированию стокорегулирующих лесных полос при обустройстве агроландшафтов.

Ключевые слова: землеустройство, агроландшафты, картографирование, дешифрирование, водный баланс, вегетационный индекс.

Водный баланс – это соотношение за определенный промежуток времени прихода, расхода и аккумуляции (изменение запаса) воды для участка территории. Совокупность явлений превращения и передвижения вещества и энергии в почвенной толще являются основой почвообразовательного процесса. К наиболее важным слагаемым почвообразовательного процесса относятся аккумуляция органических и минеральных веществ и их миграция. В развитии главного ресурсного признака черноземных почв – мощности гумусового горизонта установлена [1] смена механизмов: переход от доминирования «инситного» формирования (в фазе «быстрого роста») к определяющему влиянию медленного элювиально-иллювиального процесса развития. При активном развитии эрозионных процессов происходит относительное «омоложение» почвенного профиля по шкале внутреннего времени его развития.

По характеру миграции и аккумуляции веществ и геохимической сопряженности склоновые эрозионно опасные агроландшафты Приволжской возвышенности можно охарактеризовать как преимущественно транзитные, отличающиеся значительным выносом биогенных элементов (рис. 1). В регулировании этих процессов большой эффективностью могут обладать противозерозионные рубежи, выполняющие функцию ландшафтно-геохимических барьеров. Возможность учета и регулирования направления и интенсивности горизонтальных вещественно-энергетических потоков при ландшафтной организации территории обеспечивает противозерозионную, экологическую и энергетическую эффективность адаптивных систем земледелия [2].

Целью научной работы, проведенной при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в 2011 году, являлось изучение факторов регулирования элементов водного баланса и микроклимата агроландшафтов по материалам дешифрирования данных космического мониторинга.

Объектом исследования выбраны агроландшафты Приволжской возвышенности.

¹ Работа выполнена при грантовой поддержке РФФИ: № 11-05-90705-моб_ст



Рис. 1. Агрорландшафты Приволжской возвышенности (ЗАО «Синеньское» Саратовского района Саратовской области)

По снимкам, полученным за ряд лет в период с октября по март нами изучена динамика снежного покрова, проведена оценка влагонакопления и готовности угодий к следующему сезону. При проведении исследований использовали следующие материалы: цифровые крупномасштабные космические снимки со спутников QuickBird (М 1:4000 – 1:17000 с разрешением 2.4 м) и Landsat 5 (многоспектральные с разрешением 8 м), находящиеся в свободном доступе в сети Интернет, архивные черно-белые крупномасштабные аэрофотоснимки, топографические и тематические карты территории, данные полевых изысканий и научных опытов, проводимых на территории ЗАО «Синеньское» Саратовского района Саратовской области с 2001 года. Изучали склоновые участки пашни с крутизной 3°, обрамленные лесной полосой по водоразделу. Средняя высота деревьев лесной полосы основных пород 10 м, ширина полосы 12 м, конструкция – ажурная. Возраст насаждений составлял 40 лет. Почвы – черноземы южные маломощные малогумусные слабо- и среднесмытые слабощебенчатые на опоке.

Запасы воды в снеге (W_c , мм) рассчитывали по формуле:

$$W_c = 10 \times H \times d, \quad (1)$$

где H – высота снежного покрова, см; d – плотность снега, г/см³. Определение степени смытости почв проводили по методике А.С. Козменко.

Урожай (P , т/га) определяли методом сплошного комбайнирования с дальнейшим пересчетом урожая зерна на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность:

$$P = m / (n + 1) \times 100\%, \quad (2)$$

где m – валовой сбор зерна, т/га; n – коэффициент пересчета на влажность почвы, т/га.

Основные метеорологические элементы за годы исследования (осадки, температура и др.) приняты по метеостанции «Саратов, Ю.-В.» Саратовской области. Статистическую обработку собранного материала проводили по методике Б.А. Доспехова на персональном компьютере с использованием Microsoft Excel 2003 и Statistica 6.0. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур была общепринятая и рекомендуемая НИИСХ «Юго-Востока» для Правобережья Саратовской области.

Полевой опыт – двухфакторный: первый фактор – определение зоны влияния лесной полосы на эрозионные процессы (100, 200, 300, 400, 500 и 600 м), снего-, влагонакопление и микроклимат поля и урожайность сельскохозяйственных культур, второй – сельскохозяйственные культуры в полевом севообороте: 1 – чистый пар, 2 – озимая пшеница, 3 – яровая пшеница + подсев многолетних трав, 4 – многолетние травы первого года пользования, 5 – многолетние травы второго года пользования, 6 – яровая пшеница, 7 – подсолнечник [3].



Наибольшее количество осадков в зоне расположения ЗАО «Синеньское» приходится на зимний период. Резко выраженный рельеф территории хозяйства вызывает здесь более интенсивное сдувание снега в овражно-балочную сеть и сток весенних талых вод.

Дистанционные методы наблюдения за снежным покровом основаны на взаимосвязях электромагнитного излучения в широком диапазоне волн с изменчивыми физическими характеристиками снега (плотность, теплопроводность, влажность и др.). Свежевыпавший снег отражает около 95% солнечной радиации в области длин волн 0.3-0.9 мкм. Различная степень метаморфизма снежного покрова способствует изменению уровня отражательной способности: минимум отражения соответствует длине волны 1.45 мкм; у свежего и мелкозернистого снега наблюдаются локальные пики отражения, соответствующие длинам волн 1.8 и 2.25 мкм. Интенсивность собственного излучения снежного покрова, регистрируемая СВЧ-радиометрами, зависит от его яркостной температуры. Элементы изображения земной поверхности обычно относят к классу заснеженных или не заснеженных (обычно к заснеженным относят участки с преобладанием снежного покрова на площади более 50%). К одному из показателей точности относят регистрацию факта «присутствие/отсутствие» снежного покрова. Точность выделения границ снежного покрова определяется размерами элемента изображения, т.е. пространственным разрешением космической системы и точностью географической привязки изображения.

Общая картина распространения снежного покрова хорошо прослеживается на космических снимках. При этом тон изображения заснеженных объектов может меняться в довольно широких пределах – от белого до темно-серого, в зависимости от мощности и состояния снежного покрова (сухой, талый), рельефа местности, наличия и видового состава растительности, условий съемки. Тон изображения снежного покрова, залегающего под пологом леса, будет претерпевать изменения в зависимости от степени сомкнутости и видового состава лесных насаждений.

Наибольшую трудность при дешифрировании снежного покрова представляет облачность, поскольку отражательные свойства этих объектов примерно одинаковы. Однако вид изображения облачной картины, в отличие от снежного покрова, на снимках быстро меняется.

Кроме того, границы залегания снежного покрова на снимках просматриваются в виде непрерывной линии, тогда как границы облачности, как правило, разорваны. При картографировании границ снеготаяния по космическим снимкам для начальной привязки можно использовать карты высот снежного покрова и его границ, которые приводятся в приложениях к ежедневному гидрометеорологическому бюллетеню метеослужбы.

Применение методов картографирования снежного покрова с использованием данных спутникового зондирования иногда осложняется из-за нечетких различий изображения снега и облачности, а также при оценке заснеженности под пологом леса. В перспективе целесообразно в дополнение к ранее названным диапазонам использование при съемке спектрального канала 1.55-1.75 мкм для более надежного различия снега и облаков при построении средних декадных карт снежного покрова, а также применение СВЧ- и ИК-датчиков для оценки мощности снежного покрова с учетом влияния топографии местности. Пространственное разрешение космических систем должно быть 0.2-1.0 км при решении задачи на федеральном уровне, 30-50 м – при решениях на региональном уровне.

Дешифрирование по многоспектральным космическим снимкам, обеспечивающее картографирование снежного покрова, проводится в несколько этапов. Вначале методом кластерного анализа (но без наземной информации) определяли статистические данные о подклассах снега, в результате которого было получено пять различных спектральных классов. Далее методом контролируемой классификации распознавали другие типы земного покрытия (вода, лес, сельскохозяйственные угодья, отражения водных поверхностей). Таким образом, при окончательной классификации было определено девять спектральных классов (рис. 2). При этом использовали только канал 5 (0.62-0.67 мкм).

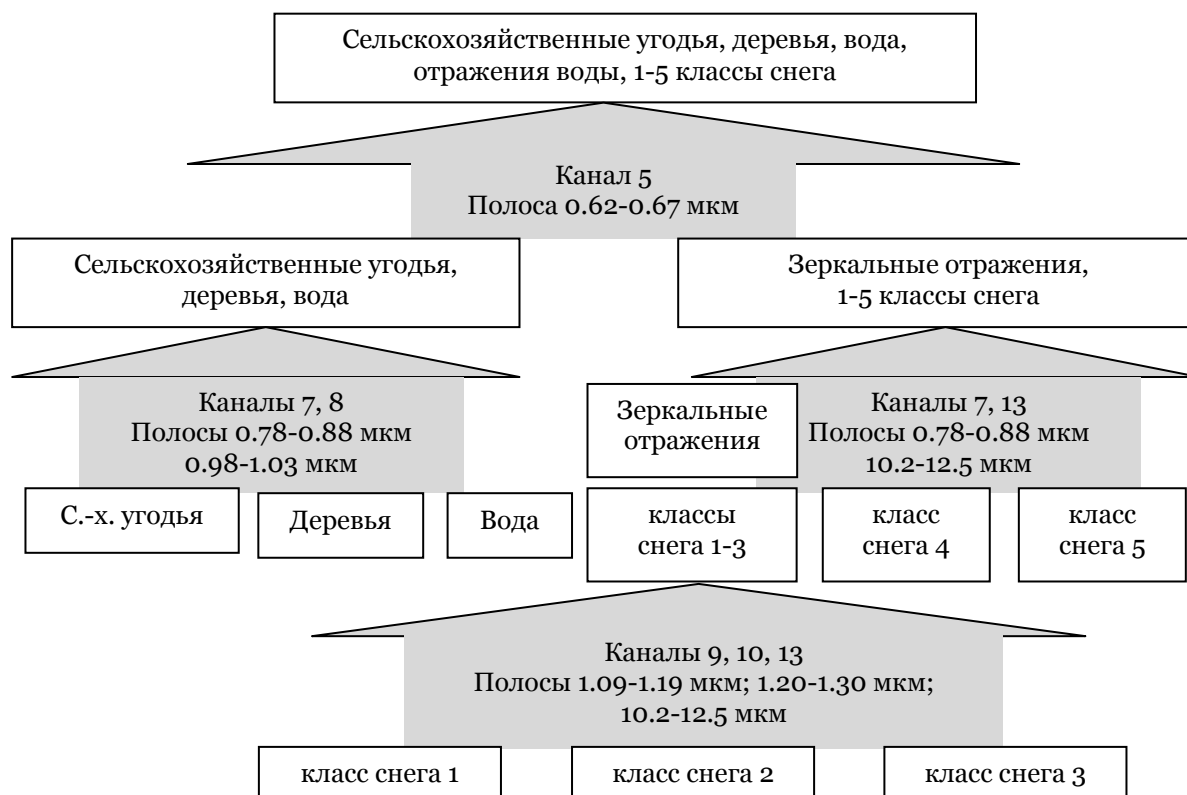


Рис. 2. Классификация объектов при дешифрировании снежного покрова

По материалам дешифрирования снежного покрова и снегомерной съемки было установлено, что лесные полосы способствуют равномерному распределению снега по поверхности полей. Наибольшая высота снежного покрова (46–72 см) приходится на зону удаления от лесной полосы на 0–100 м, затем высота постепенно снижается на удалении до 200–300 м и далее остается практически неизменной (табл. 1).

Таблица 1

Изменение запасов воды в снеге по зонам влияния лесных полос (в среднем за 2001–2011 гг.)

| Агрофон | Показатель | Расстояние от лесной полосы, м | | | | | |
|--------------------|------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 0–100 | 101–200 | 201–300 | 301–400 | 401–500 | 501–600 |
| Зябрь (чистый пар) | снег, см | 47 | 37 | 34 | 32 | 32 | 32 |
| | вода, мм | 110 | 96 | 83 | 81 | 81 | 81 |
| Озимая пшеница | снег, см | 55 | 46 | 38 | 36 | 36 | 36 |
| | вода, мм | 118 | 105 | 89 | 86 | 86 | 86 |
| Многолетние травы | снег, см | 65 | 53 | 44 | 40 | 40 | 40 |
| | вода, мм | 137 | 123 | 100 | 96 | 96 | 96 |

Прибавка снегозапасов в зоне 0–300 м составляет на зяби 22–25%, на озимой пшенице – 28–30%, на многолетних травах – 34–36%. Увеличение содержания воды в снеге в зоне 0–300 м от лесной полосы составляет на зяби 16–20%, озимой пшенице – 20–22%, многолетних травах – 24–26%.

Определено, что на южных черноземах, сформированных на опоке, наибольшая величина весеннего смыва почвы за годы исследования отмечена на зяби (1.5 т/га) на расстоянии 600 м от лесной полосы, что на 27% больше чем в зоне 0–300 м. Под озимыми культурами смыв почвы был на 68–70% меньше, чем на зяби. Естественно, что наиболее защищенными оказались посеы многолетних трав. Максимальный смыв здесь составил 419 кг/га, что в 2.5 раза меньше, чем на зяби (рис. 3, 4).

Полезационная лесная полоса оказывает существенное влияние на осеннее содержание влаги в почве по всем агрофонам (табл. 2).

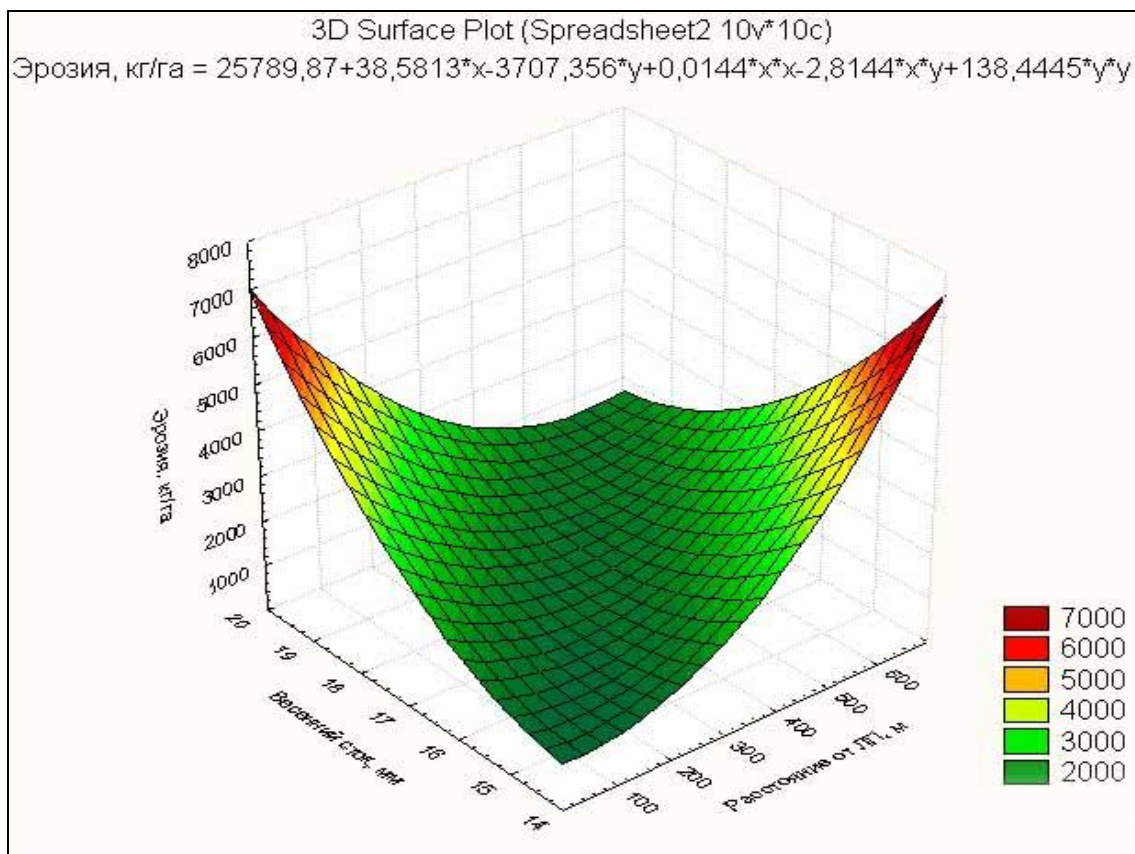


Рис. 3. Зависимость эрозии почвы от величины весеннего стока на зяби по зонам влияния лесных полос за 2001–2011 гг.

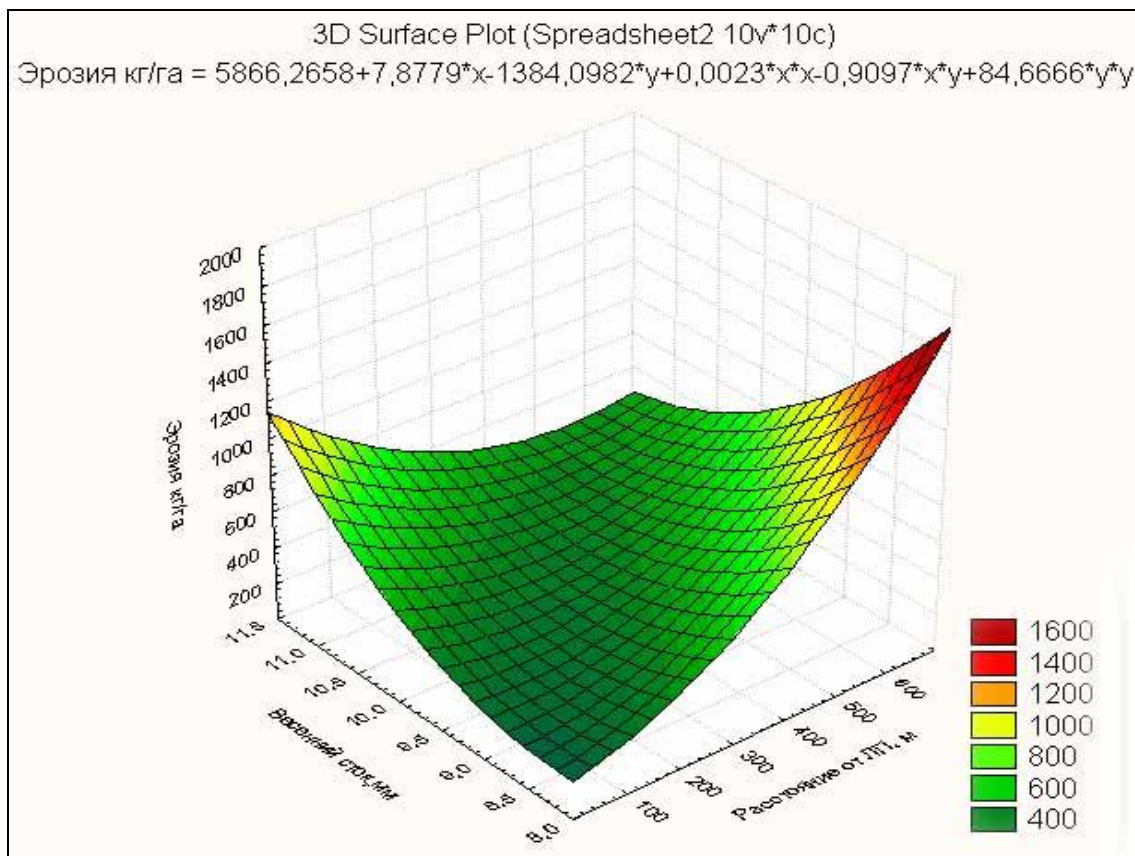


Рис. 4. Зависимость эрозии почвы от величины весеннего стока на многолетних травах по зонам влияния лесных полос за 2001–2011 гг.

Современные методы космического мониторинга агроландшафтов позволяют, несмотря на ограниченный спектральный диапазон применяемых сенсоров, проводить общую оценку влажности почв. Сравнительный анализ информативности спектральных каналов космического снимка показал, что лучше всего сырые участки почвы и границы между обводненной и необводненной территорией отображаются в зеленом канале (0.52-0.61 мкм).

В процессе обработки изображений в среде ERDAS IMAGINE были классифицированы участки, покрытые растительностью, а также сухие и влажные. В целях оптимизации результатов анализа и более четкого разделения искомых классов, маскирующее изображение было обработано скользящим окном размером 5×5 пикселей медианным фильтром. В результате была построена карта содержания влагозапасов в почве.

При изучении осенних влагозапасов использовали космические снимки, сделанные в апреле – сентябре. Было установлено, что в зоне действия лесной полосы до 300 м содержание воды в почве на 10–20% выше, чем в зоне 300–600 м. При этом наибольшие влагозапасы осенью в зоне 0–300 м были на зяби и наименьшие – на подсолнечнике в момент уборки.

Осенние влагозапасы, накопление снега на полях и уровень весеннего стока талых вод сказались на содержании воды в почве на момент сева сельскохозяйственных культур. В среднем лесополосы способствуют увеличению весенних влагозапасов на 10–16%.

Наименьшее содержание воды в почве наблюдалось на расстоянии 300–600 м в период сева подсолнечника. Наибольшие продуктивные влагозапасы весной в метровом слое почвы были отмечены на зяби на расстоянии 0–300 м от лесной полосы и составили 160 мм. Это превышало влагозапасы на расстоянии 300–600 м на 22%.

За годы исследований нами была выявлена роль лесных полос в формировании микроклимата территории за счет уменьшения скорости приземных воздушных потоков, изменения их направления, температуры и влажности приземных слоев воздуха, испарения с поверхности почвы и транспирации сельскохозяйственных растений.

Максимальная скорость ветра наблюдалась на расстоянии 300–600 м от лесной полосы. В зоне 0–300 м было отмечено снижение скорости ветра в среднем на 35–40%. Ветрозащитное действие лесных полос изменялось и в зависимости от периода вегетации сельскохозяйственных культур, увеличиваясь пропорционально высоте растений. Наибольшее снижение скорости ветра было отмечено в июле на посевах подсолнечника, по сравнению с чистым паром она была ниже на 12%. На чистом поле скорость ветра в течение всего сезона не изменялась.

Весной температура приземного слоя воздуха вблизи лесных полос была на 2–3% выше, чем на расстоянии в 300–600 м. В летние дни лесные полосы, напротив, способствовали уменьшению температуры. Так, в июле–августе средняя температура приземных слоев воздуха в 13 часов была на расстоянии 0–300 м на 1 °С ниже, чем на расстоянии 300–600 м.

Таблица 2

Изменение весенних и осенних продуктивных влагозапасов (мм) в почве в слое 1 м по зонам влияния лесных полос (в среднем за 2001–2011 гг.)

| Агрофон | Время года | Расстояние от лесной полосы, м | | | | | |
|--------------------|------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 0–100 | 101–200 | 201–300 | 301–400 | 401–500 | 501–600 |
| Зябрь (чистый пар) | весна | 160 | 153 | 136 | 131 | 131 | 131 |
| | осень | 72 | 61 | 53 | 51 | 51 | 51 |
| Озимая пшеница | весна | 138 | 124 | 118 | 116 | 116 | 116 |
| | осень | 62 | 53 | 47 | 45 | 42 | 42 |
| Яровая пшеница | весна | 175 | 165 | 159 | 149 | 149 | 149 |
| | осень | 41 | 37 | 33 | 32 | 32 | 32 |
| Многолетние травы | весна | 147 | 140 | 129 | 126 | 126 | 126 |
| | осень | 23 | 19 | 17 | 16 | 16 | 16 |
| Подсолнечник | весна | 105 | 94 | 90 | 88 | 88 | 88 |
| | осень | 30 | 25 | 23 | 22 | 22 | 22 |

Положительное влияние лесных полос на скорость и направление ветра, турбулентный обмен и температурный режим приземного слоя воздуха способствовали повышению относительной влажности воздуха в зоне 0–300 м на 3–4%. Увеличение относительной влажности воздуха с 8 до 10% отмечено в засушливые жаркие дни на полях, покрытых растительностью. В период активной вегетации на посевах многолетних трав влажность воздуха была выше на 1.2% по сравнению с паровым полем.

Регулирование водного баланса и микроклимата территории с помощью защитных лесных насаждений благоприятно отражается на росте и развитии сельскохозяйственных культур и способствует повышению их урожайности. На рис. 5, 6 показана зависимость урожайности озимой пшеницы от коэффициента весеннего стока и величины доступной влаги в почве по зонам влияния лесных полос.

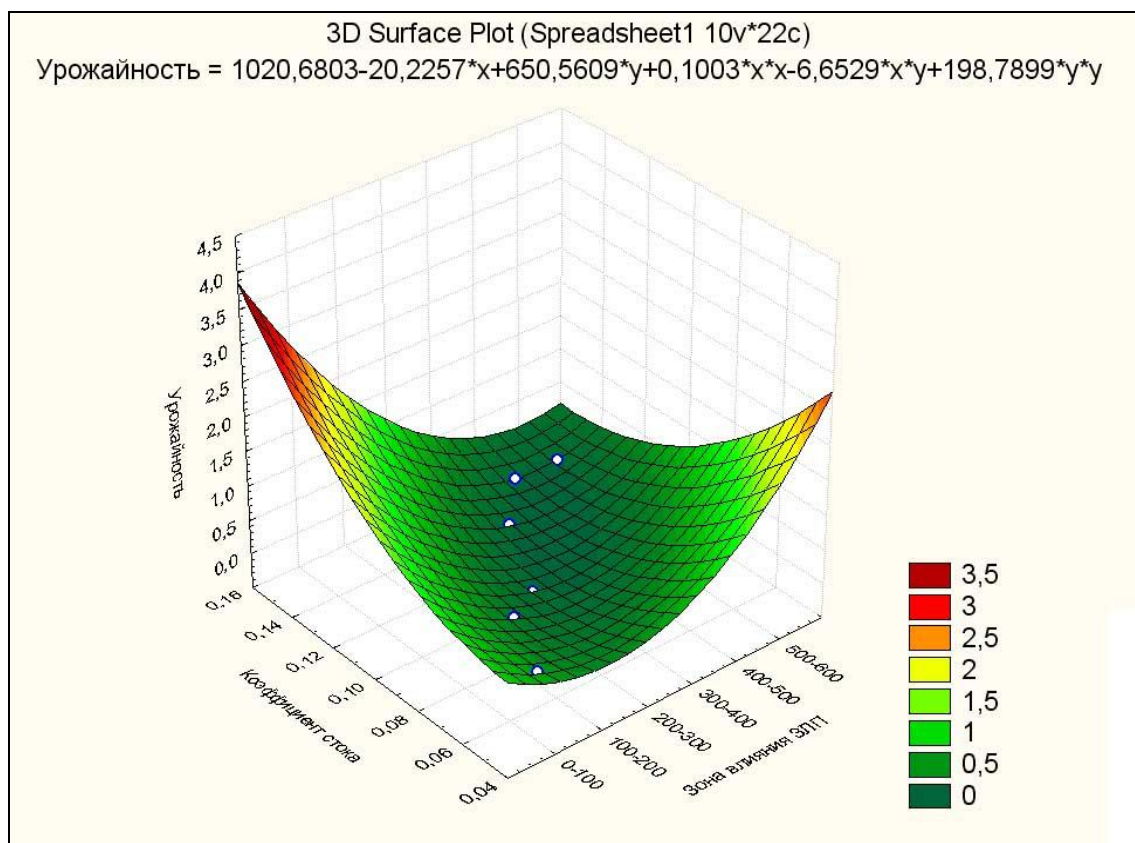


Рис. 5. Зависимость урожайности озимой пшеницы от коэффициента весеннего стока по зонам влияния лесных полос за 2001–2011 гг.

Наибольшие прибавки урожайности под защитой лесных полос были получены в годы исследований при возделывании в севооборотах озимой пшеницы (0.25 т/га) и многолетних трав на сено (0.31 т/га), наименьшие – на посевах яровых культур на зяби – яровой пшеницы 0.21 т/га и подсолнечника 0.18 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Формирование урожайности сельскохозяйственных культур под влиянием лесных полос, т/га (в среднем за 2001–2011 гг.)

| Культура | Расстояние от лесной полосы, м | | | | | | НСР ₀₅ , т/га |
|-------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| | 0–100 | 101–200 | 201–300 | 301–400 | 401–500 | 501–600 | |
| Озимая пшеница | 2.56 | 2.30 | 2.09 | 2.06 | 2.06 | 2.06 | 0.02 |
| Яровая пшеница | 2.05 | 1.74 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 0.02 |
| Многолетние травы | 2.38 | 1.97 | 1.75 | 1.72 | 1.72 | 1.72 | 0.03 |
| Подсолнечник | 1.42 | 1.14 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 0.23 |

Влияние всех факторов на сельскохозяйственную культуру проявляется в ее спектральных характеристиках. С точки зрения прогноза урожая все данные дистан-

ционного зондирования можно разделить на две группы: 1) данные или рассчитанные по ним характеристики, которые непосредственно связаны с урожаем, 2) косвенные данные, по которым оцениваются биометрические параметры, используемые для расчета урожая. Динамику развития растительного покрова можно оценить по одному из спектральных индексов (отношение БИК/красный, «зеленый цвет», NDVI). Такое поведение временного профиля будет наблюдаться и для любого другого спектрального индекса, полученного по результатам измерений в красном и ближнем инфракрасном диапазонах.

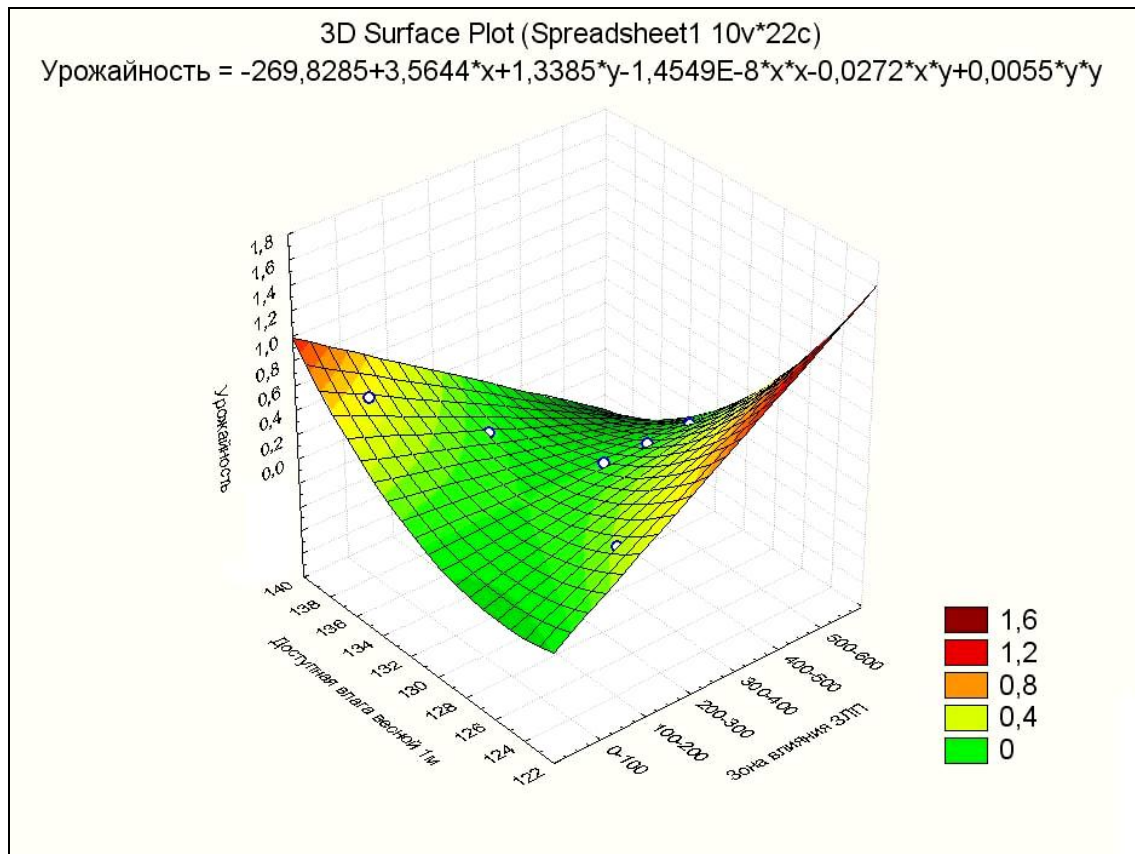


Рис. 6. Зависимость урожайности озимой пшеницы от величины доступной влаги в почве по зонам влияния лесных полос за 2001–2011 гг.

Для определения корреляционной зависимости между урожаем и спектральным индексом используют данные космической съемки в период наибольшего развития растительного покрова, а также различные параметры профиля. При этом различают два подхода: на основе отдельных измерений и на основе измерения полного временного профиля [4].

При использовании отдельных измерений в процессе создания математической модели для оценки урожая необходимо внести ряд поправок, среди которых наиболее важными являются: 1) поправки на разные даты сбора информации (рассчитываются с помощью временного профиля) и 2) поправочные коэффициенты для спектральной яркости в зависимости от используемого сенсора. Регрессионная зависимость между урожаем и спектральными характеристиками определяется на основе предшествующих данных.

В нашем исследовании интегральным показателем развития растительности выбран нормализованный вегетационный индекс (NDVI) (рис. 7). NDVI является общепринятым индикатором «зеленого» в отраженном от поверхности Земли солнечном излучении, то есть индикатором участков с зеленой растительностью. NDVI рассчитывается как отношение разности яркости пикселей изображения в инфракрасном (ИК) и красном (К) диапазонах спектра к их сумме.

$$NDVI = (ИК - К) / (ИК + К) \quad (3)$$

При этом, чем большее значение данного индекса, тем более яркая растительность и в лучшем состоянии она находится. Расчет NDVI, для любого пикселя на снимке, позволяет получить карту NDVI. С помощью карты NDVI проводится оценка вегетационного состояния земной поверхности. Для расчета NDVI территории использовали следующую формулу:

$$NDVI = (ИК - К) / (ИК + К) \quad (3)$$

где: 1 канал – видимый диапазон (длина волны – 0.58-0.68 мкм); 2 канал – видимый диапазон (длина волны – 0.725-1.1 мкм).

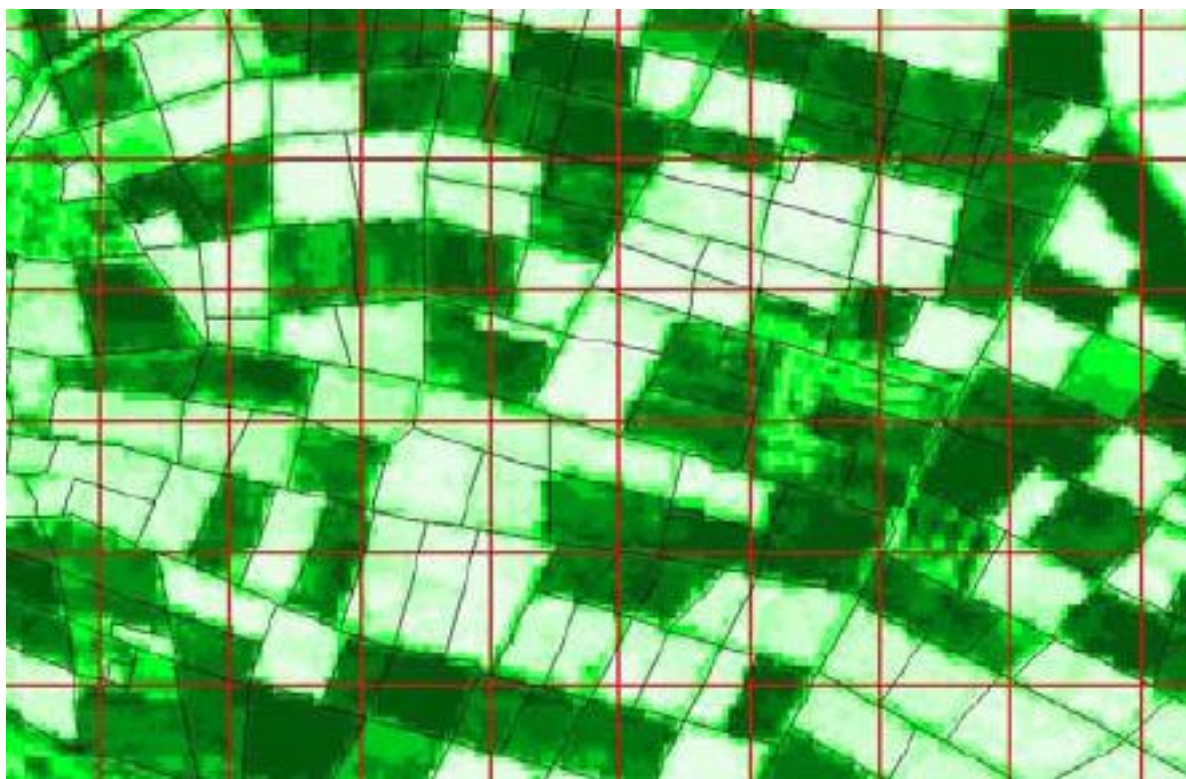


Рис. 7. Расчет градации NDVI по космическому снимку с Landsat

Наиболее полное использование влаги на создание урожая происходило в зоне влияния лесных полос до 100 м. С удалением от лесных полос их действие ослабевает, увеличивается коэффициент водопотребления всех сельскохозяйственных культур. На расстоянии от 300 до 600 м коэффициент водопотребления был наибольшим и составил 900 м³/т в посевах озимой пшеницы, 1570 м³/т – яровой пшеницы, 1002 м³/т – многолетних трав и 1822 м³/т – подсолнечника [5].

Для оценки эффективности использования воды нами были рассчитаны коэффициенты водопотребления по вариантам опыта (табл. 4).

На основании проведенных исследований было выявлено положительное влияние защитных лесных насаждений на пашню и агроландшафт в целом. Но полезащитная лесистость ЗАО «Синеньское» составляет всего 3.6%. При этом защищено лесными полосами только 63.4% пашни, что не способствует агроэкологической стабильности землепользования.

Таким образом, на основании проведенных исследований в целях улучшения состояния агроландшафтов Приволжской возвышенности, охраны и защиты южных черноземов, уменьшения смыва почвы с 10 до 0.3 т/га при организации территории сельскохозяйственных предприятий предлагается уменьшить расстояние между основными и продольными лесополосами при прямоугольном проектировании лесных полос и границ полей с 1000 до 300 м с введением контурных лесных полос при агроландшафтном зонировании территории и устройстве экологических каркасов.

Эколого-ландшафтное размещение лесных полос в зоне их влияния до 300 м способствует большому накоплению снега (на 17–20 см или 37%), повышению влажности почвы на 22 мм (16%), улучшению микроклимата полей (повышается температура воздуха весной в период заморозков в защищенной зоне на 2 °С, в засуху снижается температура воздуха на 1.2 °С и повышается его влажность на 8%), повышению урожайности яровых культур на расстоянии до 200 м: яровой пшеницы на 0.21 т/га (12%), подсолнечника – 0.18 т/га (17%), а озимой пшеницы и многолетних трав до 300 м соответственно на 0.25 т/га (14%) и 0.31 т/га (19%), снижению коэффициента водопотребления яровой пшеницы до 180 м³/т (на 12%), озимой пшеницы – 144 м³/т (на 16%), подсолнечника – 357 м³/т (на 20%) и многолетних трав – 212 м³/т (на 21%) [6].

Размещение лесных полос через 300 м позволит защитить пашню на 100%, приведет к увеличению коэффициента устойчивости агроландшафта с 0.4 до 0.6, соотношению площадей угодий с учетом их экологической ценности с 0.32 до 0.33, плотности экотонов с 90 до 135, экологического разнообразия территории с 6.5 до 15.5, полезной облесенности с 3.6 до 5.4%, что обеспечит экологическую стабилизацию агроландшафта.

Таблица 4

Коэффициенты водопотребления культур под влиянием лесных полос, м³/т (в среднем за 2001–2011 гг.)

| Культура | Расстояние от лесной полосы, м | | | | | | НСР ₀₅ , м ³ /т |
|-------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------------------|
| | 0–100 | 101–200 | 201–300 | 301–400 | 401–500 | 501–600 | |
| Озимая пшеница | 756 | 814 | 891 | 900 | 900 | 900 | 2.6 |
| Яровая пшеница | 1290 | 1483 | 1521 | 1570 | 1570 | 1570 | 2.0 |
| Многолетние травы | 790 | 930 | 1000 | 1002 | 1002 | 1002 | 2.5 |
| Подсолнечник | 1455 | 1762 | 1819 | 1822 | 1822 | 1822 | 2.1 |

Помимо увеличения полезной лесистости на пашне необходимым является расширение в агроландшафте и на смежных землях площади экологического фонда земель, в том числе за счет природных биоценозов. Для более оперативного и обоснованного расширения региональной сети ключевых природных территорий и формирования экологического каркаса показала свою перспективность интеграция геоинформационных технологий и данных ДЗЗ [7].

Использование современных средств дешифрирования данных дистанционного зондирования территории позволяет повысить точность и улучшить качество картографической документации, сократить сроки проектно-изыскательских работ в 2 раза [8].

Список литературы

- Goleusov P.V., Lisetskii F.N. Soil development in anthropogenically disturbed forest-steppe landscapes // Eurasian Soil Science. – 2008. – V. 41. – № 13. – P. 1480-1486.
- Kochetov I.S. Lukin S.V. Lisetsky F.N., Martsinevskaya L.V. The energy efficiency of the adaptive-landscape farming system in the Central Chernozem Region. An estimation // Russian Agricultural Sciences. – 2000. – Part 11. – P. 25-31.
- Ковалева Т.Н. Противоэрозионная организация территории при адаптивно-ландшафтном обустройстве земель степи Приволжской возвышенности: автореферат дис. канд. экон. наук : 08.00.05, 06.01.02. Воронеж, 2006. – 24 с.
- Брыксин В.М., Евтюшкин А.В. Технология прогнозирования урожайности зерновых культур на основе данных космического мониторинга и моделирования биопродуктивности // Обратные задачи и информационные технологии рационального природопользования: материалы IV научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008. – С. 181-186.
- Воздействие системы лесных полос на экологические факторы среды и урожайность культур севооборота в степи Приволжской возвышенности / П.Н. Проездов, Б.И. Туктаров, Л.В. Колесникова, А.И. Разаренов, Т.Н. Ковалева // Вестник Саратовского аграрного университета им. Н.И. Вавилова. – 2006. – № 3. – Вып. 2. – С. 14-16.
- Туктаров, Б. И. Почвозащитный комплекс и продуктивность сельскохозяйственных культур в ландшафтном землеустройстве на Приволжской возвышенности / Б. И. Туктаров,



А. В. Лысов, Т. Н. Ковалева, Р. Р. Ахмеров, С. С. Козлов // Вестник Саратовского госаграрного университета им. Н. И. Вавилова. – 2006. – № 3. – Вып. 2. – С. 14–18.

7. Прохорова О.В., Лисецкий Ф.Н. Применение геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли для расширения сети ООПТ (на примере степных ландшафтов Воронежской области) // Вестник Воронежского государственного университета. – Серия: География. Геоэкология. – 2011. – №1. – С. 184-187.

8. Ковалева Т.Н. ГИС-технологии и их применение в сельском хозяйстве // Вавиловские чтения – 2003: матер. межрегиональной научной конференции молодых ученых и специалистов системы АПК Приволжского федерального округа. Секция земледелия / Саратовский ГАУ. – Саратов, 2003. – С. 14–15.

STUDYING OF ELEMENTS OF WATER BALANCE OF TERRITORY WITH USE OF DATA OF SPACE MONITORING FOR LAND MANAGEMENT OF AGRICULTURAL LANDSCAPES

F.N. Lisetskii¹
T.N. Kovaleva²

¹Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: Liset@bsu.edu.ru

²Saratov State Agrarian University Teatralnaya sq., 1, Saratov, 410012, Russia

E-mail: tnk2003@list.ru

Prospects of use of spectral satellite images to determine the dependence of water balance elements of fields of crop rotation from agronomic background and location of the field protective forest plantations are considered in the article. The experience of joint application of remote sensing data of the area and observations by satellites is shown. Recommendations for designing forest strips, which regulate the water flow, in the development of agricultural landscapes were given.

Key words. land management, agricultural landscapes, mapping, interpretation of satellite images, the waters of the balance sheet, vegetation index.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБЗОРНОГО ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ¹

Е.И. Сенная

*Харьковский национальный университет
имени В.Н. Каразина
Украина, 61022, г. Харьков,
пл. Свободы, 4*

E-mail: elena-sennaja@rambler.ru

В статье систематизированы теоретико-методические подходы к применению геоинформационных технологий в обзорном ландшафтно-экологическом картографировании. Предложен алгоритм геоинформационной обработки данных для определения экологического состояния ландшафтов и его картографического отображения. Алгоритм апробирован в процессе обзорного ландшафтно-экологического картографирования Харьковской и Белгородской областей.

Ключевые слова: ландшафтно-экологическое картографирование, антропогенная нагрузка, устойчивость среды, геоинформационные технологии.

Введение

В контексте нарастающих проблем взаимодействия природы и общества всё более необходимым признаётся анализ экологического состояния территорий с учётом их ландшафтных особенностей. Актуальной задачей является систематизация теоретико-методических подходов к применению геоинформационных технологий в процессе ландшафтно-экологических исследований и картографического представления их результатов. В статье представлен вариант решения этой научной проблемы.

Процесс ландшафтно-экологического картографирования рассматривается как часть и один из ключевых результатов последовательных ландшафтных исследований, в основе которых лежат теоретические разработки классического (генетического) ландшафтоведения, представленные в работах Л.Г. Раменского, Н.А. Солнцева, С.В. Калесника, А.Г. Исаченка, И.И. Мамай и др. и реализованные в общенаучном ландшафтном картографировании [1, 2 и др.]. Из зарубежных исследований следует отметить некоторую согласованность принципов ландшафтно-экологического картографирования с работами по ландшафтному планированию (проектированию), которые в частности получили развитие в Германии и других странах Европы, а также перекликаются с рядом работ российских учёных [3]. Подходы к созданию карт в процессе ландшафтно-экологических исследований могут быть частично заимствованы из опыта, накопленного в различных эколого-ориентированных направлениях тематического картографирования [4, 5, 6, 7, 8].

Следует разграничить понятия общенаучной и тематических (прикладных) ландшафтных карт. Общенаучные карты дают представление о морфологической дифференциации исследуемой территории, качественных и некоторых количественных отличиях выделенных единиц. Прикладные ландшафтные карты – в том числе констатационные, оценочные, прогнозные – предназначены для решения вопросов практического значения определённой отрасли, направления и содержат дополнительную информацию о ландшафтах. Чаще всего, прикладные ландшафтные карты создаются на основе общенаучной [2]. Исходя из этого, создание ландшафтно-экологических карт можно определить как одно из направлений прикладного ландшафтного картографирования. При этом, ландшафтно-экологические карты отображают экологическую и (или) природоохранную информацию, оценка которой осуществлена с позиций природной системы (а именно – ландшафта или отдельных его морфологических частей), реагирующей на совокупность разнообразных влияний,

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-05-90900-моб_снг_ст) на базе ФРЦАиНМОиПР БелГУ.



взаимосвязей, динамичных изменений, которые происходят в ней вследствие действия как природных, так и антропогенных факторов окружающей среды. Исходя из этого, основной территориальной единицей картографирования являются ландшафтные комплексы и (или) их морфологические части [9]. В процессе картографирования изучается экологическое состояние ландшафтов, которое определяется через систему частных показателей и основанных на них – интегральных оценок. Как результат определения общей антропогенной нагрузки на ландшафты с учётом устойчивости природной среды, создаются отдельные карты и серии карт, позволяющие выявить существующие экологические проблемы и прогнозировать их развитие в целом и по отдельным направлениям.

Целью исследований, представленных в статье, является обоснование теоретико-методических подходов к использованию геоинформационных технологий в обзорном ландшафтно-экологическом картографировании и их практическая апробация на примере конкретной территории. Исходя из поставленной цели, нами были решены следующие задачи: 1) разработка алгоритма определения общего экологического состояния ландшафтов с учётом необходимости его пространственного отображения на карте; 2) определение последовательности осуществления обзорного ландшафтно-экологического картографирования и содержания каждого из этапов работы; 3) анализ существующих алгоритмов и средств геоинформационной обработки данных, выбор методики работы в ГИС для целей обзорного ландшафтно-экологического картографирования.

Объекты и методы исследования

Объектом обзорного ландшафтно-экологического картографирования является пространственно-временная совокупность экологических проблем, которые возникли или могут проявиться в пределах определённой группы ландшафтов и (или) морфологических частей ландшафтов, и (или) мероприятий по оптимизации экологического состояния ландшафтов и природопользования в их пределах. Предметом исследований являются теоретико-методические подходы, связанные с применением геоинформационных технологий и данных ДЗЗ для картографического отображения представлений о современном и перспективном экологическом состоянии ландшафтов.

Практическая реализация представленных в статье подходов выполнена на примере территории Белгородской области Российской Федерации и Харьковской области Украины. Уровень административных областей, казалось бы не всегда приемлемый для ландшафтных исследований, является целесообразным в рамках ландшафтно-экологических работ. Это, прежде всего, связано с тем, что именно в пределах единиц регионального уровня планируется и осуществляется эколого-природоохранная деятельность. Кроме того, изучение особенностей экологического развития приграничных территорий, схожих по природным условиям, но отличающимся по государственной принадлежности и соответственно – по ряду социально-экономических характеристик, методов оценки экологического состояния природных сред и нормирования антропогенных нагрузок на природные комплексы, позволит выявить существующие проблемы трансграничного загрязнения и взаимодействия природных систем, обосновать требования к проведению международной экологической политики двух стран.

Одним из основных результатов обзорного ландшафтно-экологического картографирования является комплексная ландшафтно-экологическая карта, которая отображает общую оценку и объединяет все предыдущие результаты оценок по отдельным направлениям, а также позволяет проводить дальнейшие исследования по прогнозу развития ситуаций и разработке рекомендаций. Экологическое состояние ландшафтов (ЭСл) определяется по некоторому набору составляющих, а именно – оценке отдельных видов антропогенной нагрузки: промышленной (ПН), транспортной (ТН), сельскохозяйственной (СхН), селитебной (СН), которые в конечном итоге сопоставляются с показателем устойчивости ландшафтов (Ул) (рис. 1).

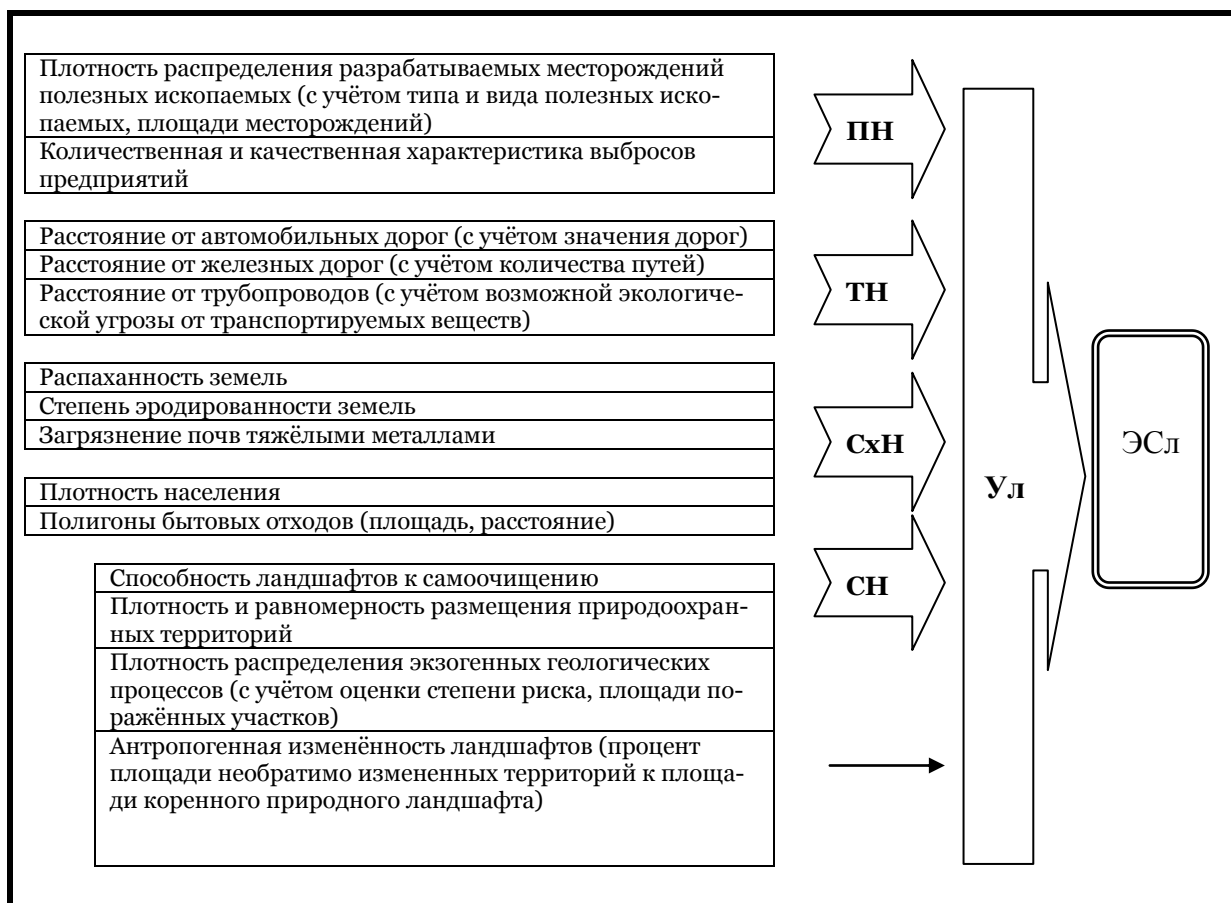


Рис. 1. Схематический вид определения экологического состояния ландшафтов

На этих принципах основан практически весь процесс исследования – до момента, когда получена общая ландшафтно-экологическая карта, а далее анализируются возможности её использования.

Обзорное ландшафтно-экологическое картографирование осуществляется в несколько этапов с отдельными блоками действий в их составе («подэтапами») (рис. 2).

Для осуществления обзорного ландшафтно-экологического картографирования Белгородской и Харьковской областей, на подготовительном этапе определена методика исследования, апробирован ряд программных средств. Картографирование, в первую очередь, возможно осуществить в масштабе 1:1 000 000, что связано с наличием исходных материалов, прежде всего – базовой ландшафтной основы. Таковыми основами выбраны ландшафтные карты Харьковской области Украины [10] и Центрального Черноземья России [11].

На инвентаризационном этапе, все необходимые исходные данные по двум областям были приведены к одинаковому формату и представлены в единой базе данных. В частности, подготовлен векторный аналог базовой ландшафтной основы, созданы или заимствованы из существующих электронных источников следующие тематические слои (с заполнением атрибутивных таблиц): точечные – полезные ископаемые (тип и вид месторождения), предприятия (количественная и качественная характеристика выбросов), населённые пункты (название, количество жителей), экзогенные геологические процессы (вид, оценка степени риска), природоохранные территории и объекты (название, тип, площадь); линейные – административные границы, реки, автомобильные дороги (значение), железные дороги (количество путей), газопроводы (транспортируемые вещества); полигональные – крупные водоёмы, распаханность, степень эродированности почв, загрязнение почв тяжёлыми металлами (количественный и качественный состав), способность ландшафтов к самоочищению.

Первичная обработка данных в геоинформационной среде связана с приведением всех данных в форму, необходимую для дальнейшего применения алгоритмов алгебры карт. В частности, созданы слои расстояния от дорог, плотности населения, зон влияния разработки месторождений и экзогенных геологических процессов и т.д. Детальный анализ каждой составляющей позволил представить данные в обоснованных для ландшафтно-экологического исследования интервалах значений, что в последующем упрощает их унифицированную оценку.



Рис. 2. Основные этапы обзорного ландшафтно-экологического картографирования и их содержание

Обработка данных дистанционного зондирования Земли на инвентаризационном этапе позволяет определить современное землепользование территории, что позволяет на этапе оценки – сопоставить эту информацию со структурой коренных природных ландшафтов и определить степень их изменённости, что важно учитывать при анализе устойчивости среды к антропогенной нагрузке.

На этапе оценки выполняется несколько задач: определяется унифицирован-

ная шкала для всех показателей, рассчитывается нагрузка по отдельным направлениям, осуществляется оценка общего экологического состояния ландшафтов, при этом определяются весовые коэффициенты для учёта всех видов нагрузки и устойчивости.

В представленном исследовании применена унификация шкал с выделением 5 классов. В каждом конкретном случае информация анализировалась с точки зрения уровня экологической опасности (угрозы), под которым понимают определенное значение нагрузки на среду (ландшафт), максимальное действие которого может привести к ухудшению или невозможности функционирования ландшафта [12]. За основу взята система оценок, предложенная Б.И. Кочуровым [13], согласно которой изменения в пределах от 1 до 5 баллов характеризуют прямопропорциональное увеличение нагрузки на среду и соответственно – ухудшение ее качества и отсутствие положительных тенденций развития, то есть отображает изменение состояния среды от нормального до кризисного и даже катастрофического. Для нужд ландшафтно-экологического картографирования шкала оценки несколько модифицирована, учтён опыт балльной оценки отдельных анализируемых явлений или их групп. Присвоение весовых коэффициентов на этапах определения отдельных видов нагрузки и общей оценки экологического состояния ландшафтов осуществлялось экспертным путём.

Этапы прогноза и разработки рекомендаций основаны на анализе полученных оценок. Целесообразным является построение картографических моделей, особенно на основе применения математических алгоритмов расчёта максимальных и минимальных значений показателей в пределах типов ландшафтов, как по отдельным видам нагрузки, так и в целом по общему экологическому состоянию территории.

Оформление и представление результатов исследований на завершающем этапе связаны с необходимостью их систематизации в виде серии карт (с единой компоновкой, в сопоставимых масштабах и т.д.), а также – в соответствии с требованиями и знаниями конечного пользователя (возможно оформление плакатов, презентаций, составление пояснительных записок к картам для их эффективного использования в определённых отраслях и т.д.). Анализ и коррекция результатов исследования на завершающем этапе может проводиться в случае, если конечные результаты не удовлетворяют первичным задачам исследования или являются явно ошибочными. Кроме того, карты (особенно прогнозные и рекомендательные) могут уточняться через определённый промежуток времени – в связи с новыми реалиями социально-экономического и экологического развития территории, что по сути воплощается в новом цикле ландшафтно-экологических исследований.

Современные геоинформационные технологии позволяют значительно усовершенствовать процесс ландшафтно-экологического картографирования, в частности повышая точность расчётов, скорость выполнения операций, представляя возможности визуально-привлекательного оформления результатов. Практически на всех этапах исследования, применяются различные алгоритмы геоинформационной обработки данных, направленные как на решение относительно простых задач (таких как создание первичных слоёв информации), так и на выполнение сложных аналитико-синтетических действий, где задействован математический инструментарий ГИС. Геоинформационная обработка данных в процессе обзорного ландшафтно-экологического картографирования Белгородской и Харьковской областей проводилась с использованием программного обеспечения ArcGIS. На примере этой территории апробирован определённый алгоритм последовательного применения ГИС-инструментария для решения поставленных задач исследования, который доказал свою эффективность и может быть использован при изучении других регионов (табл. 1).

Результаты

В ходе проведенных исследований, для Белгородской и Харьковской областей созданы карты устойчивости ландшафтов, промышленной, транспортной, сельскохозяйственной и селитебной нагрузки на ландшафты, и достигнут основной результат на данном этапе работы – создана комплексная ландшафтно-экологическая карта, отображающая оценку общего экологического состояния ландшафтов (рис. 3).



Таблица 1

**Последовательность и содержание геоинформационной обработки данных
в процессе обзорного ландшафтно-экологического картографирования**

| Этап обработки | Действия по обработке данных | Инструменты и функции ArcGIS | Результаты |
|---|--|--|---|
| 1. Сбор и первичная обработка данных | Создание базы данных, тематических слоёв информации с заполнением атрибутивных таблиц | ArcCatalog и инструменты векторизации и редактирования ArcMap. | Базы данных и первичные тематические слои в их составе |
| 2. Получение новых данных (анализ) | Перевод всех данных в единый формат, доступный для обработки в ГИС; построение тематических растров на основе первичных данных с использованием алгоритмов алгебры карт в ГИС, применение шкал с обоснованными интервалами величин | «Конвертация» в ArcGIS Spatial Analyst; «Плотность», «Расстояние» в ArcGIS Spatial Analyst | Первичные тематические растры, новые аналитические показатели |
| 3. Переклассификация данных (анализ и оценка) | Замена шкал тематических растров с абсолютными показателями – единой унифицированной шкалой с относительной оценкой | «Переклассификация» ArcGIS Spatial Analyst | Вторичные тематические растры с унифицированной шкалой |
| 4. Объединение наборов данных (синтез) | Присвоение веса и объединение (сложение) тематических растров | «Калькулятор растров» ArcGIS Spatial Analyst | Новые тематические растры на основе синтеза |
| 5. Пересчёт данных относительно ландшафтов | Расчёт значений (среднего, максимального и т.п.) по синтетическим тематическим растрам – для отдельных «зон» (полигонов векторной ландшафтной карты) | «Зональная статистика» ArcGIS Spatial Analyst | Векторные карты |

База данных для территории двух областей, созданная в процессе ландшафтно-экологического картографирования, может быть использована для задач различных направлений географических исследований, особенно связанных с изучением приграничных регионов.

Созданные картографические произведения наглядно отображают приуроченность определённых видов нагрузок к тем или иным типам ландшафтов, кроме того, совместный анализ отдельных отраслей – даёт возможность установить ведущие факторы формирования общего экологического состояния территории, выявить центры наибольшей экологической напряжённости. В рамках исследуемой территории чётко проявляется влияние крупных населённых пунктов (в первую очередь, Белгорода и Харькова) на прилегающие ландшафты, заметно влияние промышленности (и часто добавочных к ней транспортной и селитебной нагрузок) – например, в районе Старого Оскола и Губкина Белгородской области, и Балаклеи, Изюма, Купянска Харьковской области.

Ряд других особенностей проявляется при сопоставлении карт отдельных видов нагрузок с картой устойчивости ландшафтов. Логично, например, что сельскохозяйственная нагрузка приурочена к плакорам, что связано, прежде всего, с высоким уровнем распаханности земель, но при этом отдельные пойменные и овражно-балочные участки характеризуются более высоким уровнем сельскохозяйственной нагрузки, что может быть обусловлено их интенсивным использованием в сельском хозяйстве, но также – миграцией и накоплением химических загрязнителей в этих участках и невысокой их устойчивостью в целом.

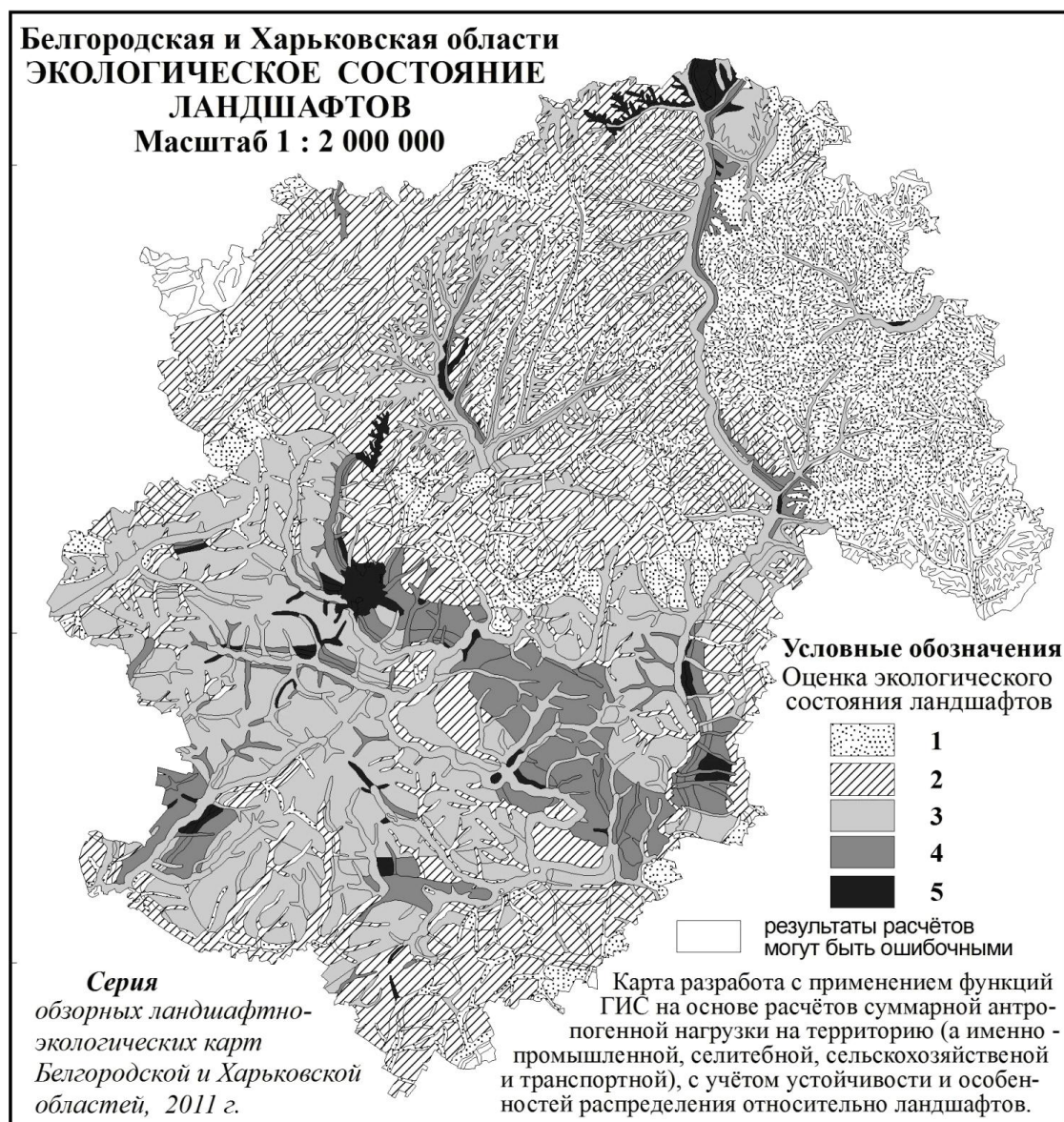


Рис. 3. Ландшафтно-экологическая карта Белгородской и Харьковской областей (базовая карта ГИС – ландшафтная карта масштаба 1 : 1 000 000)

Выводы и перспективы

Таким образом, на данном этапе исследования достигнуты поставленные задачи и получены соответствующие результаты:

1. На основе существующего опыта экологических оценок, общее экологическое состояние ландшафтов предлагается определять через систему частных оценок ведущих видов антропогенной нагрузки (промышленной, транспортной, сельскохозяйственной, селитебной) и их сопоставления с устойчивостью ландшафтов. Каждая из частных оценок основана на системе показателей и первичных картографических слоёв информации, представленных в геоинформационной базе данных. При этом, важно, что картографическое представление данных и более эффективный пространственно-временной анализ экологического развития среды требуют использования детальных показателей производства и потребления ресурсов, влияния на природные компоненты и ландшафты в целом каждого из видов антропогенной нагрузки. Оптимальный набор таких показателей был предложен в рамках проведённого исследования.

2. Общепринятой в ряде географических исследований является последовательность этапов работы: «инвентаризация-оценка-прогноз-рекомендации», в преде-



лах каждого из которых решается определённый перечень задач. В представленной работе охарактеризована специфика этих этапов для процесса обзорного ландшафтно-экологического картографирования, в частности необходимость на каждом из этапов анализировать как общие тенденции экологического состояния ландшафтов, так и отдельные природные и антропогенные факторы влияния. Кроме того, на каждом из этапов предлагается представление результатов в картографической форме. Это условие не всегда соблюдается в исследованиях, подобных представленному, особенно на этапах прогноза и рекомендаций. Однако, стоит отметить, что наглядное картографическое представление результатов работы на этих этапах повышает их практическую значимость и потенциальную эффективность предлагаемых эколого-природоохранных мероприятий.

3. Геоинформационная обработка данных в процессе обзорного ландшафтно-экологического картографирования, в представленной работе выполненная с использованием программных средств ArcGIS, требует использования различных механизмов математического анализа пространственно-временных отношений, формирующих экологическое состояние ландшафтов. Наиболее важными в составе этих механизмов являются сложные аналитико-синтетические операции, скорость и точность выполнения которых возможна благодаря применению ГИС. В процессе исследования, предложен алгоритм геоинформационной обработки данных для нужд обзорного ландшафтно-экологического картографирования, позволяющий учитывать важные теоретико-методические аспекты исследования и региональные особенности исследуемых территорий. Универсальность предложенного алгоритма для разных территорий может быть достигнута через предусмотренные в нём возможности учёта локальных характеристик различных явлений при их оценке, систему классификаций, присвоение весовых коэффициентов.

В перспективе, важной задачей исследования является определение антропогенной изменённости ландшафтов Белгородской и Харьковской областей путём анализа космических снимков с использованием современных программных средств обработки данных ДЗЗ. Эта задача была включена в предлагаемые этапы картографирования. Планируется апробировать алгоритм общей геоинформационной обработки данных в процессе ландшафтно-экологического картографирования, с привлечением полученных результатов по антропогенной изменённости ландшафтов, как одного из наиболее важных показателей, характеризующего их устойчивость, а значит – влияющего на общее экологическое состояние ландшафтов.

Также на последующих этапах необходимо осуществить ландшафтно-экологическое картографирование в более крупном масштабе (предполагаемый масштаб – 1 : 200 000) для ключевых участков исследуемых областей, которые по результатам обзорной оценки поддаются наибольшей антропогенной нагрузке или наоборот – могут считаться эталонными, в связи с малой изменённостью природных ландшафтов и минимальным негативным влиянием различных видов антропогенной нагрузки. В целом, полученные результаты исследования позволят составить прогноз развития экологического состояния ландшафтов Белгородской и Харьковской областей и разработать рекомендации по осуществлению природопользования и эколого-природоохранных мероприятий, что целесообразно представить в виде картографических произведений и текстовых пояснений к ним.

Список литературы

1. Давидчук В., Сорокіна Л., Родіна В. Методи ландшафтного картографування з використанням ГІС та інших комп'ютерних технологій // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – Львів, 2004. – Вип. 31. – С. 263-270.
2. Заруцкая И.П., Красильникова Н.В. Карты природы. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 296 с.
3. Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии / Составитель и отв. ред. Руденко А.В. – М.: Т-во науч. изданий КМК, 2006. – 239 с.
4. Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 252 с.

5. Бондаренко Е.Л. Геоінформаційне еколого-географічне картографування. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – 272 с.
6. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи: Монографія. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. – 242 с.
7. Эколого-географическое картографирование (опыт работ, обоснование структуры и содержания атласа) / Л.Г. Руденко, А.И. Бочковская, И.А. Горленко и др. – К.: Предпринт, 1992. – 32 с.
8. Стурман В. И. Экологическое картографирование. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.
9. Петлін В.М. Ландшафтно-екологічна експертиза: Навч.посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2005. – 236 с.
10. Ландшафты. Масштаб 1 : 1 000 000. // Атлас Харьковской области / Отв. редактор И.С. Руденко. – К.: Укргеодезкартография, 1993. – 46 с.
11. Схематическая ландшафтно-типологическая карта Черноземного центра (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская обл.). Масштаб 1: 1 000 000 / Под рук. и ред. Ф.Н. Милькова. – М., 1961.
12. Мельник А.В. Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження. – Львів, 1999. – 286 с.
13. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие // Ин-т географии РАН и др. – М.: Маджмента, 2003. – 384 с.

GEOINFORMATION DATA PROCESSING IN THE PROCESS OF REVIEW LANDSCAPE-ECOLOGICAL MAPPING

O.I. Sinna

*V.N. Karazin Kharkiv National
University*

*Svobody Sq., 4, Kharkiv, 61022,
Ukraine*

E-mail: elena-sennaja@rambler.ru

In the article the theoretical and methodological approaches to the use of geoinformational technologies in review landscape-ecological mapping were systematized. The algorithm of geoinformation data processing to determine the ecological condition of landscapes and its mapping was proposed. The algorithm was tested in the review of landscape-ecological mapping of Kharkov and Belgorod regions.

Key words: landscape-ecological mapping, anthropogenic pressure, environmental stability, geoinformation technology.



АЛГОРИТМ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРОВ В СЛОЖНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е.В. Леонтьева

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет*

*Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

Изложен алгоритм системного анализа для оптимизации эксплуатации водозаборов в сложных геоэкологических условиях, который позволяет выработать решение по режиму эксплуатации водозабора на прогнозируемый период с учетом направленности процессов для обеспечения подачи воды водозабором, соответствующей санитарным нормам.

Ключевые слова: качество воды, метод Марковица, прогнозное изменение концентрации, эффективное множество, оптимальное соотношение долей.

Введение

Большинство источников водоснабжения водозаборов хозяйственно-питьевого назначения, расположенных в пределах жилой и промышленной застройки испытывают интенсивное техногенное и антропогенное воздействие. Это выражается в превышении фоновых, нормативных показателей качества воды, например по сухому остатку, хлоридам, нитратам и др., как по отдельным скважинам, так и в целом по водозабору.

Для того чтобы качество воды в целом по водозабору соответствовало нормативным требованиям, необходимо регулировать соотношение долей эксплуатирующихся скважин с различным, в том числе повышенным содержанием загрязняющих веществ.

Для осуществления регулирования режимов добычи подземных вод, обычно используют компьютерные модели численного моделирования массопереноса в зоне влияния водозаборов. Построение и эксплуатация достоверных таких моделей обходится обычно в несколько миллионов рублей. При этом все равно не удается учесть в должной мере изменчивость внутренних и внешних граничных условий фильтрации подземных вод, источников и режимов поступления загрязняющих веществ в используемый водоносный горизонт их параметров.

Автором, для снижения затрат на выработку управленческого решения, повышения его достоверности, в данной статье рассматривается методика регулирования режимов добычи подземных вод, основанная на моделях системного анализа.

В системной экологии существует множество моделей, которые связаны с определением взаимосвязей и взаимовлияния между показателями, прогнозирования, которые основаны на методах корреляционного, регрессионного, дисперсионного анализа.

Алгоритм системного анализа

Основная цель исследований разработать методику, которая позволила бы выявить направленность и интенсивность протекающих процессов во времени, дать прогноз развития изменения качества в извлекаемой из скважин воде на определенный период и выработать стратегию эксплуатации водозабора (оптимальное соотношение долей используемых скважин) на прогнозируемый период с учетом направленности процессов для обеспечения подачи воды водозабором, соответствующей санитарным нормам.

1. Проработка методов и моделей системного анализа показала, что для достижения данной цели наиболее подходит метод Марковица [1, 2, 3]. Системный анализ данных по методу Марковица основывается на использовании прогнозного изменения исследуемых данных во времени и оценки риска (стандартного отклонения) по отдельному объекту и их группе.

Методика Марковица, также позволяет выявить тенденцию изменения выбранного параметра за прошедший период времени, определить направленность тренда в прогнозируемый период и на основе полученных данных выработать оптимальную стратегию функционирования модели.

Для реализации данной методики исходными данными служат данные показателей качества воды, по нескольким скважинам, а так же временной фактор (квартал, месяц, год), причем для более достоверных результатов необходимо использовать равные промежутки времени между исходными данными. Алгоритм выработки решения по режиму эксплуатации водозабора отображен на рис. 1.

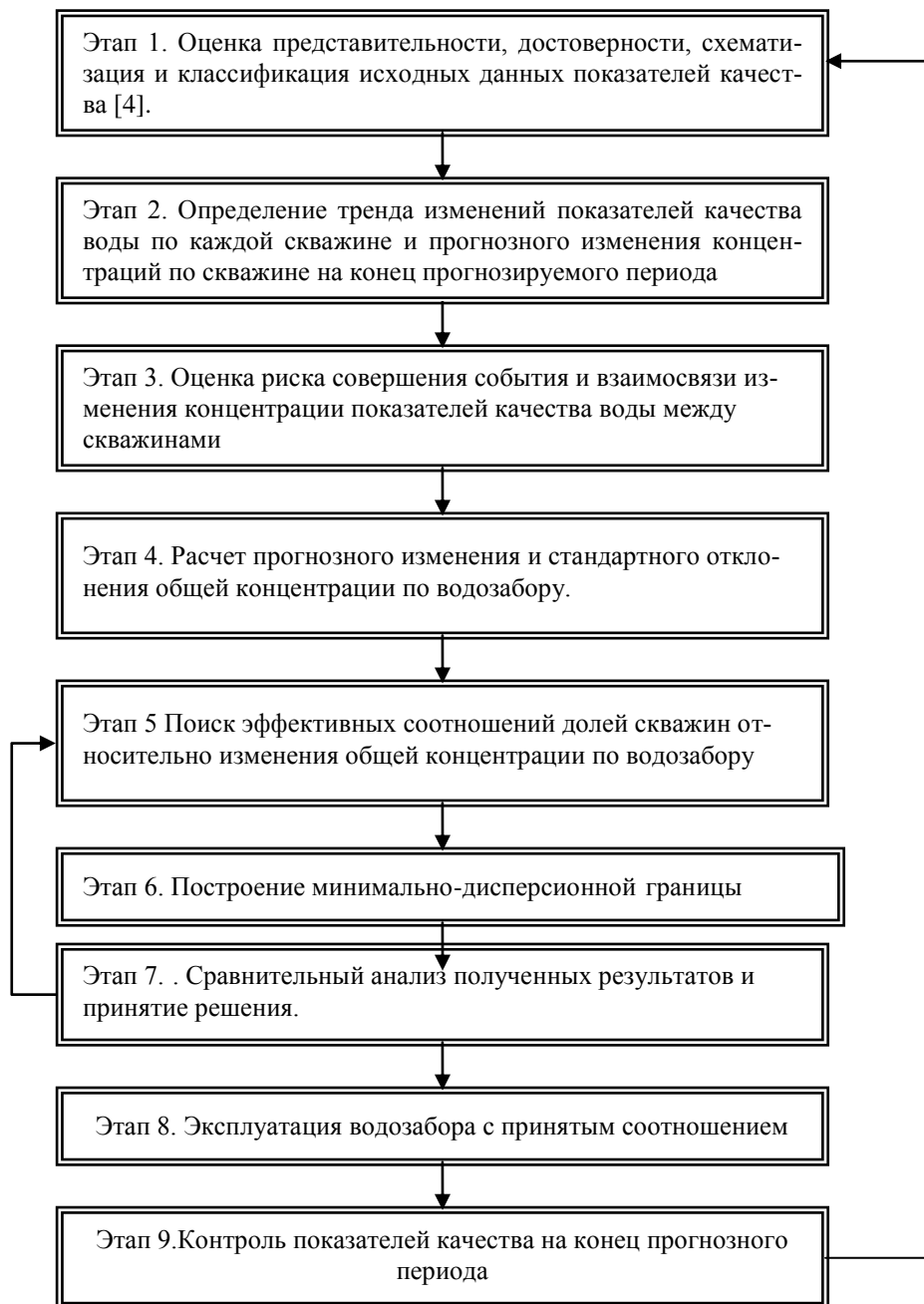


Рис. 1. Алгоритм выработки решения по режиму эксплуатации водозабора

Согласно рисунку 1 алгоритм системного анализа состоит из девяти этапов:

Этап 1: Оценка представительности и достоверности используемых протоколов анализов осуществляется путем их сопоставления с перечнем показателей из рабочей программы производственного контроля источника водоснабжения на участке



добычи, выполненной в соответствии с «Правилами» СанПиН 2.1.4.1074-01 [5]. Классификация исходных данных осуществляется на основе критериев районирования подземных источников водоснабжения по степени выраженности влияния техногенных факторов.

Этап 2: На данном этапе производится расчет фактических направленностей, интенсивностей изменений показателей качества воды путем определения прироста за выбранный период времени (например, ежеквартальные приросты) по скважинам. На основе полученных данных в процентах, а так же частоты повторения и вероятности определяется прогнозное изменение по каждой скважине. *Прогнозное изменение* указывает на то, что в будущем прогнозном периоде "теоретически" можно ожидать от изменений.

Этап 3: Расчет риска совершения события осуществляется с помощью дисперсии и стандартного отклонения. Дисперсия показывает меру разброса возможных исходов относительно ожидаемого значения. Следовательно, чем выше дисперсия, тем больше разброс, а значит и риск. Расчет взаимосвязей изменения показателей качества воды между скважинами основывается на расчете и построении матриц ковариации и корреляции.

Этап 4: Расчет прогнозного изменения и стандартного отклонения общей концентрации по водозабору базируется на рассчитанных ранее показателях прогнозного изменения, ковариации по скважинам, а так же на текущем режиме работы скважин (доли в процентах).

Этап 5: Поиск эффективных соотношений долей скважин относительно изменения общей концентрации по водозабору осуществляется при помощи Microsoft Excel, а точнее при помощи встроенного в него компонента Solver, который позволяет при изменении значения общей концентрации с определенным шагом получить эффективное множество соотношения долей по скважинам.

2. Этап 6: Построение минимально-дисперсионной границы основывается на соотношении «риск-прогноз» эффективного множества. Это граница, на которой лежит определенный набор режимов эксплуатации скважин в долях с минимальным риском при заданном изменении общей концентрации по водозабору, данная граница позволяет определить минимально - дисперсионное изменение общей концентрации.

Этап 7: На данном этапе проводится сравнительный анализ с графическим отображением результатов между работой скважин минимально-дисперсионным соотношением долей с текущим соотношением долей, равномерным соотношением долей и др. Принятие решения по изменению стратегии эксплуатации водозабора заключается в выборе стратегии, которая позволит снизить значения показателей качества воды, при наиболее вероятном исходе события.

Этап 8: Эксплуатация водозабора с принятым соотношением долей.

Этап 9: Контроль показателей качества на конец прогнозного периода позволяет сравнить фактические данные с прогнозными значениями.

Заключение

Приведенный алгоритм системного анализа положен в основу методики оптимизации эксплуатации водозабора в сложных геоэкологических условиях.

Преимущества данной методики состоит в том, что она позволяет:

1. Выявить направленности и интенсивности изменения показателей качества воды по скважинам;
2. Дать прогноз развития процессов на определенный период времени (квартал, месяц, год и т.д.);
3. Определить силу взаимосвязи между анализируемыми показателями;
4. Выработать стратегию эксплуатации водозабора на прогнозируемый период с учетом направленности процессов и заданном риске событий.
5. Провести сравнительный анализ решений;
6. Выбрать оптимальное решение.

Список литературы

1. Дулепов В.И., Лескова О.А, Майоров И.С. Системная экология. – М., 2007.
2. Квачев В.Н., Леонтьева Е.В. Методические аспекты зонирования источников водоснабжения по степени выраженности влияния техногенных факторов // М.: МАКС Пресс, 2010. – С. 391-396.
3. Harry M. Markowitz Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments", John Wiley & Sons, 1959 г.
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 2002.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01 Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2001.

ALGORITHM OF THE SYSTEM ANALYSIS FOR OPTIMIZATION OF OPERATION OF WATER INTAKES IN DIFFICULT GEOECOLOGICAL CONDITIONS

E.V. Leontyeva

*Belgorod State National Research University
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015,
Russia*

The algorithm of the system analysis for optimization of operation of water intakes in difficult geoecological conditions which allows to work out a solution for mode of operation of water intake for the predicted period taking into account an orientation of processes for maintenance of water delivery with a water intake corresponding to the sanitary code is stated.

Key words: quality of water, Markovitz method, predicted change of concentration, effective set, the optimal ratio of shares.



УДК 551.48+556 (470.325)

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНОСТИ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСНОВНОГО ТРАНСГРАНИЧНОГО ВОДОТОКА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ – Р. СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ¹

М.А. Петина
Г.В. Клубкова
Ю.И. Новикова

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: petina_m@bsu.edu.ru*

В статье рассматриваются природные и антропогенные факторы, определяющие гидрологический режим Северского Донца и качество его вод. Выявлены причины колебания речного стока за последние 50 лет. Особое внимание уделено изменению качества воды в условиях снижения водности реки и усиления антропогенного фактора, проявляющегося как в речной долине, так и на водосборной площади.

Ключевые слова: гидрологический режим, расход воды, гидрографы стока, основные показатели качества речной воды.

Введение

До недавнего времени загрязнение природных вод не вызывало особого беспокойства, поскольку принималось во внимание присущая водным объектам способность к регулярному возобновлению. Однако в современный период хозяйственная деятельность человека приобрела такой размах и интенсивность, при которых защитные силы природы не могут справиться с непрерывным и возрастающим потоком отходов. Вследствие этого во многих случаях возникают существенные и весьма устойчивые качественные изменения элементов природной среды, приводящие к ухудшению состояния последней как среды обитания человека.

Белгородская область относится к маловодным регионам России. Поверхностными водоемами занято менее 1% территории. Подземные воды являются основным источником водоснабжения области. Примерно 56% территории области, расположенной в пределах бассейна Северского Донца, характеризуется напряженной водохозяйственной обстановкой. В последние годы качество природных вод в целом ухудшилось. Главная причина этого явления – недостаточно очищенные сточные воды или воды без всякой очистки [1].

В настоящее время проблема количества и качества речной воды встает как никогда остро, особенно для главной реки Белгородской области – Северский Донец, являющейся самым крупным правым притоком Дона. Общая длина реки 1011 км, в пределах области 100,5 км, что составляет около 10% от всей ее длины. Кому-то эта цифра может показаться незначительной, но не следует забывать, что на нашей территории находятся истоки Северского Донца и от нас зависит, какого качества воду будут пить наши соседи в Украине, т.к. река является трансграничной.

Водный режим Северского Донца определяется климатическими, гидрогеологическими, орографическими, гидрографическими особенностями занимаемой территории и характеризуется достаточно выраженным весенним половодьем и летне-осенне-зимней меженью, обычно часто нарушаемой дождевыми паводками. Река имеет смешанное питание: снеговое, дождевое и подземное [2].

Оценить результат сложного воздействия природных факторов и хозяйственной деятельности на водный режим реки Северский Донец позволяет использование данных многолетних наблюдений за стоком реки по водпосту Киселево.

¹ Работа выполнена при поддержке Госконтракта № П 1101 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 год».

При анализе данных среднегодовых расходов воды получаем следующие выводы: линия тренда на графике колебания расходов воды показывает тенденцию к незначительному уменьшению значений среднегодовых расходов. Среднегодовой расход воды уменьшается на $0.0027 \text{ м}^3/\text{с}$ в год.

Из рис. 1 видно, что многоводные годы чередуются с маловодными. Наиболее длительный период повышенной водности наблюдался в период с 1978 по 1983 годы, пониженная водность была в период с 1972 по 1977 годы. Средние по водности значения расходов воды пришлись на 1964, 1969, 1984, 1987, 1993, 1995, 1997, 2001, 2003, 2005 годы. Повторяемость средних по водности лет увеличивается в период с 1993 года. С 2007 года наблюдается снижение стока Северского Донца.

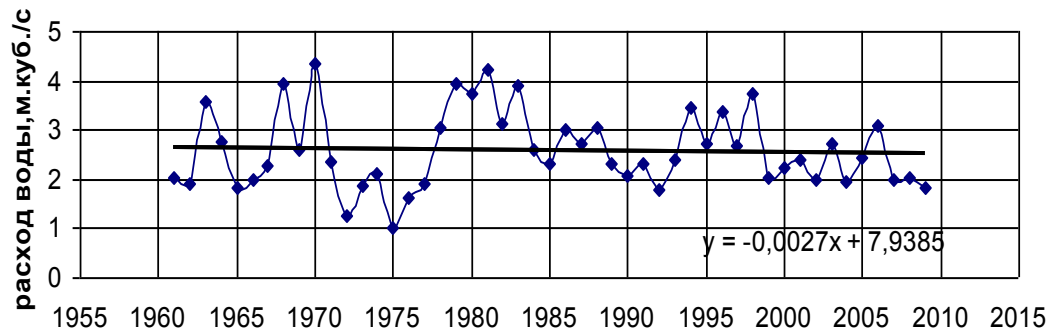


Рис. 1. График колебания среднегодовых расходов воды по р. Северский Донец – с. Киселево за период 1961-2009 гг.

При анализе гидрографа стока в характерные по водности годы (рис. 2) можно сделать следующие выводы: 1) среднегодовое значение водности Северского Донца зависит от длительности весеннего половодья и значений расходов воды в этот период, 2) В многоводные и средние по водности годы весеннее половодье приходится на апрель месяц, в маловодные годы на март, 3) среднемесячные значения расходов воды в период с мая по декабрь отличаются между собой незначительно [3].

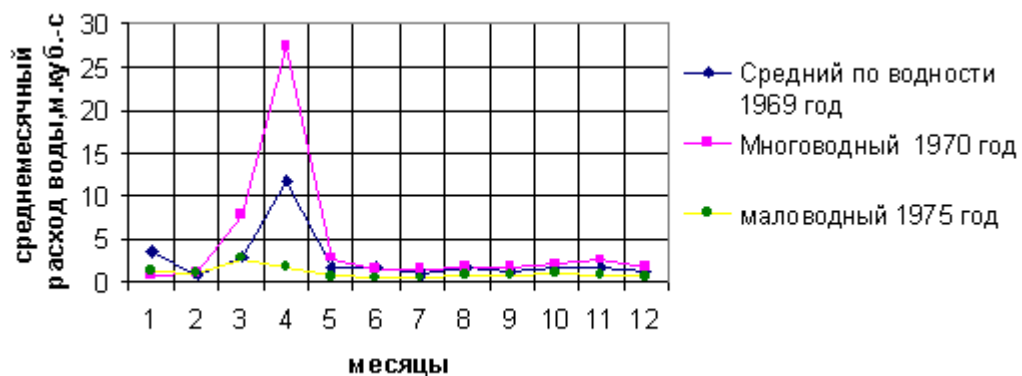


Рис. 2. Гидрограф стока по р. Северский Донец у с. Киселево за характерные по водности годы

Химический состав воды в реке Северский Донец значительно изменяется во времени в зависимости от преобладающих в его балансе вод различных генетических категорий (поверхностно-склоновых, почвенно-поверхностных, почвенно-грунтовых и подземных).

В период весеннего половодья в реку поступают воды, представляющие смесь поверхностно-склоновых и почвенно-поверхностных вод.

Поверхностно-склоновые воды образуются в период интенсивного снеготаяния и стекают по еще не оттаявшей почве или по ледяной корке. Они отличаются минимальной минерализацией, приближающейся к минерализации атмосферных осадков.

Почвенно-поверхностные воды образуются по мере оттаивания почвы, путем инфильтрации талых вод в верхние слои почвы. Химический состав этих вод формируется под влиянием почв и зависит от степени их засоления. Почвенно-поверхностный сток воды образуется также во время летних ливней, когда дождевые воды, размывая верхний слой почвенного покрова, вносит в реки вместе с мелкоземом растворимые соли [4].

На спаде половодья поступление вод в русловую сеть происходит преимущественно за счет инфильтрационных почвенно-грунтовых вод. Химический состав этих вод отражает характер почво-грунтов и степень их засоления легкорастворимыми солями. В меженный период речной сток осуществляется главным образом за счет подземных вод, дренируемых эрозионной сетью. Состав речных вод в этот период определяется составом питающих их подземных вод.

Речным водам Северского Донца свойственна, в основном, повышенная минерализация, что обусловлено как особенностями литологии водовмещающих пород, так и сбросом сточных вод. Господствующим типом речных вод по химическому составу являются гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые. Преобладает минерализация 0,5-0,7 г/л.

Источниками биогенных и органических веществ в речной воде, кроме почвогрунтов, являются поступающие в реки промышленные и бытовые стоки. Загрязнение сточными водами вызывает увеличение окисляемости и концентраций азота, железа, фенолов (рис. 3, 4).

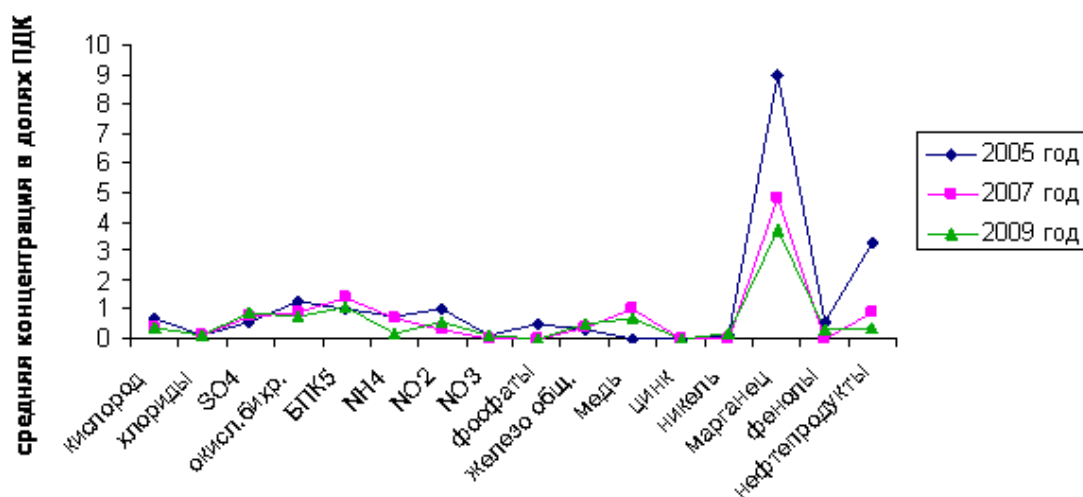


Рис.3 Изменение качества поверхностных вод по р. Северский Донец у с. Беломестное, 7 км выше г. Белгород

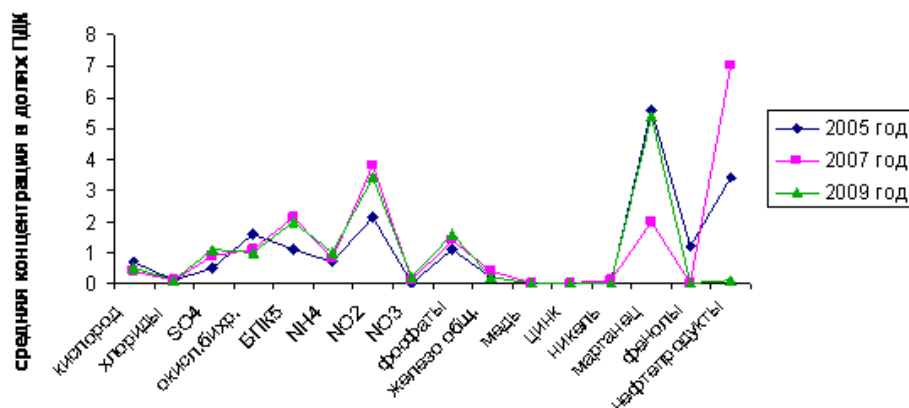


Рис. 4. Изменение качества поверхностных вод по р. Северский Донец, 21 км ниже г. Белгород

Качество воды Северского Донца не соответствует рыбохозяйственной категории по содержанию марганца (1.97 ПДК), нитритов (1.21 ПДК), фосфатов (P) (1.19 ПДК), меди (1.17 ПДК), БПК₅ (1.06 ПДК). На экологическое состояние реки Северский Донец оказывают влияние факторы природного происхождения: железо общее, марганец, медь, антропогенного характера: нитриты, фосфаты (P). Донные отложения Белгородского водохранилища ведут к вторичному загрязнению: фенолы, БПК, фосфаты (P). Река Северский Донец принимает через приток р. Разумная сточные воды МУП «Горводоканал» г. Белгород. В Белгородское водохранилище поступают сточные воды ООО ВКХ «Пристенское». Через приток р. Нежеголь поступают сточные воды МУП «Горводоканал» г. Шебекино.

На качество воды в Белгородском водохранилище в створах: 1000 км от устья, с. Зеленая Поляна; входной створ водохранилища, 990 и 988 км – выше и ниже впадения р. Болховец оказывают влияние в основном факторы природного происхождения: марганец, медь и железо. Многолетние наблюдения показали, что в створе 983 км от устья, с. Дальние Пески – выше впадения р. Разумная и далее по течению происходит вторичное загрязнение водохранилища в результате накопления донных отложений (табл. 1, рис 5). К загрязняющим веществам природного фактора добавились антропогенные: нитриты, фенолы, фосфаты (P) и БПК. В створах 973 км от устья и 971 км от устья – до и после впадения р. Топлинка качество воды в водохранилище не изменяется – 3 «б», очень загрязненная. Белгородское водохранилище, 963 км от устья р. Северский Донец, выходной створ - качество воды относится к 3 «б» классу, очень загрязненная.

Таблица 1
Изменение качества воды Белгородского водохранилища

| Расстояние от устья, км | Класс качества воды | | | | |
|-------------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. |
| 963 | 3 | 3а | 3б | 4а | 4б |
| 964 | 3 | 3а | 3б | 4а | 3б |
| 971 | 3 | 3а | 3б | 3б | 3б |
| 973 | 3 | 3 | 3б | 3б | 3б |
| 978 | 4 | 4а | 4а | 4б | 4а |
| 983 | 3 | 3б | 3б | 3б | 4а |
| 988 | 3 | 3 | 3 | 3б | 3б |
| 990 | 3 | 3 | 3 | 3б | 3а |
| 1000 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3а |

У Белгородского водохранилища в теплое время года есть одна экологическая проблема – она обусловлена массовым цветением сине-зеленых водорослей. Условиями для их массового развития является большое количество растворенных в воде органических и неорганических веществ [5].

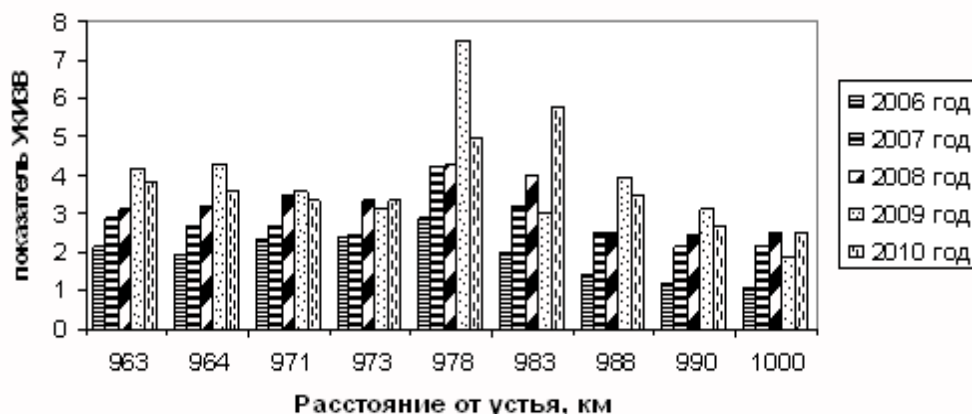


Рис.5. Оценка качества воды Белгородского водохранилища

Анализируя данные изменения класса качества воды и показателя УКИЗВ за период с 2006 по 2010 годы по створам Белгородского водохранилища можно сделать выводы, что в целом, качество воды за этот период ухудшилось, чему способствует комплекс антропогенных и естественно-климатических факторов. Необходим ком-



плекс дополнительных природоохранных мероприятий для повышения рекреационной ценности водного объекта.

Список литературы

1. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохраных мероприятий по Белгородской области за 2005, 2007, 2009 гг.;
2. Отчет лаборатории отдела водных ресурсов по Белгородской области ДБВУ за 2006-2009 гг.
3. Петин, А.Н. Малые водные объекты и их экологическое состояние // А.Н.Петин, Н.С.Сердюкова, В.Н.Шевченко. – Белгород: БелГУ, 2005. – С.34-37.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР т.6, вып.3, Бассейн Северского Донца и реки Приазовья.- Ленинград: Гидрометиздат, 1967. – С.134-147, 186, 313, 339.
5. Петин, А.Н. Экология Белгородской области: Учеб. пособие / А.Н. Петин, Л.Л. Новых, В.И. Петина, Е.Г. Глазунов. – М.: МГУ, 2002. – С. 120.

CHANGE IN WATER CONTENT AND HYDROCHEMICAL INDICATORS OF THE MAJOR TRANSBOUNDARY WATERCOURSE OF BELGOROD REGION – SEVERSKY DONETS RIVER

M.A. Petina
G.V. Klubkova
Y.I. Novikova

Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: petina_m@bsu.edu.ru

The article deals with natural and anthropogenic factors that determine the hydrological regime of the Seversky Donets River and its water quality. The causes of fluctuations in river flows over the past 50 years are revealed. Particular attention is paid to changes in water quality in the face of declining water content of the river and increasing anthropogenic factor, as manifested both in the river valley and in the catchment area.

Key words: hydrology, water flow, runoff hydrographs, the main indicators of river water quality.

ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЙ РИСКОВ НА ПРИМЕРЕ Г. БЕЛГОРОДА¹

В.И. Петина
Н.И. Гайворонская
Л.И. Белоусова

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

*Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

E-mail: petina@yandex.ru

В статье рассмотрены факторы развития опасных природных геологических процессов на территории г. Белгорода, которые определяют в значительной степени эколого-геоморфологическую ситуацию в городе.

Ключевые слова: овраг, балка, эрозия, оползень.

Введение

Геоэкологические проблемы урбанизированных территорий приобретают в настоящее время глобальный характер. Это связано, прежде всего, с ростом городов и все возрастающей техногенной нагрузкой на их геолого-геоморфологическую среду. Усиливающийся антропогенный пресс вызывает активизацию опасных природных и техноприродных процессов, нередко приводящих к техногенным катастрофам, так как разработка и внедрение плана застройки городских территорий нередко осуществляется без их учета [1]. Государственная политика обеспечения безопасности населения и хозяйственных объектов, осуществление градостроительной, природоохранной и других видов деятельности в районах развития опасных природных геологических процессов (ОПГП) должна базироваться на профилактике этих опасностей, а не на ликвидации их последствий.

На территории г. Белгорода активно развиваются опасные природные и техноприродные процессы, представляющие реальную угрозу не только зданиям и сооружениям, но и самой жизни людей. На их формирование большое влияние оказывают как природные (геолого-геоморфологические, гидрогеологические, климатические) так и техногенные факторы. Все это приводит к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций. В связи с этим выявление закономерностей развития опасных процессов имеет исключительное значение.

Одним из основных факторов формирования и распространения ОПГП на территории г. Белгорода являются геолого-геоморфологические условия. В геологическом отношении территория г. Белгорода приурочена к северо-восточному крылу Днепровско-Донецкой впадины, примыкающей к Воронежской антеклизе, образованной кристаллическими породами докембрия. Сводовая часть этой антеклизы (абсолютные отметки от 0 до +95 м.) проходит к северу и северо-востоку от Белгородского района. Кристаллический фундамент к юго-западу от сводовой части антеклизы не выходит на дневную поверхность, а погружается со средним циклом 7 м/км, поэтому породы, слагающие его не принимают непосредственного участия в формировании ОПГП. Развитие и распространение опасных геологических процессов связано с поверхностными отложениями, в основном, представленными следующими инженерно-геологическими комплексами:

- аллювиальный современный четвертичный комплекс представлен переслаивающимися песчаными и глинистыми отложениями, местами с включениями гравия. Крупнозернистые пески и гравий приурочены к подошве отложений. Мощность со-

¹ Работа выполнена при поддержке Госконтракта № П536 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 год».



временных четвертичных отложений варьирует в широких пределах – от 0,1 до 15 м. На территории города эти отложения приурочены к пойме реки Северский Донец, ее притокам, а также овражно-балочным днищам;

– аллювиальный верхне-среднечетвертичный комплекс представлен песчано-глинистыми отложениями с прослоями гравия и гальки. Последние характерны для подошвы комплекса. Мощность отложений изменяется от 2 до 28 м. Песчаные отложения представлены мелко- и разнозернистыми песками, нередко глинистыми, с включениями гравия и гальки, пористы, с хорошей водоотдачей. Глины, супеси и суглинки слабо уплотнены, пористы. Данный комплекс слагает надпойменные террасы Северского Донца и его притоков. Строительство на породах комплекса затруднено заболоченностью и просадочными явлениями.

– комплекс нерасчлененных перегляциально-делювиально-элювиальных (покровных) отложений представлен в основном суглинками, преимущественно пылеватыми и лессовидными. Мощность изменяется в пределах 1-10 м. Породы обладают высокой пористостью, которая уменьшается с глубиной. Комплекс залегает сплошным чехлом на водоразделах, а также на склонах речных долин и на высоких надпойменных террасах, как правило, на четвертой;

– палеогеновый комплекс (Р + N) в верхней и нижней части представлен песками с прослоями песчаников и реже - глин. В средней части - глины с включениями мергелей. Пески мелкозернистые и среднезернистые, глины жирные иногда тонкопесчаные, песчаники глинистые, крепкие, трещиноватые. К комплексу приурочены полтавский и харьковский (объединенный) водоносный горизонт и киевский водупор, воды спорадического распространения. Породы комплекса распространены преимущественно на водораздельных пространствах. С ними связаны процессы эрозии, проявляющиеся в развитии овражно-балочной сети и мелкие оползневые процессы.

Рельеф г. Белгорода представляет собой пологохолмистую равнину с плоскими платообразными водоразделами, широкими террасированными долинами и довольно распространенной овражно-балочной сетью. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 230-240 м на водоразделах до 114-116 м в долинах рек. Долины рек широкие, разработанные, имеют корытообразную форму. Как правило, правый берег рек крутой, левый – пологий, террасированный. В долине р. Северский Донец хорошо выражены первая и вторая надпойменные аккумулятивные террасы, третья и четвертая - цокольные террасы выражены менее четко, на ряде участков просматривается и платформенная терраса.

Степень напряженности эколого-геоморфологической ситуации любой территории определяется интенсивностью проявления опасных геолого-геоморфологических процессов, которые зависят от таких морфометрических характеристик рельефа как: густота горизонтального расчленения рельефа, величина вертикального расчленения рельефа, углы наклона земной поверхности.

Интенсивность горизонтального расчленения рельефа выражает степень освоенности территории эрозионной сетью, активность и направленность флювиальных процессов. Величина густоты эрозионного расчленения территории города значительна и колеблется в пределах от 0,1 км/км² до 4 км/км². Средняя степень расчленения рельефа (от 1,1 до 2,4 км/км²) являются преобладающей. Участки с наибольшей густотой овражно-балочного расчленения (от 2,5 до 4 км/км²) встречаются отдельными ареалами в правобережной части р. Северский Донец и в западной части города. Слабое расчленение (0,1-1,5 км/км²) приурочено к долинам рек и водоразделам. Активность эрозионных процессов нарастает к верховьям реки, достигая максимума в бассейнах эрозионных форм третьего порядка, где коэффициент расчленения колеблется от 1,5 и выше.

Вертикальное расчленение рельефа позволяет характеризовать активность геодинамических процессов. Величина вертикального расчленения в пределах города изменяется в пределах 5–70 м. Ареалы с наименьшим (5–20 м) и средним (20–35 м) показателем расчленения занимают большую часть территории города. Они приурочены к долинам рек, водоразделам. Участки со значительной (35–50 м) и высокой

(55–70 м) степенью расчленения представлены отдельными ареалами и разбросаны спорадически.

Для г. Белгорода характерны незначительные уклоны земной поверхности. Более 80 % территории расположены на склонах крутизной до 5°, и только 13 % – до 10°.

На развитие экзогенных геологических процессов наряду с геолого-геоморфологическими факторами значительное влияние оказывает климатический, в частности характер выпадения осадков. Белгород расположен на юго-западных склонах Среднерусской возвышенности и находится в зоне наибольшего воздействия воздушных атлантических масс с высоким влагосодержанием. Сумма осадков за год составляет в среднем 660 мм. Характерной особенностью является большое колебание количества выпавших осадков не только в разные годы, но и по сезонам года. За апрель–октябрь на всей территории города выпадает 65% годового количества. Летние осадки часто выпадают в виде ливней, которые вызывают смыв наиболее легких частиц почвы и способствуют разрушению почвенного покрова и нижележащих подстилающих пород. Твердые осадки составляют около 30% годового значения и выпадают преимущественно в виде снега. Устойчивый снежный покров обычно устанавливается в декабре, но бывают зимы и с неустойчивым снежным покровом. Средняя многолетняя глубина промерзания почвы составляет 78 см. Полное оттаивание почвы наблюдается в апреле. Средняя продолжительность снеготаяния 18–20 дней. Резкое повышение температуры в весенний период способствует быстрому таянию снега, что вызывает активизацию оползневых процессов на склонах.

Эколого-геоморфологическое исследование рельефа территории города Белгорода позволило выделить следующие типы морфоскульптуры:

- флювиальная, представленная эрозионными формами;
- флювиально-гравитационная, представленная оползнями и оплывинами на склонах;
- эоловая, приуроченная к поймам рек и левобережью Белгородского водохранилища;
- техногенная, возникшая в результате хозяйственной деятельности (добычи полезных ископаемых, промышленного и гражданского строительства, прокладке дорог и трубопроводов и т.д.) и широко представленная на территории г. Белгорода.

Флювиальная морфоскульптура создана постоянными и временными водотоками. Анализ карты порядков эрозионных форм масштаба 1:50000, составленной для территории г. Белгорода, позволил выделить эрозионные формы от первого до пятого порядка. Наиболее распространенными оказались формы водно-эрозионного рельефа, составляющие первооснову гидрографической сети (потяжины, водороины, привершинные овраги), относящиеся к первому и второму порядку. Они формируются на длинных и пологих склонах, крутизна которых не превышает 5°. В рельефе это целые системы параллельных понижений, ориентированных, как правило, под прямым углом к главной форме. На долю этих систем приходится около 80 % всех эрозионных форм рельефа. Третий порядок представлен склоновыми и долинными оврагами, а также сухими балками и балками с временными водотоками. На их долю приходится более 15 %. На территории города выделяются такие крупные балки, как Сапрыкин Лог, Крутой Лог, Западный, Шевелев Яр и др. Тальвеги этих балок обычно на всем протяжении бывают заболоченными и заросшими болотной растительностью. Имеется также несколько более мелких оврагов. Четвертый и пятый порядки представлены долинами рек Северский Донец и ее притоков Везелки, Гостенки, Разумной, Нижегородки. На их долю приходится около 5 %.

Боковая эрозия приводит к образованию крупных обнаженных склонов. Материал, выносимый при образовании оврагов и промоин, отлагается в устьевых частях балок, образуя конусы выноса.

Эрозионные формы возникают не только под действием природных факторов, но и в результате антропогенной деятельности. Так, в районе городской подстанции в результате размыва почвогрунтов водами из трубы городского стока, образовалась промоина шириной от 3 до 5 м и длиной около 20 м [рис.1]. Размеры промоины постоянно увеличиваются. Размыв представляет угрозу для находящихся рядом гаражей.



Рис. 1. Размыв в районе городской подстанции

Густая и глубоко врезанная долинно-балочная сеть осложнена мелкими оползневыми деформациями и оплывинами, локализирующимися на крутых склонах оврагов и балок. Оползневые процессы развиваются под влиянием двух групп факторов: природных и техногенных. Что касается техногенных факторов, то решающее значение здесь имеют подмыв грунтов канализационным трубопроводом и перегрузка грунтов от движущегося транспорта. Совместное действие природных и техногенных факторов приводит к активизации оползневых процессов. Так, например, на южной окраине г. Белгорода развит небольшой оползень по балке. Он связан с выходом палеогеновых глин. Размер оползня достигает 150м, амплитуда смещения определилась глубиной балки и составила 15-20м. Тело одного из микрооползней в районе авторынка имеет следующие размеры: ширина составляет 18 м., а высота 25 м., причем его размеры постоянно увеличиваются. Оползень представляет угрозу для рядом расположенных строений [рис. 2].



Рис. 2. Оползень в районе авторынка

В районе БГУ нами было обследовано два микрооползня. Один из них старый с частично задернованными склонами. Его тело имеет размеры: ширину 14 м., а длину 30 м. Второй - располагается в нескольких метрах от первого и имеет вид более молодого и развивающегося. Размеры его тела: ширина 15,5 м, высота 28 м. Оба оползня представ-

ляют угрозу для находящейся рядом автостоянки транспорта БГТУ, а также строящихся в этом районе коттеджей. Оползни продолжают активно развиваться, чему способствует постепенное расширение университета и проходящие рядом канализационные трубопроводы.

На окраине ул. Есенина располагается оползень, представляющий собой немалую угрозу для планируемой здесь застройки территории, а также находящихся неподалеку автомобильных гаражей [рис. 3]. Тело этого оползня имеет размеры: ширину 19.8 м, длину 40 м. Размеры оползня увеличиваются около 1 м в год. Этому способствует подмыв грунтов канализационным трубопроводом.



Рис.3. Оползень в районе ул. Есенина

Выполненные исследования и наблюдения показали, что мероприятия по инженерной защите не всегда проводятся на должном уровне, следовательно, оползневые процессы продолжают свое развитие.

На территории г. Белгорода просадочными грунтами являются суглинки делювиального происхождения. Они, как правило, залегают под почвенным слоем и имеют мощность от 0,5 до 10 м. Лессовидные породы склонны к уплотнению при замачивании и к просадочным явлениям, что может вызвать неравномерные осадки сооружений и их деформации.

Меловые отложения в долинах рек значительно закарстованы. К поверхностным проявлениям карста следует отнести наблюдаемые в пойме реки Северский Донец замкнутые блюдцеобразные впадины различных размеров: диаметром от 10-15 до 100 м и глубиной от 0.5 до 2.0 м.

Заболоченные участки встречаются в основном на поймах рек и у внутреннего края первой и второй надпойменных террас. Они связаны с выходом грунтовых вод в нижней части склонов.

Техногенное воздействие на геологическую среду урбанизированных территорий оказывает исключительно большое влияние на ее состояние и устойчивость природно-технических систем. На территории г. Белгорода источниками техногенных воздействий являются:

- строительство различных объектов в городской черте;
- эксплуатация объектов жилых домов, водонесущих коммуникаций;
- утечки воды из водонесущих коммуникаций;
- пригрузка склонов при строительстве зданий и сооружений на оползнеопасных территориях;
- динамические нагрузки, передаваемые от движущегося транспорта, на грунтовые массивы;
- техногенное подтопление территорий.



Строительство объектов в пределах склонов и присклоновых территорий в городе Белгороде осуществляется с подрезкой их в нижней части и пригрузкой в верхней части. Примером такого строительства в г. Белгороде является район Харьковской горы.

Большое влияние на состояние геологической среды оказывает массовая застройка территорий с применением свайных фундаментов. Использование последних привело к появлению барражного эффекта и подъему уровней подземных вод в различных частях города [2]. В районе Харьковской горы за последние 15-20 лет уровни подземных вод поднялись с 20 м до 4-5 м. Подъем уровней подземных вод приводит к изменению напряженно-деформированного состояния грунтовых массивов, резкому снижению несущей способности грунтовых оснований.

Техногенное подтопление территорий способствует затоплению подвальных помещений жилых домов и промышленных зданий, разрушению фундаментов зданий и неравномерным осадкам и деформации.

Неудовлетворительная эксплуатация жилых домов, промышленных зданий и сооружений, водонесущих коммуникаций является причинами значительных утечек воды. В отдельных случаях утечки составляют до 25-30%. Это приводит к формированию техногенных водоносных горизонтов, замачиванию грунтовых оснований, потере их несущей способности и устойчивости. Появление техногенных горизонтов нередко провоцирует развитие и активизацию оползневых процессов на склонах [4].

Для урбанизированных территорий исключительно актуальное значение приобретает проблема их зонирования по степени опасности для городской застройки [2].

Нами было проведено зонирование территории г. Белгорода, при этом учитывались следующие факторы:

- особенности инженерно-геологического строения территории;
- проявление опасных процессов на территории г. Белгорода;
- степень пораженности территории опасными природными и техноприродными процессами;

По степени опасности для городской застройки в пределах г. Белгорода были выделены следующие зоны:

1. Очень опасная, где развитие оползневых процессов приводит к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций в их эксплуатации. Такой территорией является юго-запад п. Дубовое, район БГУ, район городской подстанции. На этих территориях требуются незамедлительные внедрения мероприятий и проектов по инженерной защите.

2. Опасная, представляющая собой крутые (до 45°) и высокие склоны третьей надпойменной террасы р. Северский Донец. Строительство может осуществляться при условии выполнения расчетов устойчивости склонов и определением границы безопасной зоны. Здесь рекомендуется выполнять все необходимые работы по инженерной подготовке территории с целью обеспечения нормального функционирования природно-технических систем и предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций.

3. Условно опасная, включающая территории естественного и техногенного подтопления. Районы естественного подтопления развиты в пределах поймы р. Северский Донец и первой надпойменной террасы, р. Везелка. Техногенное подтопление обусловлено утечками из водонесущих коммуникаций и встречается на различных участках р. Северский Донец и р. Везелка. Главной проблемой этих территорий является низкая несущая способность обводненных песчано-глинистых грунтов, что при застройке требует устройства фундаментов и подвальных помещений.

4. Безопасная зона характеризуется отсутствием или незначительным развитием опасных геологических процессов, не приводящих к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций. В пределах этой зоны проектирование и строительство сооружений может вестись с использованием действующих нормативных документов без ограничений на застройку.

Список литературы

1. Анализ и оценка природного и техногенного риска в строительстве. – М.: ПНИИС, 1996. – 104 с.
2. Кофф Г.Л. Опыт оценки геологической опасности и риска ущерба для зданий и сооружений на территории г. Москвы. Материалы международного симпозиума «Инженерно-геологические проблемы урбанизированных территорий» / Г.Л. Кофф, В.Ф. Котлов, А.С. Петренко. – Екатеринбург: «АКВА - Пресс», 2001. – С. 256 – 261.
3. Сергеев Е.М. Инженерная геология. – М., Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 384 с. с ил.

ECOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF URBAN AREAS TO IDENTIFY RISKS FROM THE EXAMLE OF BELGOROD

V.I. Petina
N.I. Gaivoronskaya
L.I. Belousova

*Belgorod State National Research
University
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015,
Russia
E-mail: : petina@yandex.ru*

In the article the factors of development of dangerous natural geological processes in the city of Belgorod which define substantially the ecological and geomorphological situation in the city are considered.

Key words: ravine, gully, erosion, landslip.



ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ГЕОГРАФИИ

И.В. Голубченко¹

М.С. Оборин²

¹ Башкирский государственный педагогический университет

им. М. Акмуллы

Россия, 450000, г. Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а.

E-mail: geo.egf.bspu@mail.ru

² Пермский государственный педагогический университет

Россия, 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 42

Оценивается применение системного подхода в современной отечественной научной литературе по географии (на примере статей в ведущих географических журналах за последние годы). Указаны некоторые трудности использования и границы применимости системного подхода в географии.

Ключевые слова: системная методология, системный подход, системность географического исследования, применимость системного подхода.

Введение

Системный подход и связанные с ним методологические, теоретические, методические конструкты во многих научных и учебных трудах называют главными в современной географической науке [1, 2, 3]. Он в своем нынешнем виде стал популярным в географии в середине XX века (в нашей стране, прежде всего, начиная с выхода трудов В.С. Преображенского, А.Г. Исаченко, Н.А. Солнцева и др. [2: 146], и с тех пор число исследований, выполненных в его русле, только растет. Этому способствуют адекватность системного подхода основным географическим объектам (природным, общественным, природно-общественным), наличие в географии и близких науках традиционных подходов, родственных системному (структурно-функциональный, контекстуалистский, структуралистский; в меньшей степени – экологический, средовой, факторный, морфологический, пространственный, геоситуационный), возможность выбора в рамках этого подхода разнообразных методов, продуктивность результатов (как в географии, так и в других науках) и т.д.

Может сложиться впечатление, что системный подход: а) используется чуть ли не во всех географических исследованиях; б) применим при решении всех возможных задач. Мы считаем, что оба этих утверждения далеки от истины, и постараемся продемонстрировать как наличие ограничений в применении системного подхода, так и частые несоответствия заявлений географов о системности своих исследований реальному содержанию соответствующих работ. Для подтверждения своей позиции обратимся сначала к основам системной методологии, затем – к особенностям географических систем, с тем, чтобы перейти к анализу публикаций.

Остановимся на общих особенностях систем. Ключевым признаком системы является, по мнению различных авторов, целостность [4: 519; 9: 463], наличие между ее компонентами функциональных связей [5], приобретение эмерджентных свойств относительно простой совокупности ее компонентов [6: 17], наличие цели существования [7], наличие системообразующего фактора, или интегративного свойства [8] и т.д. Существует понимание системы онтологическое (система – реально существующий объект), гносеологическое (система – образ объекта, формирующийся в ходе его познания) либо смешанное [9]. Развитием (или, наоборот, основой) этой позиции является точка зрения, что «системой является всё, что мы хотим рассматривать как систему» [10]. Созвучна этому мысль об относительности понятия «система»: в зависимости от исходных посылок один и тот же объект может выступать как системный либо несистемный, а также в качестве системы (или несистемы) того или иного вида [7: 27]. Например, расселение населения можно рассматривать как: 1) сеть поселений (несистемный объект); 2) систему населенных пунктов (включая все аспекты, и, следова-

тельно, выходя за рамки рассмотрения населения); 3) селитьбу (изучая только численность населения, его динамику и миграции); 4) совокупность избирателей; 5) совокупность потребителей и т.д.

Нам представляется правомочным использовать в качестве рабочего определение, которое авторы считают гносеологическим, но по сути оно опирается и на онтологическое понимание систем: «Система S на объекте A относительно интегративного свойства (качества 1) есть совокупность таких элементов, находящихся в таких отношениях, которые порождают данное интегративное свойство» [9]. Укажем, что в качестве интегративного свойства (качества 1) можно рассматривать, например, цель системы, ее эмерджентные свойства, функциональность и др. Широта данного определения заставляет подкреплять его применение в конкретном исследовании указанием, какие свойства изучаемых систем исследователь считает системообразующими. Можно считать, что вопрос «является ли данный объект системой?» при указанном подходе к понятию системы должен звучать иначе: «при каком взгляде на данный объект его можно считать системой?», или «какие свойства данного объекта делают его системой?», причем ответов на каждый из вопросов может быть несколько – в зависимости от того качества 1, на которое мы обращаем внимание в данный момент.

Исследователи в области системного подхода в течение многих лет формировали свой понятийный аппарат, который включает термины как собственно самой системной методологии, так и смежных с ней научных направлений (структурно-функциональный, структуралистский, экологический, средовой, факторный, пространственный, геоситуационный). Многие термины имеют не всегда постоянную смысловую нагрузку в разных науках и зачастую они могут трактоваться по-разному (например, понятия сообщество, биогеоценоз и экосистема имеют свои отличия в географии, биологии, геологии, экологии и т.д.).

Большое разнообразие понятия «система» можно встретить в современной науке. В некоторых из них система отождествляется с комплексом, в других имеет отличное понимание и значение. Философы трактуют «систему» в качестве совокупности элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность. В географии, геологии, биологии, экологии и экономике существуют различные определения и толкования «системы».

Система включает в себя определенное количество необходимых разнородных элементов (компонентов), связанных между собой определенными связями для выполнения четко определенной функции в более общем образовании (системе). Границы общественных систем (социальные, этнические, трудовые группы и т.д.) часто очень сложно определить на какой-либо территории. Легче определить границы природной системы (фацция, урочище, ландшафтный комплекс) как множества закономерно связанных друг с другом функциональных элементов (геологическое строение, водные объекты, климат, растительность, животное население), которые представляют собой более общее целостное образование.

По генезису природные системы могут быть природными (ландшафтные комплексы), природно-антропогенными – квазисистемы (рекреационные и курортные территории, городские и пригородные участки, лесопарковые и прибрежные зоны) или могут носить в чистом виде антропогенный (асфальтированные дороги, здания, сооружения и т.п.) характер.

Связь, отношение, взаимодействие – формы взаимосвязанности элементов системы, которые могут быть различными по сущностным, пространственным и временным характеристикам (функциональные, генетические, иерархические, причинно-следственные и др.).

Хороший пример можно привести из классического ландшафтоведения. На самых первых (элементарных) уровнях организации ландшафтных образований преобладают горизонтальные связи, а на последующих этапах появляются вертикальные потоки веществ и энергии. Все это можно рассмотреть на следующей последовательности: фацция (биогеоценоз) – местность – урочище – ландшафт – ландшафтная зона – физико-географическая страна – биосфера.



Эмерджентность – свойство систем, заключающееся в наличии у них интегративных качеств, которые нельзя представить как сумму других свойств и параметров системы. Наглядный пример эмерджентности можно проследить на примере из биологии – организм человека и животных обладает пластическим и энергетическим обменом, которые составляют основу гомеостаза системы, что нельзя сказать об отдельных органах и их систем. Из географии можно рассмотреть аналогичный пример при изучении вещественно-энергетических потоков (круговоротов) в ландшафтах и отдельных его компонентов (рельеф, воды, климат, почвы, растительность и животное население).

Геосистема – система, имеющая в качестве основных особенностей территориальное взаимодействие ее составляющих, или подсистем (горизонтальная структура), как правило в сочетании с пространственным взаимодействием компонентов (природа, население, хозяйство – вертикальная структура). Впервые это понятие ввел в научную литературу академик В.Б. Сочава. В настоящее время выделяют три уровня геосистем: локальный (фации); региональный (ландшафт) и глобальный (географическая оболочка).

Геосистему часто отождествляют с понятием экосистема, что является неправильным. Она обращает большое внимание на абиотические факторы и природные закономерности. Ее границы на местности можно определить быстрее и точнее, чем у экосистемы.

В.Н. Сукачев [11] писал, что биогеоценоз (в большинстве случаев соответствует фации) представляет собой относительно пространственно ограниченную, внутренне однородную природную систему связанных между собой растительных сообществ, животного населения и других абиотической факторов среды, обладающих определенным энергетическим состоянием, типом и скоростью обмена веществ, энергии и информации.

Н.Ф. Реймерс [12] полагал, что экосистема образует единое пространство, представленное совокупностью живых организмов и окружающей их средой, объединенных вещественно-энергетическими и информационными взаимодействиями. Границы экосистем сложно определить и этим понятием зачастую очень сложно пользоваться в научных исследованиях (исключение геоботанические описания).

Ландшафт можно представить следующей последовательностью: геологическое строение – литологические особенности – рельеф – климат – почвенный покров – растительность – животный население. Система может содержать как все перечисленные компоненты, а также из одного конкретного элемента структуры.

Для анализа системности географических публикаций мы воспользовались номерами ряда ведущих научных отечественных журналов за последние несколько лет (более точные данные о периоде выхода см. таблицу 1. Для автоматизации поиска необходимой информации применялись материалы сайта eLibrary, где имеются сведения о статьях в журналах: название, аннотация, ключевые слова, список литературы. Система поиска на сайте позволила определять статьи, в названии, аннотации, ключевых словах или библиографии которых есть искомые слова либо словосочетания.

Таблица 1

**Сведения о некоторых научных географических журналах
в базе сайта научной электронной библиотеки eLibrary**

| Названия журналов | Число номеров | Число статей | Число источников | Время выхода самого раннего номера* |
|--|---------------|--------------|------------------|-------------------------------------|
| Вестник Воронежского государственного университета. Серия «География. Геоэкология» | 12 | 310 | 69 | Январь 2005 г. |
| Вестник Московского университета. Серия 5 «География» | 46 | 653 | 1234 | Январь 2005 г. |
| Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7 «Геология. География» | 34 | 407 | 279 | Март 2006 г. |
| География в школе | 46 | 732 | 192 | Январь 2006 г. |
| География и природные ресурсы | 22 | 740 | 1589 | Март 2006 г. |

Окончание таблицы 1

| | | | | |
|---|-----|------|------|----------------|
| Известия Российской академии наук. Серия географическая | 71 | 863 | 1675 | Январь 2005 г. |
| Известия Русского географического общества | 29 | 328 | 597 | Январь 2005 г. |
| Региональные проблемы | 9 | 269 | 66 | Апрель 2005 г. |
| ВСЕГО | 269 | 4302 | 5701 | |

* - Указаны номера, после которых охват данного журнала в базе полный (или почти полный – так, «Известия РГО» после указанного срока охвачены полностью, за исключением №3 за 2005 г.).

Поиск и анализ его результатов мы начали с выявления значимости собственно системного подхода среди всех подходов, упоминаемых в выборке статей. Из 47 статей, в названии и ключевых словах которых имеется слово «подход», лишь в одной статье фигурирует системный подход, что само по себе не говорит о его низкой значимости, но может свидетельствовать о недостаточном внимании к теоретическому обоснованию географических исследований. Наиболее популярен оказался в указанных статьях ландшафтный подход в различных вариациях (10 упоминаний), остальные подходы указаны не более чем в двух статьях. Поскольку ландшафтный подход близок к системному, можно считать, что соответствующие статьи используют оба эти подхода (или как минимум заявляют об этом). Среди других упоминавшихся подходов отметим динамико-стохастический, количественный, морфодинамический, объектно-функциональный, оптимизационный, программно-целевой, социосинергетический, структурно-динамический. Всего названо более 30 подходов, многие из которых нельзя ставить в один ряд с теми, которые мы отметили выше – так, детерминизм необходимо отнести к более высокому иерархическому уровню теоретического мышления (например, к парадигмам), а «анализ внутригодовых интервалов динамики водохранилищ» – к содержанию исследования, которое может производиться на основе разных подходов.

Для максимального охвата статей, в которых упоминается понятие «система» и/или производные от него понятия, мы произвели поиск по основе «систем», включив опцию «Искать похожий текст», – таким образом, включая статьи, использующие слова «система», «системный» в разных грамматических формах. Из выборки статей (4302) поиск определил 2275, имеющих данные слова, что составляет 53%.

Для более подробного анализа мы выбрали 112 статей, которые содержат два варианта слов: «систем» или «система». Лишь в 29 из них действительно имеются признаки применения системного подхода. При этом данные 29 статей так распределяются по группам:

- 1) о применении ГИС – 9 статей;
- 2) имеющие ссылки на литературу по системной методологии (и больше никаких признаков применения соответствующего подхода) – 8 статей;
- 3) имеющие сюжет о фракталах – 5;
- 4) с применением общей теории систем, синергетического подхода и т.п. – 7 статей.

Только 7 статей последней, четвертой группы могут в полной мере считаться собственно системными по своей методологии. Это составляет чуть более 6% статей, включенных в подробный анализ. Отсюда можно сделать вывод, что применение системной терминологии само по себе – еще не доказательство системности исследования. Не могут говорить о системности и ссылки на системные источники. Чтобы отвечать требованиям системной методологии (системный подход, системный анализ и т.п.), необходимо исследовать объект как систему – обращать внимание прежде всего на его системообразующие особенности, причем делать это с помощью адекватной методологии и методики.

Для географии системный подход является, несомненно, одним из ведущих. Но наше исследование, проведенное на основе анализа статей из ведущих географических научных журналов России, показывает не столько популярность использования системной методологии, сколько моду на системную терминологию. Это является сви-



детельством наличия перспективы у роста системности географических исследований (естественно, за счет тех случаев, когда это оправдано). С другой стороны, применение системной методологии в географии во многих случаях сопряжено с преодолением ряда трудностей. Назовем некоторые из них.

Сложность объектов. Многие географические объекты принадлежат к числу сложнейших по причине, во-первых, разнообразия структуры (включающей, как правило, как естественные, так и антропогенные компоненты, а также их сочетание), во-вторых, разнообразия и сложности связей (как внешних, так и внутренних). Добавим также динамичность, большое прикладное значение – это также подчеркивает сложность объектов в географии.

Многочисленность и разнообразие объектов. Многие исследования сталкиваются с большим числом объектов (единиц исследования), в то время как адекватные инструменты для обработки соответствующих объемов данных появились относительно недавно, и в географии еще не накоплен достаточный опыт таких работ. Традиционной является и необходимость изучения весьма разнородных объектов, без чего невозможно решить многие задачи обычного географического исследования.

Недостатки данных. Сведения, используемые в географии, должны иметь определенную привязку к территории. Они собираются в разрезе единиц географической информации, особенности которых могут существенно затруднять работу. Например, зачастую такие единицы динамичны, приводя к необходимости коррекции при исследовании процессов – ведь различия границ (например, административных) требуют приведения данных к границам определенного года для обеспечения сопоставимости. Другие единицы субъективны (как многие сетки районирования, природного или общественного). Кроме того, данные могут быть неполными, а также весьма трудно собираемыми. Примером последней трудности могут послужить сведения о грузоперевозках и (в меньшей степени) пассажироперевозках между городами и районами, без которых нельзя в полной мере изучать любые социально-экономические территориальные системы.

Остановимся в заключение на ограничениях в использовании системного подхода. С одной стороны, он действительно позволяет решать практически весь круг стоящих перед географией задач – но, с другой стороны, вопрос в том, что для многих из таких задач он оказывается избыточным. Для экономии сил ученого часто оказывается достаточным использование менее трудоемких подходов, исходя из объекта, предмета и цели исследования.

Объект географического исследования может отличаться той или иной степенью системности. Изучение географических систем и комплексов (ландшафт, социально-экономический район, ПТК, ТПК и др.), отраслевых систем и комплексов (система расселения, туристско-рекреационный комплекс и др.) неизбежно опирается именно на системный подход. В то же время он вполне может остаться вне сферы интересов исследователя несистемных объектов: сеть населенных пунктов, территориальное сочетание природных ресурсов, восприятие человеком территории и его территориальное поведение и т.п. Кроме того, для изучения географических процессов, динамики различных объектов наиболее адекватными являются соответствующие подходы: процессный, циклический, эволюционный и т.п. Они могут усиливаться системным (в зависимости от конкретной ситуации). Существуют и другие виды географических объектов (см., например, [13: 52-64]), рассмотрение которых может влиять на выбор научных подходов.

Предмет исследования влияет на выбор подходов в большей степени [14], чем объект, так как его формулировка представляет собой суть именно данной работы, непосредственно определяя ее основные особенности и конкретизируя тему. Зачастую ведущий подход исследования упоминается в предмете либо напрямую вытекает из него.

Цели и задачи должны формулироваться до начала работы и корректироваться в ходе ее выполнения. Их отношения с арсеналом применяемых подходов могут быть сложными: ведущий подход чаще всего географ выбирает для себя еще до того, как приступить к конкретному исследованию, а сопутствующие привлекаются уже в ходе работы; но возможна и смена подходов, даже основного из них, если того требуют об-

стоятельства, и тогда меняется очень многое (иногда даже цель исследования). Методология, которой придерживается ученый, может изменяться коренным образом на протяжении его карьеры (история науки знает много таких примеров даже для фигур первой величины), не говоря уже об отдельных компонентах методологии. Не всегда цели и задачи (сформулированные или подразумеваемые) соответствуют реально используемым подходам конкретного исследования, о чем уже говорилось в данной статье при анализе научной периодики. И если цели и задачи определяются до выбора подходов, то соответствующий выбор должен быть адекватным целеполаганию. Следовательно, ставя, например, целью разработать авторский вариант эколого-экономического районирования территории, в большинстве случаев можно обойтись без системного подхода, так как достаточно применить метод наложения карт (с имеющимися сетками районов) и экспертную оценку (собственную либо с использованием мнений других специалистов). Если же пытаться в данном случае в полной мере использовать системную методологию, исследование будет сильно усложнено без гарантии успеха.

Список литературы

1. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. – М.: Наука, 1988. – 264 с.
2. Теория и методология географической науки: учеб. пособие / М.М. Голубчик, С.П. Евдокимов, Г.Н. Максимов, А.М. Носонов. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 463 с.
3. Трофимов А.М., Шарыгин М.Д. Общая география (вопросы теории и методологии): монография. – Пермь: Пермский госуниверситет, 2007. – 494 с.
4. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем – критический обзор // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82.
5. Девяткова Т.П. Системно-методологический подход к планированию природоохранной деятельности // Юг России: экология, развитие – 2006. – №4. – С. 19-27.
6. Блауберг И.В. Целостность и системность // Системные исследования. Ежегодник. – М. 1977. – С. 5-28.
7. Гайдес М.А. Общая теория систем (системы и системный анализ). – М.: ГЛОБУС-ПРЕСС, 2005. – 201 с.
8. Куркин К.А. Системный подход в экологических исследованиях // Системные исследования. – М.: Наука, 1977. – С. 195-211.
9. Агошкова Е.Б., Ахлибинский Б.В. Эволюция понятия системы // Вопросы философии. – 1998. – №7. – С.170-179.
10. Gaines B.R. General Systems research: Quo vadis? // General Systems Yearbook. – 1979. – Vol. 24. – P. 1-9.
11. Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии: избранные труды. – Л.: Наука, 1972. – 543 с.
12. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
13. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. – М.: Мысль, 1983. – 350 с.
14. Садовский В.Н. Система // Большая советская энциклопедия / гл. ред. А.М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1976. – Т.23: Сафлор-Соан. – С.463-464.

PROBLEMS OF USE OF THE SYSTEM APPROACH IN GEOGRAPHY

I.V. Golubchenko¹
M.S. Oborin²

¹ *BSPU it. M.Akmull*
Oktyabr'skoy Revolyutsii Str., Ufa,
450000, Russia

² *Perm Branch of IVESEP*
9 May St. 21, Perm, 614000, Russia

Application of the system approach in the modern domestic scientific literature on geography (from the example of papers in leading geographical journals of recent years) is estimated. Some difficulties of use and border of applicability of the system approach in geography are specified.

Key words: system methodology, the system approach, systematic character of geographical research, applicability of the system approach.



АКТУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

Н.С. Кухарук
Л.В. Марциневская
А.М. Митряйкина

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

*E-mail: Kucharuk@bsu.edu.ru;
Martsinevskaya@bsu.edu.ru;
Mytryaykina@bsu.edu.ru*

Рассмотрены организационные основы деятельности по переоценке (актуализации) результатов, касающихся земель населенных пунктов. Анализируются практические аспекты актуализации результатов кадастровой оценки земель населенных пунктов Белгородчины. Предложены механизмы оперативного обновления информации о стоимости земель на территории Белгородской области.

Ключевые слова: оценка, кадастровая стоимость, переоценка земель, земли населенных пунктов.

Введение

Кадастровая оценка земель населенных пунктов является важнейшей процедурой в комплексе работ по подготовке сведений для государственного кадастра объектов недвижимости. При этом главной спецификой городских земель является в несколько раз более высокая стоимость этих территорий по отношению к другим категориям [1]. Это объясняется высокой степенью их урбанизации и вложенных капитальных затрат.

Первостепенная задача кадастра объектов недвижимости состоит в выявлении и обозначении каждой единицы недвижимости, представляющей собой объект налогообложения. Такой единицей может быть земельный участок, земля с жилым домом или другими постройками, это может быть и часть дома, например, квартира, т. е. все то, на что может быть начислен налог на недвижимость.

Важнейшую роль в формировании бюджетов всех уровней играет налог и арендная плата, а они в свою очередь складываются из кадастровой стоимости недвижимости, которая определяется в результате проведения государственной кадастровой оценки. При этом основная бюджетообразующая категория земель – земли населенных пунктов. Практическая значимость актуализации результатов кадастровой оценки заключается в том, что ее результатом является увеличение доходов региональных и местных бюджетов за счет эффективного использования имущества.

Объекты и методы исследования

Объектом нашего исследования являются земли населенных пунктов, подлежащие государственной кадастровой оценке в соответствии с действующим законодательством. Был проанализирован механизм и особенности выполнения работ по актуализации государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов на территории Белгородской области. Нами были рассмотрены методологические аспекты земельно-кадастровой оценочной деятельности, организационные основы работ по переоценке земель и видов актуализации: актуализации массовой, тотальной, когда проводится процедура переоценки объектов и оперативной корректировки и обновления результатов оценки земель, как постоянно функционирующей системы.

В работе рассмотрены механизмы оперативного обновления информации о стоимости земель на территории Белгородской области. Проанализированы алгоритмы актуализации (переоценки). Кроме того, произведен анализ эффективности проведения работ по актуализации результатов кадастровой оценки земель.

Результаты и их обсуждение

Первоначально работы по государственной кадастровой оценке земель населённых пунктов области были выполнены в 2003 году. Оценка проведена ФГУП «Белгородским землеустроительным проектно-изыскательским предприятием» и Черноземным институтом мониторинга земель и экологических систем по 1600 населённым пунктам области на общей площади 317 тыс. гектаров. Отчетные материалы содержат удельные показатели кадастровой стоимости земель населённых пунктов с численностью до и свыше 10000 человек, определенные по 14 видам функционального использования земель.

Второй тур массовой оценки по актуализации ее результатов состоялся в рамках мероприятий Программы «Создание системы кадастра недвижимости на территории Белгородской области (2007-2011 годы)». По результатам проведенного конкурса, состоявшегося 22.08.2006г., заказчиком работ – департаментом имущественных и земельных отношений заключен был государственный контракт (от 30.08.2006г. № 198) на выполнение новой государственной кадастровой оценки земель населённых пунктов области в 2006 году с ООО «Белгородское землеустроительное проектно-изыскательское предприятие». Финансирование на выполнение оценочных работ производилось за счёт средств областного бюджета в сумме 1,0 млн. рублей и за счёт средств бюджетов муниципальных образований – 2,3 млн. рублей. Результаты государственной кадастровой оценки земель населённых пунктов Белгородской области утверждены постановлением правительства Белгородской области 24.04.2007 года № 101-пп и введены в действие с 1 января 2008 году. В отчетном году внесено в электронные базы данных по кадастровым районам области из оценочных описей сведений об экономических характеристиках по 568376 земельным участкам населённых пунктов. Таким образом, была проведена массовая переоценка земель, представляющая собой актуализированные сведения об объектах оценки, изменение которых обусловлено динамикой на рынке недвижимости.

Общий вид схемы организации работ по государственной кадастровой оценке земель населённых пунктов приводится на рисунке 1.

Оценка кадастровой стоимости земель населённых пунктов области проводилась по общероссийской Методике ГКОЗ поселений, разработанной ФКЦ «Земля», утвержденной приказом Росземкадастра от 17 октября 2002 года №П/337 [2].

В соответствии с Методикой, работы по государственной кадастровой оценке земель поселений осуществлялись по двум *технологическим линиям* (ТЛ) (рис. 2).

По первой ТЛ проводился расчет кадастровой стоимости земельных участков в поселениях с численностью населения 10000 человек и более. Таких поселений в области 14.

По второй ТЛ расчет кадастровой стоимости земельных участков проводился в малых городах, поселках и сельских поселениях с числом жителей менее 10000 человек.

Выполнение работ по кадастровой оценке земель поселений по единой *Методике государственной кадастровой оценки земель поселений* обеспечивает сопоставимость результатов оценки по областям. Работа была выполнена в полном соответствии с *Техническим заданием* к договору. Проведенная государственная кадастровая оценка земель поселений области удовлетворяет следующим требованиям:

- состав первичных данных формировался на основе статистической и иной информации, используемой землеустроительными, градостроительными, иными службами и оценщиками в своей деятельности;
- все основные факторы, влияющие на оценку недвижимости, в том числе земли, учитывались со всей полнотой;
- полученные результаты кадастровой стоимости земель соответствуют сложившемуся на момент оценки уровню цен по продаже земли в Белгородской области

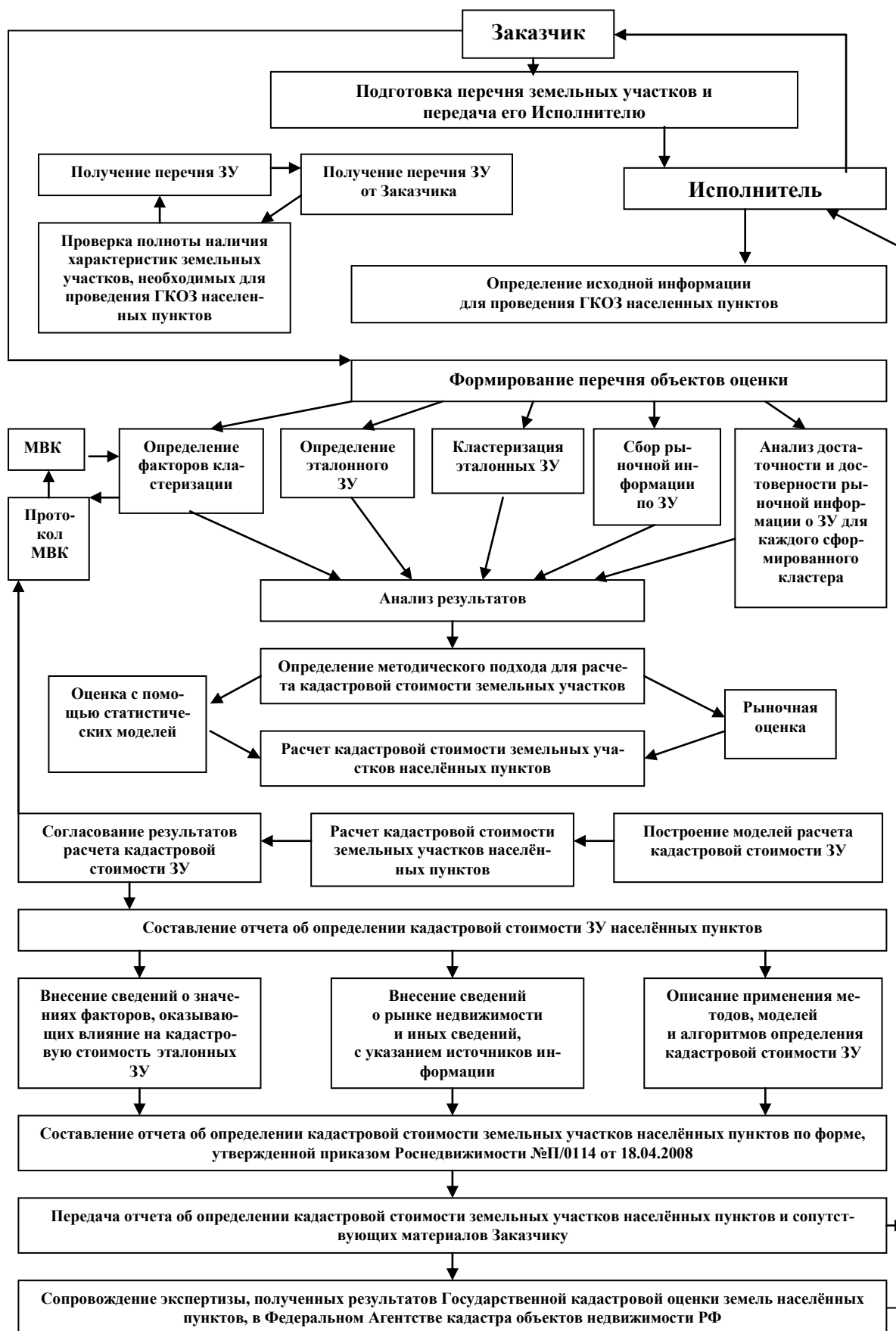


Рис. 1. Схема организации работ по государственной кадастровой оценке земель населённых пунктов

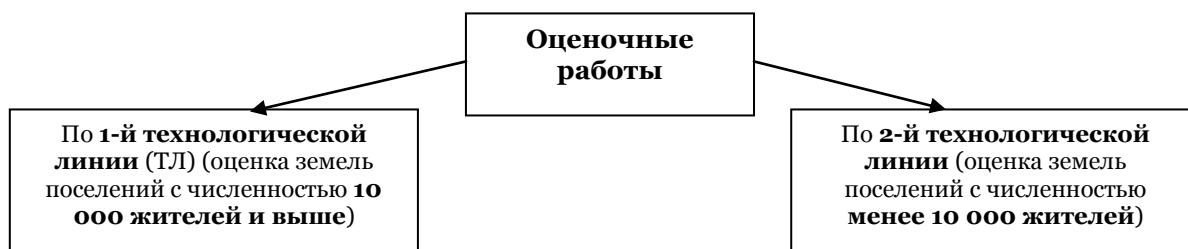


Рис. 2. Алгоритм выполнения земельно-оценочных работ

Методика алгоритмов обработки информации позволяет вести мониторинг рыночной стоимости земли и объектов недвижимости, постоянно актуализировать индексы изменения стоимости земли, учитывающие локальные ценообразующие факторы, получать значения основных ценообразующих параметров, которые можно использовать для оценки отдельных конкретных земельных участков.

Результатом работ по ГКОЗП являются удельные показатели кадастровой стоимости земель поселений и удельные показатели кадастровой стоимости земель кадастрового квартала по видам функционального использования в границах поселений.

Рассмотрим расчет УПКСЗ на примере одного из населенных пунктов, для которого оценка стоимости земель производилась по первой технологической линии – пгт. Разумное.

Особые условия расчета УПКСЗ по пгт. Разумное:

1. *Функционально-планировочная структура* пгт. Разумное в виде слоев объектов влияния взята из утвержденного отчета по оценке земель поселения пгт. Разумное 2002 года. Данное решение согласовано на межведомственной комиссии. Отчет об оценке земель поселений Белгородской области с соответствующими каталогами МАР (муниципального адресного реестра) получен от Управления Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по Белгородской области.

2. *Радиусы доступности и размеры зон влияния* для объектов ценообразующих факторов определялись из расчета 15-20 минутной доступности, что хорошо согласуется с планировкой поселка. Радиусы доступности и размеры зон влияния согласованы с межведомственной комиссией по рассмотрению результатов оценки и организации работ пгт. Разумное.

3. В пгт. Разумное существует рынок жилья многоэтажной и индивидуальной застройки, а также земель под гаражи. Поэтому были рассчитаны три базовые постоянные: для многоэтажной жилой застройки и для индивидуального жилищного строительства, а также базовая постоянная под земли гаражей и автостоянок.

4. Расчет базовой постоянной для многоэтажной жилой застройки проведен по следующим исходным данным:

- стоимость нового строительства 8117 руб./кв. м для Белгородского района (письмо Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Белгородской области № 12-51/67 от 6.10.2006 года;

- износ 0,1 (выбран по контрольной таблице для определения обесценения зданий и сооружений в процентах к строительной стоимости), срок эксплуатации зданий выбран из информации по сделкам;

- плотность застройки 0.88 (в собранных данных по сделкам указана 5-ти этажная застройка, по таблице из методики определяется плотность застройки);

- базовый показатель установлен нормирующим.

5. Расчет базовой постоянной для земель под индивидуальной жилой застройкой проведен по следующим исходным данным:

- стоимость нового строительства 0 (использованы сделки с землей);

- износ 0;

- плотность застройки 1.



6. Расчет базовой постоянной для земель под гаражи и автостоянки:
 - стоимость нового строительства O (использованы сделки с землей);
 - износ O ;
 - плотность застройки 1 .

7. Для расчета экспертной составляющей СПО была создана группа экспертов в количестве 10 человек. После ввода анкет и анализа коэффициента последовательности суждений эксперта, анкеты с номерами 9, 10 были выбракованы. Среднее значение весов оценочных показателей вычислено по 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 анкетам.

8. Выполнен расчет УПКСЗ по видам использования.

Приведем результаты переоценки земли по пгт. Разумное по всем 14 видам функционального использования.

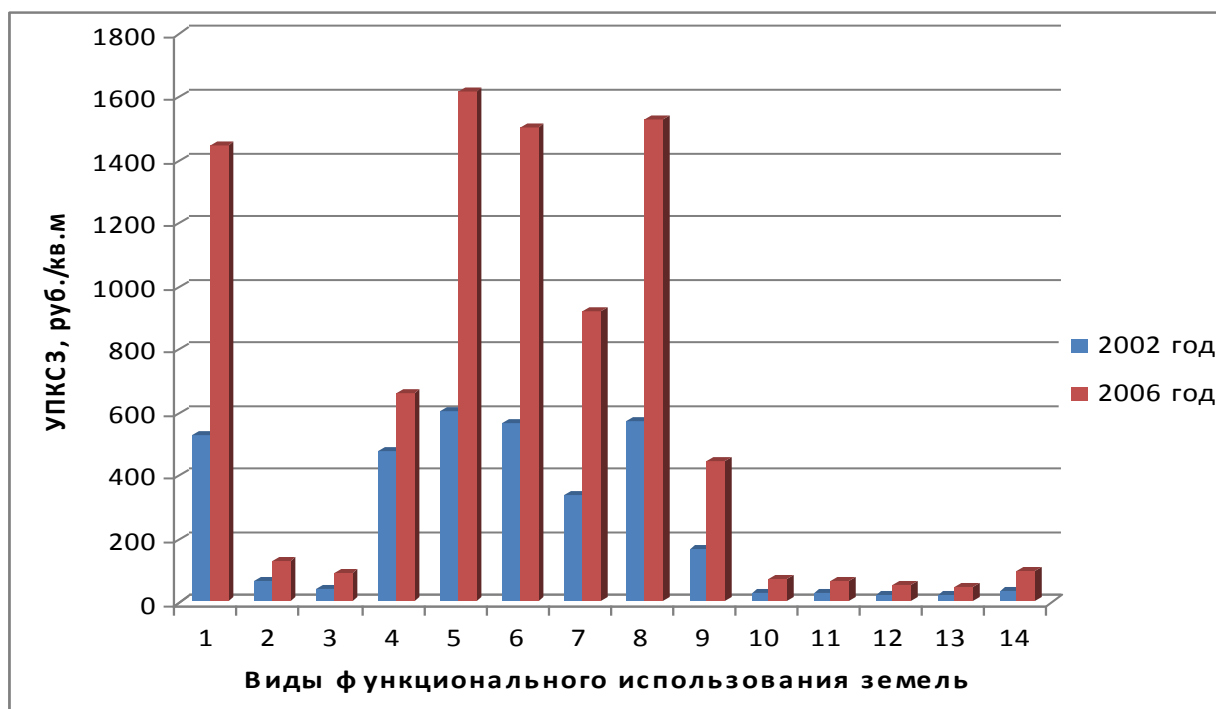


Рис. 3. Динамика УПКСЗ пгт. Разумное при переоценке земель

Условные обозначения: 1 – Земли под домами многоэтажной застройки; 2 – Земли под домами индивидуальной жилой застройки; 3 – Земли дачных и садоводческих объединений граждан; 4 – Земли гаражей и автостоянок; 5 – Земли под объектами торговли, общественного питания, бытового обслуживания; 6 – Земли учреждений и организаций народного образования; 7 – Земли под промышленными объектами; 8 – Земли под административно-управленческими и общественными объектами; 9 – Земли под военными объектами; 10 – Земли под объектами оздоровительного и рекреационного назначения; 11 – Земли сельскохозяйственного использования; 12 – Земли под лесами в поселениях; 13 – Земли под обособленными водными объектами; 14 – Прочие земли поселений

На диаграмме 3. можно проследить динамику значений удельных показателей кадастровой стоимости, как по абсолютной величине, так и по тенденциям роста стоимости земель при актуализации результатов оценки. По диаграмме видно, что *наименьшие значения* удельных показателей по абсолютной величине отмечаются на землях следующих видов функционального использования: земли под домами индивидуальной жилой застройки, земли дачных и садоводческих объединений граждан, земли под объектами оздоровительного и рекреационного назначения, земли сельскохозяйственного использования, земли под лесами в поселениях, земли под обособленными водными объектами. *Максимальные же значения* характерны для таких видов функционального использования как: земли под домами многоэтажной застройки, земли гаражей и автостоянок, земли под объектами торговли, общественного пи-

тания, бытового обслуживания; земли учреждений и организаций народного образования, земли под промышленными объектами, земли под административно-управленческими и общественными объектами.

Диапазон разброса результатов удельных показателей стоимости земли по 2002 году от 19.55 руб./кв.м (земли под обособленными водными объектами) до 601.5 руб./кв.м (земли под объектами торговли, общественного питания, бытового обслуживания); по 2006 году от 659.01 руб./кв.м (земли гаражей и автостоянок) до 1615.1 руб./кв.м (земли под объектами торговли, общественного питания, бытового обслуживания).

Наибольший прирост стоимостных показателей после переоценки приобрели земли под домами многоэтажной застройки. Этот прирост составил 2.8 раза. В ранжированном ряду по нисходящей виды функционального использования земель по данному населенному пункту распределились следующим образом:

Таблица 1

Прирост УПКСЗ при актуализации пгт. Разумное Белгородского района

| Виды функционального использования земель | Прирост УПКСЗ с 2002 по 2006 г., % |
|--|------------------------------------|
| Земли под домами многоэтажной застройки | 275 |
| Земли под военными объектами | 272 |
| Земли под промышленными объектами | 271 |
| Земли под объектами торговли, общественного питания, бытового обслуживания | 268 |
| Прочие земли поселений | 268 |
| Земли учреждений и организаций народного образования | 267 |
| Земли под административно-управленческими и общественными объектами | 267 |
| Земли под объектами оздоровительного и рекреационного назначения | 265 |
| Земли сельскохозяйственного использования | 258 |
| Земли под лесами в поселениях | 246 |
| Земли под обособленными водными объектами | 241 |
| Земли дачных и садоводческих объединений граждан | 238 |
| Земли под домами индивидуальной жилой застройки | 205 |
| Земли гаражей и автостоянок | 138 |
| Среднее значение | 248.5 |

Безусловно, такой значительный прирост стоимости земель, в среднем составивший по землям населенного пункта 2.5 раза будет пропорционально увеличивать и налоговые сборы.

Приведем результаты актуализации (переоценки) кадастровой оценки земель по пгт. Разумное по одному из наиболее значительных по приросту стоимости видов функционального использования земель – объектов торговли и бытового обслуживания. Так в результате переоценки установлено, что за период с 2001 по 2006 год функционально-планировочная структура не претерпела существенных изменений. Стихийная торговля на улицах и рынках была направлена в цивилизованное русло. Для этого проведено благоустройство рынка, созданы благоприятные условия для торговли. В существующих строениях под магазинами и предприятиями бытового обслуживания произошли изменения в собственниках, некоторая часть площадей выкуплена другими собственниками, некоторая часть сдана в аренду, однако значимость для поселка определяет не количество юридических и физических лиц, эксплуатирующих строение, а само наличие магазина с его функциональной насыщенностью. Новые строения под магазины, предприятия бытового обслуживания населения, промышленные предприятия и пр. не строились.

На картосхеме можно видеть, что в населенном пункте находятся 12 объектов торговли и 6 объектов бытового обслуживания. В результате актуализации УПКСЗ, стоимость квадратного метра таких объектов увеличилась в 2.7 раза, что, безусловно,

позволило пропорционально увеличить и налоговую составляющую, повысив доходность бюджетов.



Рис. 4. Картограмма размещения объектов торговли и бытового обслуживания в пгт. Разумное

Таблица 2

**Результаты актуализации УПКСЗ населенных пунктов
под объектами торговли и бытового обслуживания в пгт. Разумное**

| Вид функционального использования земель | Удельный показатель кадастровой стоимости земель населенных пунктов (руб./кв.м) 2002г. | Удельный показатель кадастровой стоимости земель населенных пунктов (руб./кв.м) 2006г. |
|---|--|--|
| Земли под объектами торговли, общественного питания, бытового обслуживания, автозаправочными и газонаполнительными станциями, предприятиями автосервиса | 601.50 | 1615.10 |

Порядок выполнения работ по второй технологической линии подразумевает проведение кластеризации районов. Информационной основой процесса кластеризации административных районов на территории области послужил типовой набор статистических показателей по районам, предоставленный Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области (письмо Белгородстата № 04-10/1369 от 15.09.2006 года. Площадь района и численность населения выбраны нормирующими. Остальные показатели нормируемые. Если нормируемый показатель меньше единицы, то такие показатели в кластеризации не использовались. После приведения показателей, посредством программного обеспечения, к двум сжатым факторам получили диаграмму,

приведенную ниже (рис. 5). Визуально можно выделить группы районов, характеризующихся общностью значений факторов (что позволяет предположить об общности критериев, влияющих на ценообразование в каждой группе). Таких групп, обладающих общностью критериев, можно выделить 4. В группе 4 наблюдается достаточно большое расстояние между объектами, но они также далеко расположены и от остальных трех групп. Учитывая, что объекты 4-ой группы обладают развитым потенциалом в горнодобывающей промышленности, обладают сходными экономическими характеристиками, они могут быть объединены в одну группу. Таким образом, получаем 4 кластера, которые и были использованы в расчетах.

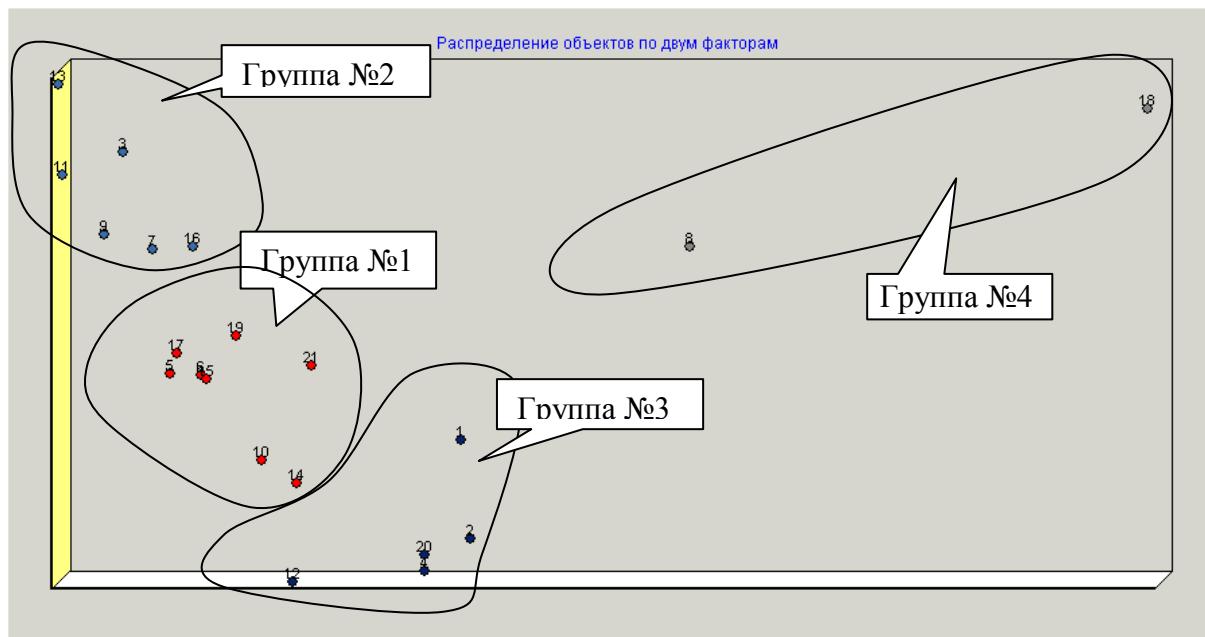


Рис. 5. Результат кластеризации районов

Результаты переоценки земли в п. Северный Белгородского района области (вариант населенного пункта, численность которого менее 10 тыс. человек и соответственно он оценивался по второй ТЛ) свидетельствуют об увеличении УПКСЗ по видам функционального использования в среднем в 2,21 раза. Что также пропорционально увеличивает налогооблагаемую базу по результатам актуализации результатов кадастровой оценки.

Новая методическая база переоценки земель населенных пунктов для перспективного применения включает: «Методические указания по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов», утвержденные приказом Минэкономразвития России от 15 февраля 2007 г. №39 [3] и Технические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов (утв. приказом Федерального агентства кадастра объектов недвижимости от 29 июня 2007 г. N П/0152 [4].

Кроме тотальной переоценки земель практикуется текущая актуализация данных. Так, в соответствии с приказом Минэкономразвития России от 12.08.2006 г. № 222 «Об утверждении методических указаний по определению кадастровой стоимости вновь образованных земельных участков и существующих земельных участков в случаях изменения категории земель, вида разрешённого использования или уточнения площади земельного участка» специалистами отделов ОВКОН ФГУ «Земельная кадастровая палата» по Белгородской области в 2009 году проведен расчет кадастровой стоимости по 65712 земельным участкам. Текущая актуализация данных оценки земель осуществляется в режиме постоянного обновления. Следующий тур массовой переоценки земель населенных пунктов запланирован на второе полугодие 2011 года.



Социально-экономическими следствиями применения результатов государственной кадастровой оценки земель для установления налоговых платежей за землю становится возрастание наполняемости бюджетов.

Заключение

Кадастровая (массовая) оценка как основа для налогообложения недвижимости стала ключевым вопросом экономического развития и будущей финансовой основой бюджетов муниципальных образований.

С вступлением в силу Федерального закона от 29.11.2004 г. №141-ФЗ «О внесении изменений в часть вторую Налогового кодекса...», был введен новый порядок исчисления земельного налога – на основе кадастровой стоимости земельных участков. Применение указанного Закона на территории Российской Федерации началось с 1 января 2006 г. Следующими шагами в реформировании системы имущественного налогообложения должны стать введение единого налога на недвижимость, изменение налогооблагаемой базы для действующих налогов на имущество физических лиц и организаций по результатам проведения массовой оценки объектов недвижимости.

Первый тур государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов, как основной бюджетобразующей категорий земель в Белгородской области был реализован в 2003 году. Так как фактической датой оценки является дата, по состоянию на которую собирается рыночная информация, определяются характеристики земельных участков и оцениваемой территории в целом, то, безусловно, к моменту введения новой системы налогообложения, с учетом быстро развивающегося, динамичного рынка, потребовалась масштабная актуализация результатов кадастровой оценки земель [5].

В 2006 г. в области завершены работы второго тура государственной кадастровой оценки земель – актуализации результатов первого тура оценки.

Дата утверждения результатов государственной кадастровой оценки земель органом исполнительной власти субъектов Российской Федерации фактически не является датой оценки, но определяет период, с которого актуализированная кадастровая стоимость подлежит применению на территории каждого субъекта Российской Федерации.

В настоящем исследовании рассматривается актуализация разных уровней и масштабов: актуализация массовая, тотальная, когда проводится процедура переоценки объектов и актуализация текущая как постоянно действующая система мероприятий, обеспечивающих оперативное обновление информации, ее корректировку о стоимости земель.

Проведение работ по актуализации государственной кадастровой оценки земель, рассматриваемой категории, то есть проведение второго тура оценки на территории Белгородской области предусматривалось перечнем мероприятий Программы «Создание системы кадастра недвижимости на территории Белгородской области (2007-2011 годы)».

По результатам проведенного конкурса, состоявшегося в 2006 г., заказчиком работ – департаментом имущественных и земельных отношений был заключен государственный контракт (от 30.08.2006 г. № 198) на выполнение новой государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов области в 2006 году с ООО «Белгородское землеустроительное проектно-изыскательское предприятие». Результаты государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов Белгородской области введены в действие с 1 января 2008 году.

По факту выполненных земельно-оценочных работ были получены обновленные (на момент оценки) удельные показатели кадастровой стоимости земель в разрезе кадастровых кварталов населенных пунктов по видам функционального использования.

Проведенный нами сравнительный анализ динамики средних значений удельных показателей кадастровой стоимости земель по видам функционального использо-

вания на примере населенных пунктов Белгородского района выявил следующие закономерности:

1. Выявлена общая тенденция повышения стоимости земель населенных пунктов.
2. Наибольший прирост удельных показателей кадастровой стоимости земель отмечается для земель населенных пунктов, оцениваемых по 1 технологической линии (численность населения более 10 тыс. чел.)
3. Значения удельных показателей кадастровой стоимости, как по абсолютной величине, так и по тенденциям роста стоимости земель варьируют по видам функционального использования земель.
4. Большие по абсолютной величине и тенденциям роста стоимости земель характерны для таких видов функционального использования как: земли под домами многоэтажной застройки, земли гаражей и автостоянок, земли под объектами торговли, общественного питания, бытового обслуживания; земли под промышленными объектами, земли под административно-управленческими и общественными объектами.
5. Меньшие значения отмечаются для земель дачных и садоводческих объединений граждан, земли под объектами оздоровительного и рекреационного назначения, земли сельскохозяйственного использования, земли под лесами в поселениях, земли под обособленными водными объектами.

Исходя из анализируемых данных, установлено, что при переоценке земель населенных пунктов Белгородского района, оцениваемых по первой технологической линии, средний прирост стоимости земель составил 248 %, а для объектов оценки второй технологической линии в среднем 221 %. Безусловно, такой значительный прирост стоимости земель населенных пунктов будет пропорционально увеличивать и налоговую базу, и налоговые сборы.

Кроме того, на территории области осуществляется оперативная корректировка и актуализация результатов оценки земель, как постоянно функционирующая система. Так, в соответствии с приказом Минэкономразвития России от 12.08.2006г. № 222 «Об утверждении Методических указаний по определению кадастровой стоимости вновь образованных земельных участков и существующих земельных участков в случаях изменения категории земель, вида разрешённого использования или уточнения площади земельного участка» специалистами отделов ОВКОН ФГУ «Земельная кадастровая палата» по Белгородской области в 2009 году проведен расчет кадастровой стоимости по 65712 земельным участкам. Текущая актуализация данных оценки земель осуществляется в режиме постоянного обновления. Следующий тур массовой переоценки земель населенных пунктов запланирован на второе полугодие 2011 года.

В результате проведённого нами исследования установлено, что главным недостатком работ по актуализации результатов государственной кадастровой оценки земель населённых пунктов является: длительность интервалов времени между турами переоценки, что обуславливает быстрое устаревание информации. Причина данной ситуации связана с финансовым обеспечением работ и масштабностью работ. Однако необходимо пересмотреть периодичность актуализации результатов массовой оценки, особенно такой бюджетобразующей категории земель, как земли населенных пунктов и, что не маловажно механизм утверждения этих работ. Текущая актуализация должна осуществляться при изменении рыночной информации при помощи специального программного обеспечения, которое позволит быстро и с высоким качеством проводить работы. Кадастровая оценка должна максимально учитывать рыночные ситуации и тенденции, поэтому целесообразно, по нашему представлению, актуализировать данные с периодичностью не менее 1 раза в год. Сроки же периодичности кадастровой оценки для каждой из категорий и групп земель необходимо пересмотреть и индивидуализировать, поскольку существующие сроки «...не реже одного раза в 5 лет и не чаще одного раза в 3 года...» не отражают такой динамичный, развивающийся рынок, которым является Российский рынок. Для земель населенных пунктов срок актуализации, в контексте переоценки должен быть минимальным, и, безусловно, экономически обоснованным.



Подводя итог, необходимо отметить, что актуализация результатов государственной кадастровой оценки земель, особенно земель населенных пунктов, весьма важное мероприятие. Но оно требует существенной модернизации, направленной на повышение качества земельно-оценочных работ и адекватное пополнение бюджетов всех уровней.

Список литературы

1. Оценка недвижимости. Касьяненко Т.Г., Маховикова Г.А., Есипов В.Е., Мирзажанов С.К. – М.: КНОРУС, 2010. – 752 с.
2. Методика государственной кадастровой оценки земель поселений: Утверждено Приказом Росземкадастра от 17.10.2002 г. №П/337.
3. Методические указания по государственной кадастровой оценке земель населённых пунктов: Утверждено Постановлением Правительства РФ от 15.02.2007 г. №39.
4. Технические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель населённых пунктов: Утверждено Приказом ФАКОН от 29 июня 2007 г. №П/0152 .
5. «Доклад о состоянии и использовании земель Белгородской области за 2008 год». – Режим доступа: www.kadastr.ru - Систем. требования: IBM; Internet Explorer.

UPDATING OF CADASTRAL VALUATION OF LANDS OF SETTLEMENTS

N.S. Kukharuk
L.V. Martsinevskaya
A.M. Mitryaykina

*Belgorod State National Research
University, Victory St., 85, Belgorod,
3080015, Russia*

*E-mail: Kuharuk@bsu.edu.ru;
Martsinevskaya@bsu.edu.ru;
Mytryaykina@bsu.edu.ru*

Organizational bases of activity in the revaluation (updating) of the results concerning the lands of settlements have been reviewed. Practical aspects of updating of cadastral valuation for the lands of Belgorod region settlements are analyzed. The mechanisms for operational updating of information about lands cost within Belgorod region are proposed.

Key words: estimation, cadastre cost, the revaluation of the land, land of settlements.

ОЦЕНКА КОНЕЧНОЙ ГАЗООТДАЧИ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ РОССИИ, АЗЕРБАЙДЖАНА И УЗБЕКИСТАНА

И.П. Бурлуцкая
В.А. Гричаников
А.В. Овчинников

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

*Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

E-mail: burlutskaya@bsu.edu.ru

В статье рассмотрены причины неполного извлечения газа из залежей месторождений Западной Сибири, Азербайджана и Узбекистана при совместной эксплуатации объектов с различными фильтрационно-ёмкостными свойствами (ФЕС). Отмечено значительное влияние на величину коэффициентов газо- и конденсатоотдачи низких ФЕС терригенных пород продуктивных пластов и пачек. Сопоставлены результаты анализа разработки и достижения конечной величины газоотдачи продуктивных пластов по месторождениям России, Азербайджана и Узбекистана, приуроченных к терригенным коллекторам.

Ключевые слова: конечная газоотдача, терригенные коллекторы, метод падения давления (МПД), фильтрационно-ёмкостные свойства (ФЕС), оценка извлекаемых объёмов газа и газоконденсата.

Наиболее ранние на территории СНГ упоминания о неполном извлечении газа из газовых и газоконденсатных залежей относятся к 70-м годам прошлого века в связи с выработкой газовых месторождений Медвежье и Уренгой на севере Западной Сибири, на которых запасы, подсчитанные методом падения давления (МПД) оказались на 20-25 % меньше, чем подсчитанные объёмным методом.

Оба месторождения представляют собой газовые залежи, приуроченные к мощной (до 600 м) толще переслаивания песчаников и глин сеноманского возраста. Песчаники грубо-, крупно-, среднезернистые, высокопористые ($K_{п} > 27-28\%$), неглинистые, хорошо проницаемые ($K_{пр.ср.} \approx 300-500$ млрд).

Расхождения между МПД и объёмным методами были отнесены к ошибкам объёмного метода за счёт несовершенного определения площадей залежей, положения газо-водяных контактов (геометризация залежей) и т.д.

Это привело к тому, что по целому ряду крупнейших месторождений Западной Сибири, по которым запасы газа в ГКЗ утверждались поэтапно, в том числе и в процессе разработки, метод МПД был принят основным при подсчёте запасов.

Однако, по мере увеличения количества эксплуатационных скважин, увеличения объёма геолого-географической и геолого-промышленной информации и повышения точности определения параметров, входящих в формулу подсчёта запасов объёмным методом, расхождения между МПД и объёмным методом оставались практически в тех же пределах, снизившись по отдельным залежам до 10-15%.

Особенно существенными эти расхождения были на месторождении Медвежье, где они достигали 30-40%. Вопрос эффективности принятой системы разработки также обсуждался.

Но когда практически вся площадь месторождения была покрыта эксплуатационным бурением, гидропрослушивание показало, что между эксплуатационными скважинами отсутствуют участки, не вовлечённые в дренирование. Поэтому на коллегии «Газпрома» (Россия) было решено разобраться с этой ситуацией на месторождении Медвежье [1, 2].

В результате анализа данных геофизических исследований скважин (ГИС), керна, промысловых исследований и результатов разработки было установлено, что не все газонасыщенные породы вступают в эксплуатацию после их вскрытия. Несмотря на то, что нижние кондиционные пределы составляют $K_{п} = 27-28\%$, $K_{г} = 47-50\%$, не все пласты, коллекторские свойства которых выше граничных, отдадут газ в скважину.



В результате анализа геолого-геофизических материалов была установлена корреляционная связь между вероятностью работы пласта и его газонасыщенностью, которая для месторождения Медвежье описывается уравнением:

$$P_p = 0,0205K_r - 0,9663 \quad (1.1)$$

С учётом оценки вероятности работы каждого пласта была составлена таблица, отражающая суммарную газоотдачу пластов с различными фильтрационно-ёмкостными свойствами (ФЕС), учитывая, что между коэффициентами пористости и газонасыщенностью существует корреляционная связь (табл. 1).

Таблица 1

Прогнозные коэффициенты газоотдачи по газонасыщенным коллекторам месторождения Медвежье

| Вероятность работы пласта, P_p | Параметры пласта | | | | Коэффициент извлечения газа, η_r | Литологическая характеристика |
|----------------------------------|------------------|-------|----------|-----------------|---------------------------------------|---|
| | K_p , % | K_r | $K_{об}$ | $K_{пр}$, млрд | | |
| 0.95-0.90 | 39 | 0.93 | 0.07 | >1000 | 0.95 | Рыхлые, грубозернистые песчаники |
| 0.90-0.85 | 38 | 0.90 | 0.10 | 700-1000 | 0.95 | Рыхлые, грубозернистые песчаники |
| 0.85-0.80 | 37 | 0.88 | 0.12 | 500-700 | 0.90 | Рыхлые, грубозернистые песчаники |
| 0.80-0.75 | 36 | 0.83 | 0.17 | 300-500 | 0.80 | Грубозернистые, слабосцементированные песчаники |
| 0.75-0.70 | 35 | 0.80 | 0.20 | 100-300 | 0.75 | Грубозернистые, слабосцементированные песчаники |
| 0.70-0.65 | 34 | 0.75 | 0.25 | 50-100 | 0.65 | Разно-, средне-, мелкозернистые цементированные песчаники |
| 0.65-0.60 | 33 | 0.70 | 0.30 | 10-50 | 0.60 | Средне- и мелкозернистые уплотнённые песчаники |
| 0.60-0.55 | 31 | 0.65 | 0.35 | 5-10 | 0.55 | Средне- и мелкозернистые уплотнённые песчаники |
| 0.55-0.50 | 30 | 0.60 | 0.40 | 1-5 | 0.45 | Мелкозернистые плотные песчанки |
| <0.50 | 29 | 0.50 | 0.50 | 0.1-1 | 0.30 | Мелкозернистые плотные песчанки |
| Среднее значение | 36 | 0.78 | 0.22 | 100 | 0.75 | |

Причиной же не вовлечения пластов с ухудшенными ФЕС в разработку скорее всего является совместная эксплуатация объектов с разными ФЕС.

В работе [3-5] приведены данные по результатам разработки 9 газовых залежей месторождений Зыря, Калмас, Карадаг, Локбатан, Банка Южная.

Республика Азербайджан:

- месторождение Зыря, залежь в свите КС (красноцветная свита), плиоценового возраста (N2), сложенная переслаиванием песчано-алевритовых и глинистых пород; песчаники от грубо- до мелкозернистых, местами глинистые, изменчивые по ФЕС с уменьшением пористости и проницаемости по мере уменьшения зернистости и увеличения глинистости;

- месторождение Калмас (I горизонт), Карадаг (VII горизонт), залежи в которых приурочены к отложениям «апшеронской фации» (палиоцен-олигоцен), сложенной пачками песчаников, разделёнными пачками глин; песчаники хорошо отсортированные, кварцевые с высокими значениями пористости ($K_p > 25\%$) и проницаемости ($K_{пр} > 100$ млрд);

- месторождения Зыря, Карадаг, Банка Южная залежи в ПК (подкрасноцветная свита) миоцен – нижнеплиоценового возраста (N₁₋₂), сложенная монотонным пере-

слаиванием песчано-алевролитовых и глинистых пород; песчаники средне- и мелкозернистые, глинистые с резко изменчивыми коллекторскими свойствами;

- Банка Южная, залежи в НКП (надкрасноцветная свита) и в VI горизонте КС (плиоцен-олигоцен), приуроченные к пачкам глинистых мелкозернистых песчаников с резко изменчивыми ФЕС.

Эти залежи практически выработаны. В таблице 2 представлены величины конечной газоотдачи пластов по этим залежам.

Таблица 2

Коэффициенты конечной газоотдачи пластов по выработанным залежам Республики Азербайджан

| Месторождение | Продуктивная свита, горизонт | Литологическая характеристика | Коэффициент извлечения газа, η_r |
|----------------------------|---|--|---------------------------------------|
| Калмас | I горизонт, апшеронская фация, VII горизонт | Хорошо отсортированные кварцевые пески и песчаники с высокими ФЕС | 0.95 |
| Зыря | КС | Разно-, грубозернистые, неглинистые или слабоглинистые песчаники с изменчивыми ФЕС | 0.90 |
| Карадаг | апшеронская фация, VII горизонт | Хорошо отсортированные кварцевые песчаники | 0.85 |
| Карадаг, Зыря, Банка Южная | ПК | Мелкозернистые глинистые песчаники | <u>0.60-0.80</u> 0.70 |
| Банка Южная | НКП | Средне- и мелкозернистые песчаники, глинистые с резко изменчивыми ФЕС | 0.70 |
| Банка Южная | КС, VI горизонт | Мелкозернистые глинистые песчаники | 0.60 |

Все перечисленные выше залежи принадлежат одной продуктивной толще – олигоцен-плиоценовым песчано-глинистым отложениям, представленным чередованием пачек песчаников и глинистых покрышек, мощностью до 4000 м (месторождения Зыря и др.). В этой толще в верхней части на отдельных участках выделяется «апшеронская фация», сложенная чистыми, хорошо отсортированными песками и песчаниками с высокими ФЕС ($K_{п} > 25\%$, $K_{пр} > 100$ млрд, $K_{ов} < 0,1$), в которых выделены различные промысловые горизонты.

Начиная с 2000 года Устюртский регион Узбекистана становится основным источником прироста запасов газа. За последние 7-8 лет здесь открыт ряд месторождений (Восточный Бердах, Сургиль, Шыгырлык), которые по запасам относятся к категории крупных. Кроме того, в этом регионе с 1990 г. Ведётся разработка Ургинского месторождения, которая по всем показателям, вступила в позднюю стадию [6-9].

Именно результаты разработки этого месторождения и послужили основанием для того, чтобы поднять вопрос о коэффициенте извлечения газа из залежей, приуроченных к терригенным юрским коллекторам Устюртского региона.

Месторождение Урга открыто в 1990 году в процессе проводившихся в 1986-1996 гг. поисково разведочных работ. В общей сложности на месторождении пробурено 11 поисковых и разведочных скважин.

Месторождение многопластовое; газомещающими являются терригенные коллекторы верхнеюрского возраста. Газоконденсатные залежи этого месторождения приурочены к верхнеюрским терригенным коллекторам пористостью 13-25%, проницаемостью 1-100 мд, остаточной водонасыщенностью 0.15-0.35. Продуктивные горизонты ($J_1^1, J_1^2, J_1^{2a}, J_1^3, J_1^5, J_1^6, J_1^7$) представлены пачками песчаников разделённых глинистыми слоями, которые являются флюидоупорами, обеспечивающими изоляцию залежей. Песчаники мелко- и разнозернистые, глинистые, аллювиально-



делювиального генезиса, с резкой изменчивостью фильтрационно-ёмкостных свойств по площади и разрезу [6-9].

На базе, полученной в процессе поисково-разведочных работ геолого-геофизической информации ОМП (ПЗ) ГГП «Узбекгеофизика» были подсчитаны остаточные запасы газа, конденсата и сопутствующих компонентов по состоянию изученности месторождения на 01.09.96 г., (месторождение было введено в опытно-промышленную эксплуатацию в августе 1995 года). На утверждение ГКЗ Республики Узбекистан были представлены запасы газа, конденсата и сопутствующих компонентов категорий C_1 и C_2 в следующих количествах:

газа (сырого/сухого) – 40557/40357 и 6109/6079 млн. м³;
конденсата (баланс./извлек.) – 905/803 и 136/121 тыс. т;
бутанов – 589 и 151 тыс. т;
пропана – 1248 и 319 тыс. т;
этана – 3027 и 775 тыс. т.

ГКЗ Республики Узбекистан в своём протоколе отметила, что газоконденсатное месторождение Урга характеризуется весьма сложным геологическим строением из-за неравномерного распространения по площади и разрезу коллекторов, представленных плохо коррелируемыми между собой телами песчаников мощностью от долей до 20 м, преимущественным распространением тонких пропластков и линз, большинство из которых характеризуется ограниченной площадью развития и разобщённостью по разрезу большими интервалами залегания пород неколекторов. Залежи газа, приуроченные к выделенным подсчётным объектам, структурно-литологические. При этом, в подсчётные объекты в ряде случаев объединены группы пропластков и линз литологически и гидродинамически разобщённые между собой.

Исключительная сложность строения месторождения существенно затрудняла выделение продуктивных коллекторов в разрезе, оценку их параметров и построение геологических моделей газоносных объектов.

Поэтому запасы газа по этому месторождению неоднократно пересматривались, так как с начала разработки падение давлений в залежах не соответствовали отборам.

В 1999 году было выполнено уточнение геологического строения месторождения и представлены подсчитанные объёмным методом запасы, в размере около 50 млн. м³ по категориям C_1+C_2 [7]. Таким образом, величина начальных геологических запасов практически не изменилась. В то же время объёмы дренируемых запасов по мере разработки месторождения менялись существенно.

В 2004 году Ибрагимовым А.Г. и др. [10] была произведена очередная попытка переоценки геологических запасов. При этом авторы работы ориентировались, в основном, на результаты разработки. По их оценкам на Урге запасы категории C_1 составили 13696 млн. м³ (газа сырого).

В таблицах 3-5 представлены результаты вышеуказанных подсчётов.

Месторождения Урга введено в опытно-промышленную эксплуатацию 27 августа 1995 г. По проектам разработки и обустройства, выполненным институтом «УзбекНИПИнефтегаз» по приказу № 45 от 28.03.1995 г. Национальной корпорацией «Узбекнефтегаз».

В соответствии с вышеупомянутым приказом ввод месторождения в опытно-промышленную эксплуатацию должен быть осуществлён 5-ю разведочными скважинами (№№ 4, 6, 7, 8, 10).

По протоколу № 17-8-133 от 29.07.95 г. Технического совещания НК «Узбекнефтегаз» предусматривался ввод в эксплуатацию до 1 июля 1998 г. ещё 10 скважин, в том числе 3-х разведочных (скв. №№ 2, 9, 11) и 7-ми эксплуатационных (скв. №№ 20-26) с доведением суточной добычи газа до 4 млн. м³ и газового конденсата до 25-30 т.

По состоянию на 01.01.1997 г. (время составления «Проекта промышленной разработки месторождения Урга») в общем фонде числилось 18 скважин, в том числе 11 разведочных (№№ 1-11) и 7 эксплуатационных (№№ 20-26).

Таблица 3
Месторождение Урга. Подсчётные параметры и запасы газа и конденсата (категории С₁), данные ПГО «Узбекгеофизика»

| Пачки пропластков | Площадь газоносности, тыс. м ² | Эффективная газовая насыщенность, м | Коэффициенты | | | Поправки, доли единиц | | Пластовое движение, кг/см ² | Запасы газа, млн. м ³ | | Потенциальное содержание конденсата, г/м ³ | Коэффициент извлечения | Запасы конденсата, тыс. т | |
|------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------|------------------|------------------------|-----------------------|--|--|----------------------------------|--------|---|------------------------|---------------------------|-------------|
| | | | Открытой пористости | Газонасыщенности | Пересчёта на сухой газ | На температуру | На отклонение от закона Бойля-Мариотта | | Сырого | сухого | | | Геологические | Извлекаемые |
| J ₃ ¹ | 12109 | 1,7 | 0.23 | 0.79 | 0.9951 | 0.787 | 1.086 | 244 | 782 | 778 | 22,3 | 0,887 | 17 | 15 |
| J ₃ ² | 33119 | 9.7 | 0.22 | 0.84 | 0.9951 | 0.783 | 1.070 | 252 | 1243 | 1230 | 22.3 | 0.887 | 276 | 245 |
| J ₃ ^{2a} | 15623 | 3.6 | 0.17 | 0.78 | 0.9951 | 0.780 | 1.066 | 254 | 1577 | 1569 | 22.3 | 0.887 | 35 | 31 |
| J ₃ ³ | 16726 | 4.0 | 0.18 | 0.74 | 0.9951 | 0.778 | 1.064 | 255 | 1895 | 1886 | 22.3 | 0.887 | 42 | 37 |
| J ₃ ⁵ | 12763 | 6.9 | 0.18 | 0.75 | 0.9951 | 0.769 | 1.054 | 264 | 2537 | 2525 | 22.3 | 0.887 | 56 | 50 |
| Район скв.11 | 5516 | 7.6 | 0.14 | 0.72 | 0.9951 | 0.769 | 1.054 | 264 | 904 | 900 | 22.3 | 0.887 | 20 | 18 |
| J ₃ ⁶ | 55539 | 6.9 | 0.15 | 0.74 | 0.9951 | 0.765 | 1.046 | 269 | 807 | 8628 | 22.3 | 0.887 | 192 | 170 |
| J ₃ ⁷ | 47100 | 8.3 | 0.15 | 0.73 | 0.9951 | 0.759 | 1.042 | 271 | 7505 | 7468 | 22.3 | 0.887 | 167 | 148 |
| J ₃ ⁸ | 19446 | 4.0 | 0.15 | 0.83 | 0.9951 | 0.750 | 1.026 | 285 | 1281 | 1274 | 22.3 | 0.887 | 28 | 25 |
| Итого | | | | | | | | | 3758 | 3739 | | | 833 | 739 |

Таблица 4
Месторождение Урга. Подсчётные параметры и запасы газа и конденсата (категории С₁), данные ИГИРНИГМа, (2004 г.)

| Пачки пропластков | Площадь газоносности, тыс. м ² | Эффективная газовая насыщенность, м | Коэффициенты | | | Поправки, доли единиц | | Пластовое движение, кг/см ² | Запасы газа, млн. м ³ | | Потенциальное содержание конденсата, г/м ³ | Коэффициент извлечения | Запасы конденсата, тыс. т | |
|-------------------|---|-------------------------------------|---------------------|------------------|------------------------|-----------------------|--|--|----------------------------------|--------|---|------------------------|---------------------------|-------------|
| | | | Открытой пористости | Газонасыщенности | Пересчёта на сухой газ | На температуру | На отклонение от закона Бойля-Мариотта | | Сырого | сухого | | | Геологические | Извлекаемые |
| Ia | 18437 | 7.6 | 0.14 | 0.602 | 0.9949 | 0.785 | 1.079 | 249.2 | 2509 | 2496 | 22.3 | 0.887 | 56 | 49 |
| Iб | 3375 | 4.5 | 0.14 | 0.602 | 0.9949 | 0.785 | 1.079 | 249.2 | 271 | 269 | 22.3 | 0.887 | 6 | 5 |
| II | 34375 | 8.1 | 0.15 | 0.584 | 0.9949 | 0.776 | 1.062 | 257.6 | 5191 | 5164 | 22.3 | 0.887 | 115 | 102 |
| III | 33812 | 11.1 | 0.138 | 0.603 | 0.9949 | 0.759 | 1.042 | 272.3 | 6726 | 6692 | 22.3 | 0.887 | 149 | 132 |
| Итого | | | | | | | | | 1409 | 14621 | | | 326 | 289 |

Таблица 5

Месторождение Урга. Подсчётные параметры и запасы газа и конденсата (категории С₁), уточнённые ОАО «УзЛТИНефтегаз» (1999 г.)

| Пачки пропластков | Площадь газонности, тыс. м ³ | Эффективная газово-насыщенная толщина, м | Кoeffициенты | | | Поправки, доли единиц | | Пластовое давление, кг/см ² | Запасы газа, млн. м ³ | | Потенциально-содержание конденсата, г/м ³ | Кoeffициент извлечения | Запасы конденсата, тыс. т | |
|------------------------------|---|--|---------------------|------------------|------------------------|-----------------------|--|--|----------------------------------|--------|--|------------------------|---------------------------|-------------|
| | | | Открытой пористости | Газонасыщенности | Пересчёта на сухой газ | На температуру | На отклонение от закона Бойля-Мариотта | | Сырого | сухого | | | Геологические | Извлекаемые |
| J ₃ ¹ | 7981 | 2.2 | 0.228 | 0.82 | 0.9951 | 0.787 | 1.086 | 244 | 682 | 679 | 22.3 | 0.887 | 15 | 13 |
| J ₃ ² | 25209 | 7.8 | 0.227 | 0.85 | 0.9951 | 0.783 | 1.070 | 252 | 7980 | 7940 | 22.3 | 0.887 | 178 | 158 |
| J ₃ ^{2a} | 17419 | | 0.182 | 0.77 | 0.9951 | 0.780 | 1.066 | 254 | 1772 | 1762 | 22.3 | 0.887 | 40 | 35 |
| Район скв. 37 | 1362 | 1.4 | 0.205 | 0.80 | 0.9951 | 0.780 | 1.066 | 254 | 66 | 65 | 22.3 | 0.887 | | |
| Район скв. 39 | 550 | 1.4 | 0.165 | 0.70 | 0.9951 | 0.780 | 1.066 | 254 | 19 | 18 | 22.3 | 0.887 | | |
| Район скв. 27. 32 | 1481 | 5.4 | 0.185 | 0.78 | 0.9951 | 0.780 | 1.066 | 254 | 243 | 242 | 22.3 | 0.887 | | |
| Район скв. 1. 5. 11 | 14026 | 3.6 | 0.172 | 0.79 | 0.9951 | 0.780 | 1.066 | 254 | 1444 | 1437 | 22.3 | 0.887 | | |
| J ₃ ³ | 17324 | 6.2 | 0.177 | 0.74 | 0.9951 | 0.778 | 1.064 | 255 | 2959 | 2945 | 22.3 | 0.887 | 66 | 58 |
| J ₃ ⁵ | 37659 | 5.0 | 0.187 | 0.75 | 0.9951 | 0.769 | 1.054 | 264 | 5931 | 5603 | 22.3 | 0.887 | 126 | 112 |
| J ₃ ⁶ | 43632 | 6.7 | 0.157 | 0.74 | 0.9951 | 0.765 | 1.046 | 269 | 7285 | 7249 | 22.3 | 0.887 | 162 | 144 |
| J ₃ ⁷ | 35006 | 10.4 | 0.184 | 0.78 | 0.9951 | 0.759 | 1.042 | 271 | 11159 | 11104 | 22.3 | 0.887 | 249 | 221 |
| J ₃ ⁸ | 12067 | 4.2 | 0.143 | 0.77 | 0.9951 | 0.750 | 1.026 | 285 | 1220 | 1214 | 22.3 | 0.887 | 27 | 24 |
| Итого | | | | | | | | | 38688 | 38496 | | | 863 | 765 |

В соответствии с приказом №7 от 13.01.97 г. Национальной корпорации «Узбекнефтегаз» годовые уровни добычи газа из месторождения Урга для проектирования его разработки были определены в количествах: 1.5 млрд. м³ в 1997 г. и 2.0 млрд. м³ в 1998-2000 гг., с максимальным суточным отбором в зимнее время 9.0 млн. м³ в 1998 г.

С целью определения технико-экономической эффективности разработки продуктивных пластов и пачек авторами проекта промышленной разработки месторождения были рассмотрены два основных и один дополнительный вариант (с учётом увеличения добычи газа в зимний период).

Был принят вариант с годовыми отборами газа – 1.5 млрд. м³ (в 1997 г.) и 2.0 млрд. м³ (с 1998 г.). Отбор газа в период постоянной добычи – 50% от утверждённых суммарных запасов месторождения. Способ эксплуатации скважин – одновременно-раздельный, учитывая, что пласт J₃² разрабатывается самостоятельно сеткой скважин. Продуктивная пачка J₃⁵ разрабатывается скважинами, среди которых имеются как «одиночные», эксплуатируемые без совмещения с другими пластами и пачками, так и «совмещённые» (J₃⁵ + J₃³ + J₃⁵ + J₃¹) варианты. Продуктивные пласты и пачки J₃⁸, J₃⁶, J₃⁷, J₃³, J₃^{2a} разрабатываются «совмещёнными» скважинами (J₃⁸ + J₃⁶ + J₃⁷ + J₃⁶ + J₃³ + J₃^{2a}). Принимается постоянное количество скважин на весь период разработки в пластах и пачках J₃⁸, J₃⁵, J₃³, J₃¹, J₃^{2a} с суммарными запасами, составляющими 24% от общих запасов. Указанные пласты и пачки совмещаются следующим образом - J₃⁸ + J₃⁸ + J₃⁶ + J₃⁵ + J₃³ + J₃³ + J₃^{2a}, J₃⁵ + J₃¹.

Характерной особенностью рассмотренных вариантов являются низкие коэффициенты газо- и конденсатоотдачи за весь промышленный срок разработки месторождения, обусловленные снижением рабочих давлений на устье скважин ниже допустимых пределов (5 кг/см²), когда компремирование добываемого газа становится экономически неоправданным. Газоотдача по всем вариантам составила 68.2% от балансовых запасов.

Единственный и вполне естественный, по мнению авторов проекта промышленной разработки месторождения [11], причиной получения низких величин коэффициентов газо- и конденсатоотдачи являются низкие ФЕС терригенных пород продуктивных пластов и пачек.

По первому варианту за период постоянного отбора суммарная добыча газа составит 18.17 млрд. м³ или 48.6% от начальной величины запасов месторождения.

За весь промышленный срок разработки (2010 г.) будет отобрано 25.5 млрд. м³ газа, что составляет 68.2% от начальных запасов месторождения.

Вместе с газом будет извлечено 530.67 тыс. т конденсата или 63.7% от балансовых запасов в целом по месторождению.

Из всех продуктивных горизонтов (J₃¹, J₃², J₃^{2a}, J₃³, J₃⁵, J₃⁶, J₃⁷, J₃⁸) по которым были утверждены и подсчитаны запасы газа и конденсата в разработке находятся 6 (J₃², J₃^{2a}, J₃³, J₃⁵, J₃⁶, J₃⁷).

Горизонт J₃¹ эксплуатировался одной скважиной № 6 в период с 28.08.95 г. по 31.03.98 г. Суммарный отбор газа составил 14.193 млн. м³. После обводнения скважины эксплуатация горизонта была прекращена.

Горизонт J₃² самостоятельно эксплуатировался скважинами №№ 7-10, 20, 21, 28, 30, 43, 45 и совместно с другими горизонтами скважинами №№ 4, 25, 27, 61. Утверждённые запасы сухого газа 12369 млн. м³. В эксплуатацию введён в 1995 г. Суммарная добыча (на 01.01.2010 г.) 4434.194 млн. м³.

Горизонт J₃^{2a} отдельной сеткой скважин не эксплуатировался, находится в разработке совместно с другими горизонтами скважинами 11, 27, 49, 51. Утверждённые запасы сухого газа 1562 млн. м³. В эксплуатацию введён в 1996 г. суммарная добыча (на 01.01.2010 г.) 164.321 млн. м³.

Горизонт J₃³ эксплуатируется отдельно в скважинах 9, 30, 31, 37, 39, совместно с другими горизонтами в скважинах 4, 6, 25, 27, 32, 36, 46, 61. Утверждённые запасы сухого газа 1886 млн. м³. В эксплуатацию введён в 1995 г. суммарная добыча (на 01.01.2010 г.) 1174.492 млн. м³.

Горизонт J₃⁵ отдельно эксплуатировался в скважине 45 (в период с 21.10.99 г. по



08.05.01 г., суммарный отбор по этому горизонту составил 66715 тыс. м³). Совместно эксплуатируется в скважинах 6, 9, 11, 22, 23, 25, 30, 32. Утвержденные запасы сухого газа 3425 млн. м³. В эксплуатацию введен в 1996 г. суммарная добыча (на 01.01.2010 г.) 768.916 млн. м³.

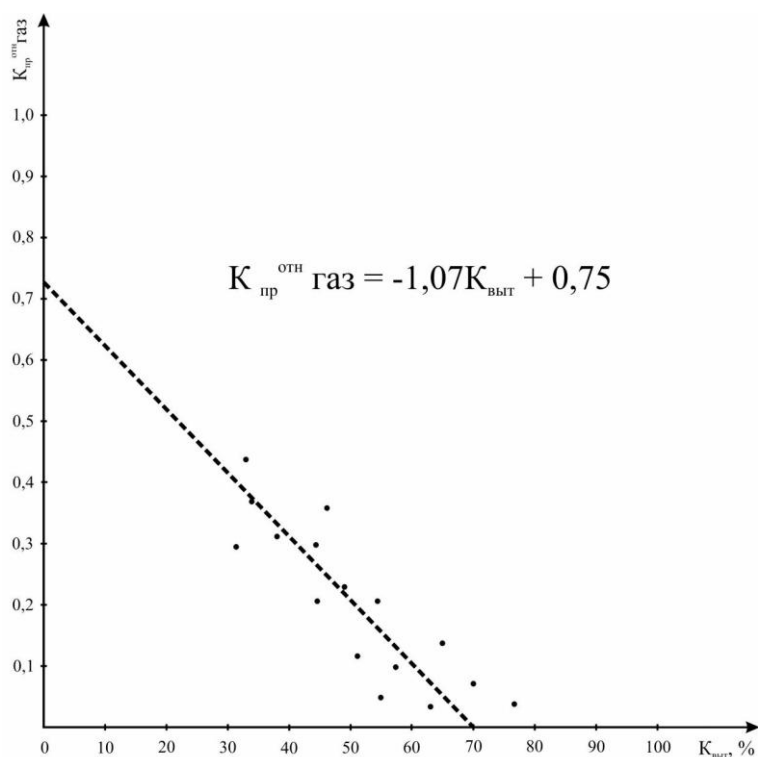
Горизонт J₃⁶ отдельно эксплуатировался и эксплуатируется в скважинах 4,36 (до декабря 2002 г.), 47-49 (до февраля 2003 г.), 51 (до сентября 2003 г.), 63; совместно с другими горизонтами в скважинах 9, 11, 22, 23, 27, 30, 36, 37, 46, 49, 51. Утвержденные запасы сухого газа 8628 млн. м³. В эксплуатацию введен в 1996 г. суммарная добыча (на 01.01.2010 г.) 3254.234 млн. м³.

Горизонт J₃⁷ отдельно эксплуатировался и эксплуатируется в скважинах 43 (до августа 2000 г.), 50 (до декабря 2003 г.), 71, 74; совместно с другими горизонтами в скважинах 23, 37. Утвержденные запасы сухого газа 7468 млн. м³. В эксплуатацию введен в 1997 г. суммарная добыча (на 01.01.2010 г.) 369.229 млн. м³.

Горизонт J₃⁸ опробован в скважине 23 совместно с другими горизонтами, в этой скважине горизонт обводнился. После проведения изоляционных работ в дальнейшем в разработку не вводился. Утвержденные запасы составили 1274 млн. м³. Добычи нет.

Фактическая схема совместной эксплуатации в скважинах нескольких горизонтов, применяемая на месторождении Урга, не позволяет уверенно оценить суммарный отбор по каждому горизонту. Поэтому распределение газа по горизонтам по каждой скважине производится пропорционально утвержденным запасам этих горизонтов, что создает определенную условность суммарных объемов.

В работе [8] было показано, что совместная эксплуатация горизонтов с различными ФЕС на месторождении Урга привела к тому, что в работу были включены только те пласты и прослои, ФЕС которых наиболее высоки, а пласты и прослои с ухудшенными ФЕС практически в работе не участвовали. Однако анализ результатов разработки с этой точки зрения также не обеспечивал должного объяснения такого расхождения в запасах, подсчитанных объемным методом и МПД.



Авторы обратились к результатам определения коэффициента вытеснения газа на образцах керна, выполненных в опытно-методической партии (подсчета запасов) ОАО «Узбекгеофизика» в 1990-1994 гг. в рамках опытно-методических работ (рис.).

Исходя из того, что $K_{\text{выт}} = (K_{\text{г}} - K_{\text{го}}) / K_{\text{г}}$, (1.2) для этих коллекторов $K_{\text{го}}$ при $K_{\text{г ср}} = 0,8$ составляет 0,24, коэффициент извлечения $K_{\text{извл}} = 0,7$.

Рис. Зависимость $K_{\text{пр}}^{\text{отн газ}}$ от $K_{\text{выт}}$

В целом, сопоставление результатов анализа разработки и достижения конечной величины газоотдачи продуктивных пластов по месторождениям России, Азербайджана и Узбекистана, приуроченным к терригенным коллекторам показало следующее.

1. Несмотря на то, что терригенные коллекторы разновозрастные, их объединяют сходные условия осадконакопления и близкие ФЕС.
2. Полученные коэффициенты газоотдачи близки к известным [3, 12-14], что позволяет их рассматривать в качестве универсальных.

Список литературы

1. Берман Л.И., Омесь С.П., Романовская Н.С. Некоторые особенности коллекторов газоконденсатного месторождения Медвежье // Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: ВНИИЭ Газпром, 1975 г. – вып.6. – С.172-176.
2. Омесь С.П., Романовская Н.С. О характере газоотдающих пластов на месторождении Медвежье // Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: ВНИИЭ Газпром, 1976. – вып.6. – С. 166-169.
3. Нефтегазопромысловая геология. Иванова М.М. и др. – М.: Недра, 2001г. – С. 87-89.
4. Султанов И.А. Газоотдача – один из основных показателей эффективности разработки месторождений // Журнал «Нефтяное хозяйство». – 2001. – №1. – С. 32-34.
5. Шилов Ю.С. К вопросу учета сорбированного и окклюдированного газа в запасах залежей // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: ВНИИЭ Газпром, 1996г. – вып.3. – С. 172-176.
6. Пак С.А. Подсчет запасов газа и конденсата месторождения Урга в РУз за 1994-95гг. – Ташкент: «УзЛИТИнефтегаз», 1995г. – 246 с.
7. Бережнов В.Т. Анализ геолого-геофизических материалов для уточнения геологической модели месторождения Урга с проведением исследовательских работ в эксплуатационных скважинах в целях внесения корректив в проект разработки // Отчет по НИР «УзЛИТИнефтегаз», Ташкент, 1999 г. – С. 139-148.
8. Халисматов И.Х., Бурлуцкая И.П. Анализ интенсификации отбора газа из обводненных пластов месторождения Урга // Отчет по НИР «Узнефтегаздобыча», Ташкент, 2000г. – С. 219-226.
9. Голубев И.А. Подсчет запасов УВ месторождения Сургиль- Сев.Арал // Отчет ОМП ОАО «Узбекгеофизика», Ташкент, 2007 г. – С. 93-95.
10. Ибрагимов А.Г. Уточнение геологической модели и переоценка запасов газа и конденсата месторождения Урга // Отчет по НИР «Узнефтегаздобыча», Ташкент, 2004. – С. 67-69.
11. Югай Д.Р. Проект разработки месторождения Урга // Отчет по НИР «УзЛИТИнефтегаз», Ташкент, 1997 г. – С. 310-318.
12. Официальный сайт журнала Нефтегаз: Website: [www: hhc.co.uk](http://www.hhc.co.uk).
13. Официальный сайт компании Лукойл: Website: [www: press.lukoil.ru](http://www.press.lukoil.ru).
14. Лернер У., Митчелл Д. и др. К вопросу газоотдачи газоносных терригенных коллекторов пенсильвания Пермской провинции // Журнал Oil and Gas Maqasin, 2002. – №3. – С.81-95.

THE APPRAISAL OF THE FINAL GAS-RETURN OF THE TERRIGENOUS COLLECTORS ON THE DEPOSITS OF RUSSIA, AZERBAIJAN, UZBEKISTAN

I.P. Burlutskaya
V.A. Grichanikov
A.V. Ovchinnikov

Belgorod State Nftional Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: burlutskaya@bsu.edu.ru

In the article the reasons of an incomplete gas extraction from the deposits of the West Siberia, Azerbaijan, Uzbekistan in the time of the co-exploitation of the objects with different filter-capacity qualities (FCQ) are examined. A considerable influence of the low filter-capacity qualities (FCQ) of the terrigenous rocks of the productive strata and bundles on the size of the gas- and condensate return coefficients is noted. The results of the analysis of the working exploitation and the achievement of the final size of the gas-return of the productive strata on the deposits of Russia, Azerbaijan, Uzbekistan confined to terrigenous collectors are compared.

Key words: the final gas-return, terrigenous collectors, the method of pressure drop, filter-capacity qualities, the appraisal of the extracting volumes of gas and gas condensate.



АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «УРГА» С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОЙ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ ГАЗА И КОНЕЧНОЙ ГАЗООТДАЧИ

В.А. Гричаников
И.П. Бурлуцкая
А.В. Овчинников

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: forvag1@yandex.ru*

В статье рассмотрены результаты эксплуатации месторождения Урга Устюртского района. Приведены данные по его строению и разработке. Проведён анализ причин несоответствия дренируемых и подсчитанных объёмным методом запасов. Обоснованы коэффициенты газоотдачи для различных продуктивных коллекторов. Поставлен вопрос об определении реальных коэффициентов газоотдачи для всех газовых и газоконденсатных месторождений Российской Федерации.

Ключевые слова: конечная газоотдача, терригенные коллекторы, Урга, оценка извлекаемых запасов, фильтрационно-ёмкостные свойства.

Начиная с 2000 года Устюртский регион становится основным источником прироста запасов газа. За последние 7-8 лет здесь открыт ряд месторождений (Вост. Бердах, Сургиль, Шагырлык), которые по запасам относятся к категории крупных. Кроме того, в этом регионе с 1990 г. ведётся разработка Ургинского месторождения, которая, по всем показателям, вступила в позднюю стадию [1-4].

Именно результаты разработки этого месторождения и послужили основанием для того, чтобы поднять вопрос о коэффициенте извлечения газа из залежей, приуроченных к терригенным юрским коллекторам Устюртского региона.

Общие сведения

Месторождение Урга открыто в 1990 г. в процессе проводившихся в 1986-1996 гг. поисково-разведочных работ. В общей сложности на месторождении пробурено 11 поисковых и разведочных скважин.

Месторождение многопластовое; газомещающими являются терригенные коллекторы верхнеюрского возраста. Газоконденсатные залежи этого месторождения приурочены к верхнеюрским терригенным коллекторам пористостью 13-25 %, проницаемостью 1-100 мд, остаточной водонасыщенностью 0,15-0,35. Продуктивные горизонты (J_3^1 , J_3^2 , J_3^{2a} , J_3^3 , J_3^5 , J_3^6 , J_3^7) представлены пачками песчаников, разделенных глинистыми слоями, которые являются флюидоупорами, обеспечивающими изоляцию залежей. Песчаники мелко- и разнозернистые, глинистые, аллювиально-делювиального генезиса, с резкой изменчивостью фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЕС) по площади и разрезу [1-4].

На базе полученной в процессе поисково-разведочных работ геолого-геофизической информации ОМП (ПЗ) ГПП «Узбекгеофизика» были подсчитаны остаточные запасы газа, конденсата и сопутствующих компонентов по состоянию изученности месторождения на 01.09.96г, (месторождение было введено в опытно-промышленную эксплуатацию в августе 1995 г.).

ГКЗ Республики Узбекистан в своем протоколе отметила, что газоконденсатное месторождение Урга характеризуется весьма сложным геологическим строением из-за неравномерного распространения по площади и разрезу коллекторов, представленных плохо коррелируемыми между собой телами песчаников мощностью от долей до 20 м, с преимущественным распространением тонких пропластков и линз, большинство из которых характеризуется ограниченной площадью развития и

разобщенностью по разрезу большими интервалами залегания пород-неколлекторов. Залежи газа, приуроченные к выделенным подсчетным объектам, структурно-литологические. При этом, в подсчетные объекты в ряде случаев объединены группы пропластков и линз литологически и гидродинамически разобщенные между собой.

Исключительная сложность строения месторождения существенно затрудняла выделение продуктивных коллекторов в разрезе, оценку их параметров и построение геологических моделей газоносных объектов.

Поэтому запасы газа по этому месторождению неоднократно пересматривались, т.к. сначала разработки падение давлений в залежах не соответствовали отборам газа. При этом запасы изменялись почти в два раза, и если первоначально оценки разных исполнителей составляли около 50 млрд метров кубических, то последняя оценка в 2004 году, явно носящая заказной характер, эту цифру спустила до 17 млрд метров кубических.

Краткие данные по разработке месторождения

Месторождение Урга ведено в опытно-промышленную эксплуатацию 27 августа 1995 г. по проектам разработки и обустройства, выполненным институтом "УзбекНИПИнефтегаз". Ввод месторождения в опытно-промышленную эксплуатацию должен быть осуществлен 5-ю разведочными скважинами. Предусматривался ввод в эксплуатацию до 1 июля 1998 г. еще 10 скважин, в том числе 3-х разведочных и 7-и эксплуатационных с доведением суточной добычи газа до 4 млн. м³ и газового конденсата до 25-30 т.

По состоянию на 01.01.1997 г. (время составления «Проекта промышленной разработки месторождения Урга») в общем фонде числилось 18 скважин, в том числе 11 разведочных и 7 эксплуатационных.

Годовые уровни добычи газа из месторождения Урга для проектирования его разработки были определены в количествах: 1.5 млрд. м³ в 1997г. и 2.0 млрд. м³ в 1998-2000 гг., с максимальным суточным отбором в зимнее время 9.0 млн. м³ в 1998 г.

С целью определения технико-экономической эффективности разработки продуктивных пластов и пачек авторами проекта промышленной разработки месторождения были рассмотрены 2 основных и 1 дополнительный вариант (с учетом увеличения добычи газа в зимний период).

Был принят вариант с годовыми отборами газа – 1.5 млрд. м³ (в 1997 г.) и 2.0 млрд. м³ (с 1998 г). Отбор газа в период постоянной добычи – 50% от утвержденных суммарных запасов месторождения. Способ эксплуатации скважин – одновременно-раздельный, учитывая, что пласт J₃² разрабатывается самостоятельной сеткой скважин. Продуктивная пачка J₃⁵ разрабатывается скважинами, среди которых имеются как «одиночные», эксплуатируемые без совмещения с другими пластами и пачками, так и «совмещенные» (J₃⁵ + J₃³ + J₃⁵ + J₃¹) варианты. Продуктивные пласты и пачки J₃⁸, J₃⁶, J₃⁷, J₃³, J₃^{2a} разрабатываются "совмещенными" скважинами (J₃⁸ + J₃⁶ + J₃⁷ + J₃⁶ + J₃³ + J₃^{2a}). Принимается постоянное количество скважин на весь период разработки в пластах и пачках J₃⁸, J₃⁵, J₃³, J₃^{2a}, J₃¹ с суммарными запасами, составляющими 24% от общих запасов. Указанные пласты и пачки совмещаются следующим образом - J₃⁸ + J₃⁸ + J₃⁶ + J₃⁵ + J₃³ + J₃³ + J₃^{2a}, J₃⁵ + J₃¹.

Характерной особенностью рассмотренных вариантов являются низкие величины коэффициентов газо- и конденсатоотдачи за весь промышленный срок разработки месторождения, обусловленные снижением рабочих давлений на устье скважин ниже допустимых пределов (5 кг/см²), когда компримирование добываемого газа становится экономически не оправданным. Газоотдача по всем вариантам составила 68.2%, конденсатоотдача – 63.7% от балансовых запасов.

Единственной и вполне естественной, по мнению авторов проекта промышленной разработки месторождения [4], причиной получения низких величин коэффициентов газо- и конденсатоотдачи являются низкие фильтрационно-емкостные свойства терригенных пород продуктивных пластов и пачек.



По первому варианту за период постоянного отбора суммарная добыча газа составит 18.17 млрд. м³ или 48.6% от начальной величины запасов месторождения.

За весь промышленный срок разработки (2010 г.) будет отобрано 25.5 млрд. м³ газа, что составит 68.2% от начальных запасов месторождения.

Вместе с газом будет извлечено 530.67 тыс. т конденсата или 63.7% от балансовых запасов в целом по месторождению.

В 2000г. ОАО «УзЛИТИнефтегаз» были выполнены «Коррективы к проекту разработки». Был принят вариант разработки на 6 лет (2000-2005гг.) с годовыми отборами 1,626 млрд. м³ (2000г.) со снижением до 1,459 млрд. м³ (2005г.) и фондом скважин 36 (в т.ч. 31 действующая). Коррективы вводились на основе уточненной модели [2].

Однако, в 2003г. стало ясно, что планируемые показатели не выполняются, т.к. бурящиеся проектные скважины не увеличивают добычу газа, а только компенсируют скважины, которые выходят из фонда добывающих по причине обводнения и самозадавливания. Поэтому было принято решение о прекращении дальнейшего бурения проектных эксплуатационных скважин до выяснения фактической геологической модели и пересмотра остаточных запасов газа.

Из всех продуктивных горизонтов (J_3^1 , J_3^2 , J_3^{2a} , J_3^3 , J_3^5 , J_3^6 , J_3^7 , J_3^8) по которым были подсчитаны и утверждены запасы газа и конденсата в разработке находятся 6 (J_3^2 , J_3^{2a} , J_3^3 , J_3^5 , J_3^6 , J_3^7)

Фактическая схема совместной эксплуатации в скважинах нескольких горизонтов, применяемая на месторождении Урга, не позволяет уверенно оценить суммарный отбор по каждому горизонту. Поэтому распределение газа по горизонтам по каждой скважине производится пропорционально утвержденным запасам этих горизонтов, что создает определенную условность суммарных отборов.

Анализ возможных причин несоответствия дренируемых и подсчитанных объемным методом запасов

Сравнение результатов подсчета запасов 1996 г. и 1999 г. показывают, что при их близких суммарных значениях по основным горизонтам J_3^2 , J_3^3 , J_3^6 , J_3^7 запасы различаются. Так, по горизонту J_3^2 данные по пробуренным за период 1996-1999 гг. эксплуатационным скважинам привели к уменьшению площади газоносности на 23.8% , по горизонту J_3^3 – к увеличению на 3,4% , по горизонту J_3^6 – к уменьшению площади на 21,4% , по горизонту J_3^7 – к уменьшению площади на 25.7% . В целом, по основным горизонтам J_3^2 , J_3^6 запасы уменьшились соответственно на 35.8% и 16 % , а по горизонтам J_3^3 , J_3^7 увеличились соответственно на 56.2% и 22.7%. Следует указать, что при подсчете запасов в 1999г. по горизонту J_3^7 была допущена техническая ошибка, что привело к завышению запасов по этому горизонту на 1943 млн. м³. Таким образом, с учетом корректировки по горизонту J_3^7 суммарные запасы уменьшились на 2.2%.

Приведенные данные показывают, что представления о начальных запасах изменяются по мере получения дополнительной информации. Очевидно, что наблюдаемые значительные отклонения дренируемых запасов от геологических могут быть связаны, в том числе и с необходимостью уточнения запасов.

Горизонт J_3^2 . Если в качестве геологических принять запасы пересчета 1999 г., то дренируемые запасы составляют 76.2% от геологических. Горизонт J_3^2 разрабатывается достаточно равномерной сеткой скважин и в данном случае такое расхождение дренируемых и геологических запасов обусловлено не полным извлечением газа из пласта, т.е. газоотдачей.

Горизонт J_3^3 . Если в качестве геологических принять запасы пересчета 1999г., то дренируемые запасы составляют 54,4% от геологических. Горизонт J_3^3 разрабатывается в большинстве скважин совместно с другими горизонтами, поэтому отборы по нему достаточно условны. Тем не менее, дренируемые запасы превышают 50% от геологических и здесь есть смысл рассматривать извлекаемые запасы, т.е. газоотдачу.

Горизонт J_3^6 . Если в качестве геологических принять запасы пересчета 1999 г., то дренируемые запасы составляют 62.4% от геологических. Горизонт J_3^6 разрабатывается достаточно равномерной сеткой и различие дренируемых и геологических запасов обусловлено не полным извлечением газа из пласта, т.е. газоотдачей.

Горизонт J_3^7 . Если в качестве геологических принять запасы пересчета 1999 г., то дренируемые запасы составляют 6.1% от геологических. Разработка горизонта J_3^7 ведется ограниченным количеством скважин, к тому же расположенных на периклиналях куполов. Однако, такое существенное расхождение дренируемых и геологических запасов позволяет сделать неутешительный вывод о том, что запасы этого горизонта нуждаются в серьезном пересмотре.

Обоснование коэффициента газоотдачи для продуктивных коллекторов J_3^2 , J_3^3 , J_3^6 горизонтов

В работе [3] было показано, что совместная эксплуатация горизонтов с разными ФЕС привела к тому, что в работу были вовлечены только те пласты и прослои, ФЕС которых наиболее высоки, а пласты и прослои с ухудшенными ФЕС практически в работе не участвовали. Однако анализ результатов разработки с этой точки зрения также не обеспечивал должного объяснения такого расхождения в запасах, подсчитанных объемным методом и МПД.

Авторы обратились к результатам определения коэффициента вытеснения газа на образцах керна, выполненных в опытно-методической партии (подсчета запасов) ОАО «Узбекгеофизика» в 1990-1994 гг. в рамках опытно-методических работ [1].

По этим данным коэффициент вытеснения газа водой на лабораторной установке высокого давления составил 0.7. Поэтому есть все основания считать, что в среднем коэффициент газоотдачи по Ургинскому месторождению составит 0.7, а извлекаемые запасы газа не превысят 35 млрд метров кубических. Учитывая, что разработка этого месторождения изначально велась с серьезными нарушениями, достижимый коэффициент будет существенно ниже.

Выводы

Изложенные в настоящей статье данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Извлекаемые запасы газа на Ургинском месторождении должны составлять около 25,9 млрд. м³, в том числе по рассматриваемым горизонтам 12,7 млрд. м³. Суммарные дренируемые запасы по этим горизонтам составляют 12,2 млрд. м³. Таким образом, текущий коэффициент газоотдачи для рассматриваемых пластов составил 0,674, что близко к коэффициенту вытеснения.

2. Приведенные данные можно рассматривать только в качестве оценочных, т.к. для более точного определения коэффициента извлечения необходимо гораздо больше определений по керну, чем мы имеем в настоящее время.

3. Кроме того, не следует забывать, что моделирование извлечения газа на керне отражает только влияние ФЕС коллекторов на этот параметр и не учитывают таких показателей как степень вовлечения объема эксплуатационного объекта в разработку (коэффициент охвата, $K_{охв.}$) и коэффициента рентабельности разработки, определяющего, добыча какого объема газа является экономически выгодной.

4. Приведенные данные позволяют поставить вопрос об определении реальных коэффициентов газоотдачи для всех газовых и газоконденсатных месторождений Российской Федерации, включая уникальные и месторождения – гиганты, в том числе и на Арктическом шельфе, о которых много говорится в последнее время и на которые возлагаются большие надежды в связи с проектом Северный поток, иначе впоследствии выяснится, что все радужные перспективы, мягко говоря, не оправданы.



Список литературы

1. Пак С.А. Подсчет запасов газа и конденсата месторождения Урга в РУз за 1994-95 гг. – Ташкент: «УзЛИТИнефтваз», 1995. – 246 с.
2. Бережнов В.Т. Анализ геолого-геофизических материалов для уточнения геологической модели месторождения Урга с проведением исследовательских работ в эксплуатационных скважинах в целях внесения корректив в проект разработки // Отчет по НИР «УзЛИТИнефтваз», Ташкент, 1999. – С. 124-129.
3. Халисматов И.Х., Бурлуцкая И.П. Анализ интенсификации отбора газа из обводненных пластов месторождения Урга // Отчет по НИР «Узнефтегаздобыча», Ташкент, 2000 г. – С. 216-227.
4. Югай Д.Р. Проект разработки месторождения Урга // Отчет по НИР «УзЛИТИнефтваз», Ташкент, 1997. – С. 310-318.

THE ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE DEPOSIT URGA EXPLOITATION TO DETERMINE THE POSSIBLE EXPLOITATION OF THE GAS STOCKS AND THE FINAL GAS-RETURN

V.A. Grichanikov
I.P. Burlutskaya
A.V. Ovchinnikov

Belgorod State National Research University

Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: forvag1@yandex.ru

In the article the results of the deposit Urga Ustyurt district exploitation are examined. The data of its structure and exploitation are brought. The analysis of the reasons of the discrepancy of the drain and calculated by the volume method stocks is carried out. The gas-return coefficients for different productive collectors are substantiated. The question about the determination of the real coefficients of the gas-return for all gas and gas-condensate deposits of the Russian Federation is raised.

Key words: the final gas-return, terrigenous collectors, Urga, the appraisal of the extracting stocks, filter-capacity qualities.

К ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ БЛАГОРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ (ЗОЛОТА, СЕРЕБРА, ПЛАТИНОИДОВ, АЛМАЗОВ И ДРУГИХ)

М.Н. Климентов
А.Н. Петин

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

*Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: Petin@bsu.edu.ru*

В статье рассматривается проблема повышения эффективности разведки, опробования и разработки благородных металлов на россыпных месторождениях полезных ископаемых. Предлагается шире применять способы и устройства для скважинной гидродобычи полезных ископаемых, основанных на принципах гидромониторных методах размыва рыхлых отложений и подъема их на поверхность.

Ключевые слова: благородные минералы, золото и платиноиды, серебро, алмазы, скважинная гидродобыча.

Проблемы добычи благородных минералов

Проблемам разведки и добычи благородных минералов во всех странах уделяется большое внимание. Самородное золото и серебро известны человечеству несколько тысячелетий, о чём свидетельствуют многочисленные находки драгоценных древних изделий. Золото и платина относятся к особо ценным благородным металлам, которые обладают отличными свойствами и широко применяются как валютный металл, а также в зубоорудном деле, химической, электротехнической, приборостроительной и ювелирной промышленности: авиации, космонавтике и в военном деле.

Золото и платина превосходят все металлы по ковкости, тягучести и устойчивости, так как практически не соединяются с кислородом, водородом, азотом и углеродом. Золото (A_{Au}) может быть прокатано в лист толщиной до 1×10^{-5} мм, а платина в очень тонкую проволоку – до 0,001 мм. Золото и платина растворяются только в царской водке, соляной кислоте и щелочных цианидах [1].

В природе A_{Au} и P_t встречаются в самородном виде на месторождениях разного генетического типа: гидротермальных, магнетических в россыпях и др.

Особо важное промышленное значение имеют аллювиальные, делювиальные, элювиальные и шельфовые россыпи. Самородное золото часто по весу содержит примеси серебра до 16%, меди до 20%, палладия до 11%, висмута до 90.4% и соответственно имеют названия – электрум, купроаурит, кориюнит и висмутоаурит.

В самородной платине обычно имеются примеси железа (до 20%), иридия (до 37%), палладия и радия (до 5%), рутения и меди (до 15%).

Велико значение аллювиальных россыпей, среди которых выделяются косовые, русловые, долинные, террасовые шельфовые, а так же древние (погребальные), которые нередко замечают в очень сложных гидрологических, горных и морфологических условиях.

При разведке и добыче благородных металлов применяются шлифовка и металлотрическая съёмка, геофизические способы, а также комплексные горно-буровые методы (лудки, шурфы, карьеры и скважины различного назначения). Золото и платиноиды в россыпных месторождениях обычно представлены мелкими фракциями – от микронов до небольших самородков в несколько сантиметров с массой в десятки грамм.

Серебро (A_{Ag}) – драгоценный металл тверже золота, но очень пластичный, тягучий, «мировой рекордсмен» по электропроводности. Самородное серебро в природе встречается значительно реже, чем золото, так как легко образует химические соединения с другими элементами. Известно более 50 природных минералов серебра в том



числе электрум ($A_u + A_g$), кюстелит ($A_g + A_u$), аргентит (серебро+сера), крусылит (серебро+мышьяк+сера) и т.д. Серебро образует комплексные месторождения, где оно составляет более 50% всех полезных компонентов или входит в состав руд цветных, легирующих и благородных металлов.

Собственно серебряные месторождения играют важную роль в мировой добыче драгметаллов. Встречаются иногда огромные самородки серебра. Так на руднике «Святой Георгий» (около г. Фрайберг) был найден самородок весом 20 т. В здании парламента Канады представлен в настоящее время образец весом 612 кг. Другой образец был также найден в Канаде и назван «Серебряный тротуар», так как имел длину 30 м и содержал 20 т серебра.

К благородным металлам относятся ещё 5 более редких металлов-платиноидов: палладий (P_d), рутений (R_u), родий (R_h), иридий (I_r), осмий (O_s). Все они химически стойкие, пластичные, коррозиестойкие и редко образуют другие соединения. Платиноиды кроме того отличаются тугоплавкостью, имеют сверхнизкую электропроводность и теплопроводность. Данные свойства определяют широкие области их применения в промышленности.

К благородным металлам относят также «технеций», который очень редко встречается в природе. Он сильно радиоактивен.

Алмазы тоже входят в разряд драгоценных ювелирных и технических минералов наивысшей твердости (10). Ограненные кристаллы алмазов отличного качества преобразуются в благородные бриллианты и высоко ценятся. Среди технических алмазов выделяют по качеству и цвету четыре разновидности:

- 1) борт – тёмноокрашенные и недостаточно прозрачные кристаллы;
- 2) баллас – светлоокрашенные мелкозернистые кристаллы;
- 3) карбонадо – тонкозернистые темно-серые ;
- 4) конго – алмазная мелочь, низкосортные разновидности, которые используются в качестве абразивных изделий.

Технические алмазы широко применяются в металлообрабатывающих изделиях (резцы, свёрла, для изготовления породоразрушающих буровых наконечников, коронок, долот, калибраторов и т.д.)

Коренные месторождения встречаются в кимберлитовых «трубках взрыва», а россыпи алмазов накапливаются в рыхлых отложениях. Алмазы очень устойчивы по отношению физико-химическим агентам выветривания.

Добыча благородных металлов в России началась в XVII веке в Забайкалье с разработки серебряных руд.

В 1824 г. на восточном склоне Уральских гор были обнаружены богатые россыпи платины с золотом. Позднее была открыта Исовская система золотоплатиновых россыпей, получивших мировую известность. Подземную и комбинированную разработки россыпных месторождений полезных ископаемых (МПИ) часто применяют на глубоких захороненных россыпях в долинах рек (Лена, Енисей, Колыма) и т.д.

В России драгоценные минералы добывают, в основном, из россыпных месторождений, а за рубежом из рудных. По эффективности добычи благородных металлов из россыпей лучшим считается дражный способ, а менее экономичными признаны гидравлический и скрейперно-бульдозерный методы. При этом подземная разработка россыпей почти в 1.5 раза дороже дражного способа. Платину и платиноиды из её группы часто выщелачивают вместе с медью и никелем из полиметаллических руд.

Доля благородных металлов в общем объёме горнодобывающей промышленности всего мира незначительна (0.00005%), но благодаря их высокой ценности стоимость добычи в 100000 раз выше за единицу массы любого другого минерала (кроме алмаза).

Для получения золота используют его способность реагировать лишь с немногими веществами – ртуть, цианиды. На этой базе используют методы амальгамации и цианирования, когда руда дробилась, смешивалась с ртутью и синильной кислотой или пропускалась через обогатительные шлюзы, покрытые медными листами и тонким слоем ртути. Для извлечения драгоценных металлов в настоящее время исполь-

зуют сложные многоэтапные технологии с целью извлечения различных примесей на специальных аффинажных заводах.

Проблемы повышения эффективности разведки, опробования и добычи благородных минералов решались различными научно-исследовательскими и промышленными организациями.

В России можно выделить ЦНИГРИ, МГ ГРУ, Томский ПТУ, Северо-восточное геологическое управление и другие предприятия.

При поисках и разведке россыпных месторождений благородных минералов широко используются также геофизические, шлиховые и горно-буровые методы.

При вскрытии и оконтуривании МПИ, а также при опробовании и добыче проводятся обычно шурфы, шахтные колодцы, разрезы и карьеры, а также разные виды буровых работ: ударно-канатные; вращательные, колонковые; гидродневодударные; вибрационные, с гидротранспортом керна и т.д.

При этом скважины бурятся обычно большого диаметра (≥ 300 мм) с использованием керноотборных снарядов, ковшовых и грейферных буров. А при опробовании россыпей используются ковшепередвижные установки типа ПРОБА-2 М с питателем, виброгрохотом и центробежным сепаратором, на которых механизированы операции дезинтеграции и обогащения. Применяются также малогабаритные установки для отбора проб типа УОП-2.

Современные технологии разработки россыпных месторождений

К числу принципиально новых высокотехнологичных разработок можно отнести способы и устройства для скважинной гидродобычи полезных ископаемых, основанных на принципах гидромониторных методов размыва рыхлых отложений и подъема их на поверхность [2, 3, 4, 5, 6].

Весьма перспективными является также новые роторно-турбинные способы разработки, в которых предусмотрены активные методы разрушения рыхлых отложений с применением реактивно-турбинных буров со спецрасширителями и извлечение штыко-винтовой колонной в вакуумной среде. Такие способы могут быть успешно применены для скважинной гидродобычи различных минералов, в том числе на шельфах морей и океанов.

При разведке и освоении россыпных месторождений на шельфах морей и океанов условия бурения скважин резко осложняются из-за наличия над устьем водного слоя, подверженного естественному волнению. Естественные факторы определяют проблемы организации работ, конструктивные варианты технических средств, геологическую информативность, стоимость и эффективность всего комплекса работ. При бурении скважин глубиной до 50 м на россыпях с глубиной моря 50 м используются плавучие буровые установки (ПБУ) и амфибийные суда (АБУ) грузоподъемностью до 30 т. [7, 8]. Применяются оригинальные буровые способы и механизмы, имеющие различную связь с ПБУ, АБУ и другими плавсредствами.

На кафедре инженерной геологии и гидрогеологии Белгородского государственного научного исследовательского университета разработаны принципиально новые и перспективные технологические решения, направленные на дальнейшее повышение эффективности разведки и добычи россыпных месторождений (защищенных рядом патентов на изобретения и полезные модели).

Интересные научные и опытно-промышленные результаты в последние годы были получены при сооружении гидродобычных скважин в Белгородской области на крупнейших в мире железорудных месторождениях КМА, на которых сосредоточено порядка 82,2% от прогнозных ресурсов железа России. Ранее в 1988-1993 годах здесь были разведаны ПХО «ЦЕНТРГЕОЛОГИЯ» богатые рыхлые мармитовые руды, которые представляют собой остаточные и переотложенные продукты древнего латеритного выветривания. Содержание Fe в богатых мармитовых рудах составляет до 69% и общие запасы легкообратимых видов оценены в 0.75 млрд. т. [9]. Богатая руда является весьма ценной дефицитной продукцией для комплексного использования в порошковой электрометаллургии, аккумуляторной и лакокрасочной промышленности. Од-



нако они находятся в очень сложных горно-гидрогеологических глубокозалегающих условиях и их добыча возможна, преимущественно, с применением новейших скважинных технологий.

На пути эффективного и экологически сбалансированного недропользования на КМА стоит важная проблема дальнейшего повышения научно-технического уровня разведки, добычи и переработки полезных ископаемых.

В заключении статьи следует отметить, что месторождения благородных металлов, да и других россыпных ценных минералов, находящиеся близко к поверхности в основном уже отработаны. Остались глубоко залеженные погребённые залежи, находящиеся в сложных географических, гидрогеологических и горнотехнических условиях. Для данных условий необходимо применять более эффективные технологии и усовершенствованные комплексы технических средств.

Список литературы

1. Вязальщиков В.П., Парчукин З.Н. Справочник по обработке золотосодержащих руд и россыпей. – М., 1963. – 360 с.
2. Способ роторно-турбинного бурения и устройство для его осуществления / Климентов М.Н., Сергеев С.В., Петин А.Н., Дрямов В.С., Сергеева Л.М. Патент на изобретение № 2280747. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 27 июля 2006 г.
3. Способ скважинной гидродобычи полезных ископаемых и устройство для его осуществления / Климентов М.Н., Петин А.Н., Дрямов В.С., Пономаренко Ю.В., Свергузова С.В., Клименко Н.А., Сергеева Е.М. Патент на изобретение № 2307937. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10 октября 2007 г.
4. Устройство для скважинной гидродобычи полезных ископаемых / Климентов М.Н., Дрямов В.С., Петин А.Н., Сергеева Л.М. Патент № 77640, Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 27.10.2008 г.
5. «Устройство для скважинной гидродобычи полезных ископаемых» / Климентов М.Н., Сергеев С.В., Овчинников А.В., Дрямов В.С., Сергеева Л.М. Патент на полезную модель № 66423, Зарегистрировано. 18.09.2007 г.
6. Способы скважинной гидродобычи полезных ископаемых и устройство для его осуществления / Климентов М.Н., Петин А.Н., Дрямов В.С. и др. Патент № 2307937, рег. 10.10.07 г.
7. Брылин В.И. Бурение скважины специального назначения. – Томск: ТПУ, 2006. – 254 с.
8. Технология бурения разводочных скважин / Калинин А.Г., Волосюк В.Н., Ошкордин О.В., Скрябин Р.М. – М., 2004. – 528 с.
9. Петин А.Н. Минерально-сырьевые ресурсы Курской магнитной аномалии и экологические проблемы их промышленного освоения // Вестник РУДН, сер. Инженерные исследования. – 206. - № 119/2). – С. 124-135.

TO A PROBLEM OF EFFICIENCY INCREASING OF INVESTIGATION AND EXTRACTION OF NOBLE MINERALS (GOLD, SILVER, PLATINUM, DIAMONDS AND OTHERS)

M.N. Klimentov
A.N. Petin

Belgorod State National Research University

Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: Petin@bsu.edu.ru

The paper considers the problem of increasing the efficiency of exploration, testing and development of precious metals in placer deposits of minerals. Proposed to make greater use of methods and devices for hydraulic borehole mining, based on the principles jetting methods of erosion of loose sediments and lift them to the surface.

Key words: precious minerals, gold and platinum, silver, diamonds, hydraulic borehole.

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДРЕНАЖНЫХ СКВАЖИН ПРИ ОСУШЕНИИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ

А.А. Воронин¹
Ю.В. Пономаренко²

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: alevrnin@rambler.ru

² ОАО ВИОГЕМ
Россия, 308007, г. Белгород,
ул. Б. Хмельницкого, 86
E-mail: viogem@mail.belgorod.ru

Рассмотрена эффективность осушения бортов карьера системами горизонтальных дренажных скважин в зависимости от их расположения относительно простирания борта. Проанализирована эффективность осушения прибортового массива горных пород при двух предельных схемах заложения дренажных скважин. Рекомендуется дренажные скважины задавать под углом 50°- 60° к простиранию борта.

Ключевые слова: система осушения, заградительный контур, горизонтальные дренажные скважины, предельные расчётные схемы, расположение скважин под углом.

Россия и большинство других горнодобывающих стран вошли в XXI век с необходимостью освоения глубоких высокообводненных месторождений полезных ископаемых. Отработка таких месторождений практически не осуществима без проведения масштабного комплекса дренажных мероприятий.

В сложных геолого-гидрогеологических условиях при разработке систем осушения открытых горных работ преимущественно применяют двухконтурные дренажные системы, которые включают внешний – заградительный контур и внутренний – для перехвата вод «проскока» на борт карьера.

Заградительный контур состоит из дискретно расположенных водопонижающих скважин располагаемых за внешней границей горных работ. В силу дискретного расположения скважин возникают условия для «проскока» подземных вод в горные выработки, который в реальной обстановке достигает 40-50% от общего притока к руднику.

В наиболее сложных гидрогеологических условиях применяют комбинированный способ осушения, включающий на стадии эксплуатации подземный дренажный комплекс со сквозными фильтрами и восстающими скважинами.

С целью снижения притока подземных вод к бортам карьера до допустимого уровня сооружается внутренний дренажный контур, в большинстве случаев представляющий систему горизонтальных дренажных скважин (ГДС), закладываемых в борт карьера у почвы основного водоносного горизонта.

В работе С.В. Кравчука [1] отмечается, что ГДС могут закладываться перпендикулярно или под некоторым углом к откосу, при этом подчеркивается, что угол заложения скважин к линии простирания откоса не оказывает заметного влияния на их дебит и величину высачивания воды на откосе, поэтому рекомендуется стремиться к заложению скважины нормально к откосу, что обеспечивает максимальную ширину зоны осушения.

В настоящее время последнее утверждение потеряло свою однозначность, поскольку буровые установки отечественного производства позволяют проходить горизонтальные скважины от 100 до 300 метров и обеспечивать необходимую ширину зоны осушения.

С целью изучения влияния угла заложения горизонтальной скважины к линии простирания откоса рассмотрены две предельные схемы заложения скважин (см. рис. 1).

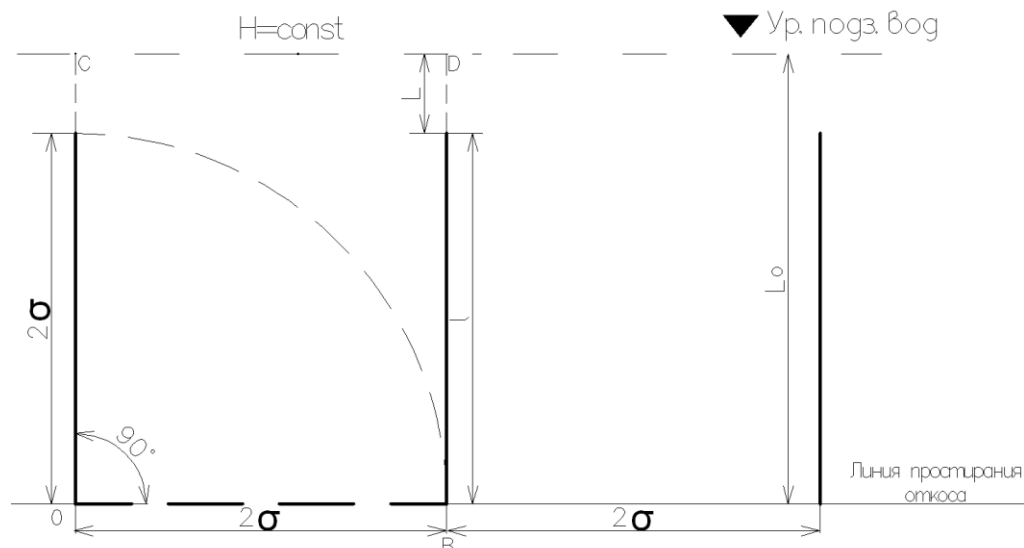


Рис. 1. Предельные схемы заложения горизонтальных дренажных скважин

OC и BD – направления бурения горизонтальных дренажных скважин нормально линии простираения борта карьера; OB – горизонтальная дренажная скважина, совмещенная с линией простираения борта; H – постоянный напор подземных вод на контуре питания; σ – половина расстояния между горизонтальными дренажными скважинами; l – длина горизонтальной скважины; L – расстояние от забоя скважины до контура питания; L_0 – расстояние от основания откоса до контура питания

Одна из них соответствует пласту – полосе теоретически неограниченной протяженности, на одной из границ которой выполняется условие $H=const$, вторая, совпадающая с линией простираения откоса, является водонепроницаемой. Горизонтальные скважины одинаковой длины заложены нормально линии простираения откоса на равном расстоянии между ними (2σ).

Для исследования выделим гидродинамически независимый фрагмент, ограниченный по длине контуром питания и линией простираения откоса; по ширине фрагмент ограничивают линии тока (OC и BD), проходящие через дренажные скважины.

Ширина фрагмента в этом случае равна 2σ и длина – ширине пласта – полосы.

Чтобы несколько упростить расчетную схему длина горизонтальных дренажных скважин принята равной расстоянию между ними – 2σ .

Для проведения вычислений и численного анализа результатов, параметры грунтового потока принимались следующими:

k – коэффициент фильтрации водоносных песков – 30 м/сут;

l – длина горизонтальной скважины – 55 м (принята с учетом длительности ее эксплуатации 2-3 года);

L – расстояние от забоя скважины до контура питания – 200 м;

L_0 – расстояние от основания откоса до контура питания – 255 м;

h_l – глубина потока на линии забоев скважин;

h_1 – допустимая высота участка высачивания – 0.01 м (уровень на устье горизонтальной скважины);

H – глубина потока на контуре питания – 11 м.

Приток к одной взаимодействующей скважине определялся по формуле приведенной в работе [1].

$$Q_c = kC(h_c^2 - h_1^2) \quad (1)$$

$$h_1 = \sqrt{\frac{H + \frac{l}{\sigma} N h_1^2}{\frac{l}{\sigma} M + 1}} \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) значения коэффициентов C , N и M набираются по таблице в зависимости от отношения l/σ [1], в рассматриваемом случае равном 2. Они соответственно равны: $C = 1$; $N = 0.321$ и $M = 1.108$.

Глубина потока грунтовых вод на линии забоев горизонтальных скважин вычисляется по формуле (2) и равна 3.65 м.

Установившийся дебит одной взаимодействующей скважины согласно зависимости (1) составил 400.8 м³/сут. (16.7 м³/ч).

Чтобы перейти ко второй предельной схеме фильтрации горизонтальную скважину необходимо повернуть на 90° вокруг вертикальной оси до совпадения с линией простирания откоса ОВ. Дебит определяется как приток к горизонтальной дрене по известной формуле:

$$Q = 2k\sigma \frac{h_1^2 - h_1^2}{2L} \quad (3)$$

при $h_1 = 0.01$ м, $Q = 200.4$ м³/сут (8.35 м³/ч).

Из выполненных расчетов следует, что максимальные притоки к горизонтальным скважинам соответствуют их нормальному положению к линии простирания откоса, когда их забои расположены наиболее близко к контуру питания и уменьшаются по мере удаления от него.

Итак, при заложении горизонтальных дренажных скважин перпендикулярно к линии простирания откоса, их дебит достигает максимальных значений.

Однако такое расположение скважины имеет и отрицательное значение, что объясняется совпадением направления скважин с линиями тока, и при этом расстояние от контура питания до откоса оказывается кратчайшим.

Учитывая, что фильтрационное сопротивление прибортового массива всегда меньше сопротивления дренажных скважин, это приводит к увеличению притока подземных вод к борту карьера и высоты высачивания.

Чтобы устранить отмеченный недостаток и повысить эффективность дренажного контура целесообразно перейти к заложению ГДС под некоторым углом (50-60) к линии простирания откоса, а чтобы не вызвать снижения их производительности и сохранить неизменным расстояние от забоев до контура питания, потребуется соответственно увеличить их протяженность. При этом устье каждой скважины предлагается смещать от проекции забоя предыдущей скважины (точка В) в сторону её устья (точка А), например на 1/3 расстояния между ними. (см. рис. 2)

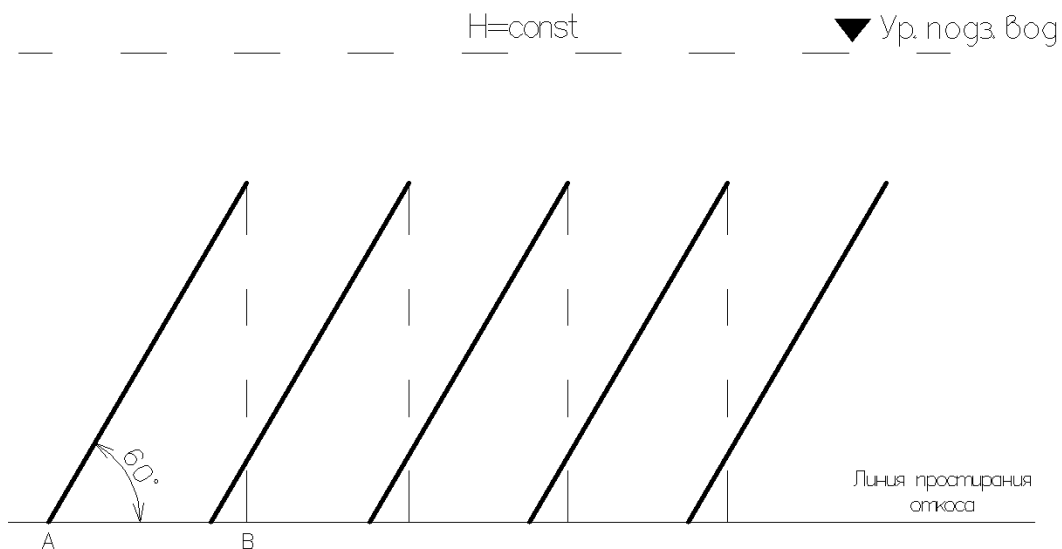


Рис. 2. Схема расположения горизонтальных дренажных скважин под углом к линии простирания откоса



При указанной схеме размещения ГДС создается эшелонированная система защиты от обводнения бортов карьеров. В ней поток грунтовых вод движется от контура питания: в начале встречает первую наклонную скважину, а затем – следующие, которые поглощают оставшуюся часть подземного потока. Кроме того путь фильтрации между скважинами значительно удлиняется, что также ведет к существенному снижению «проскока» подземных вод и величины их высачивания на откосе.

Список литературы

1. Кравчук С.В. Расчет систем горизонтальных дренажных скважин при защите бортов карьеров от подземных вод. – Белгород, ВИОГЕМ, 1969. – 79 с.
2. Альтовский М.Е., Абрамов С.К., Бабушкин В.Д. и др. Справочник гидрогеолога. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 617 с.

EFFICIENCY OF HORIZONTAL DRAINAGE BOREHOLES AT DEWATERING OF FLANKS OF OPEN-CAST MINES

A.A. Voronin¹

U.V. Ponomarenko²

¹Belgorod State National Research University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: alevrnin@rambler.ru

²ОАО ВИОГЕМ
В. Khmel'nitsky St. 86, Belgorod,
308007, Russia
E-mail: viogem@mail.belgorod.ru

Efficiency of drainage of flanks of an open pit by systems of horizontal drainage wells depending on their location relative to a flank extension is considered. Efficiency of rock massif drainage near the flank with two limiting schemes of laying of drainage wells is analyzed. It is recommended to set drainage wells at an angle to the flank extension.

Key words: drainage system, a protecting contour, horizontal drainage boreholes, limiting calculation schemes, wells laying at an angle.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ: ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ

М.В. Светлова

*Мурманский государственный гуманитарный университет
Россия, 183720 г. Мурманск,
ул. Егорова, 15
E-mail: marina-svetlova@bk.ru*

В статье изложен современный взгляд на эколого-географическое положение региона и предложена новая трактовка данного термина с гуманитарно-экологических позиций концепции устойчивого развития. Для характеристики эколого-географического положения региона предложены геоэкологические координаты (индикаторы устойчивости) – показатели комфортности окружающей среды, уровня развития экономики и уровня развития человеческого потенциала. Выделены основные аспекты эколого-географического положения Мурманской области – природно-экологический, экономико-экологический и социально-экологический.

Ключевые слова: эколого-географическое положение, геоэкологические координаты, индикаторы устойчивого развития, экологическая ситуация, экономические мегапроекты.

Введение

Понятие «географическое положение» является ключевым для всей системы географических наук. В основе этого понятия лежит категория «отношение». Через систему отношений данного объекта (ареала) с другими объектами (ареалами) географическое положение предметно выявляет индивидуальные черты и свойства любой территории [1]. Двумя другими главными неотъемлемыми атрибутами географического положения являются потенциальность (возможность реализации) и дистанционность (фактор расстояния между географическими объектами) [2].

Одним из видов географического положения является эколого-географическое положение. В научной литературе представлены следующие определения понятия «эколого-географическое положение»: как положение по отношению к экологически значимым объектам, в частности к странам и регионам, которые определяют экологическую ситуацию, или к странам и регионам, на экологическое состояние которых может влиять данная страна [2]; как положение той или иной территории относительно регионов экологически неблагоприятных ситуаций или даже экологических бедствий, относительно движения воздушных масс и других потоков, несущих массивные объемы загрязнений [1]. По Н.Н. Ключеву, автору фундаментальной работы в этом направлении, эколого-географическое положение – это положение геосистемы на Земле относительно экологически важных свойств пространства [3].

Согласно новому определению, предложенному нами, эколого-географическое положение – это положение географического объекта, сохраняющего здоровую среду жизнедеятельности в рамках концепции устойчивого развития, по отношению к другим географическим объектам. Такой подход отвечает предмету и целям экологической географии, которую А.Г. Исаченко [4] определил как раздел или направление в географической науке, предметом которого является изучение географической среды с экологической (точнее – гуманитарно-экологической) точки зрения и в целях решения экологических проблем человечества.

В качестве примера нами рассмотрено эколого-географическое положение Мурманской области – важнейшего региона стратегического развития Европейского Севера России.

Мурманская область представляет собой геосистему, т.е. согласно определению М.М. Голубчика и др. [1] является относительно целостным территориальным образо-



ванием, которое формируется в тесной взаимосвязи и взаимодействии природы, населения и хозяйства, целостность которых определяется прямыми, обратными и преобразованными связями, развивающимися между подсистемами геосистемы. Геосистема, представляя собой триединое системное целое (природа, экономика, общество), развивается во времени и должна сохранять свою устойчивость в процессе этого развития. Сохранение устойчивости системного целого обуславливается поддержанием устойчивости каждой из подсистем.

В качестве показателей, характеризующих состояние подсистем Мурманской области и её соседей, мы использовали комплекс геоэкологических координат (индикаторов устойчивого развития) [5]:

1) подсистема природы – показатели комфортности окружающей среды, определяемой природными факторами (радиационный баланс, средняя температура самого холодного и самого теплого месяцев, среднее годовое количество осадков, среднегодовая скорость ветра);

2) подсистема экономики – ВРП, объем инвестиций и показатели комфортности окружающей среды, определяемой антропогенными факторами (объем суммарных выбросов в атмосферу, объем суммарных сбросов загрязненных вод, объем твердых отходов производства и потребления);

3) подсистема общества – показатели качества социальной среды, характеризующегося индексом развития человеческого потенциала.

Таким образом, можно выделить основные аспекты эколого-географического положения: природно-экологический, экономико-экологический и социально-экологический.

В функциональном плане границы Мурманского региона несколько шире административно-территориальных границ Мурманской области. Это связано с приморским, островным положением и стратегическими приоритетами развития области. Примером функциональной связи могут служить, например, птичьи базары (птицы имеют гнездовья на берегу, а кормятся морской рыбой). Примером функциональной связи также может служить тот факт, что экономика области связана с морем (развитие рыбных промыслов, морские транспортные грузопотоки и т.д.). С точки зрения определения границ региона применение функционального (по сути, экологического) подхода [6] является наиболее оправданным, т.к. позволяет рассматривать региональную геосистему во всей ее взаимосвязанности и целостности. Также в пользу рассмотрения приморских территорий и акваторий в рамках единого региона говорит следующий факт. Согласно принятым в 2010 году «Стратегии морской деятельности РФ до 2030 года» и «Стратегии социально-экономического развития Мурманской области до 2025 года», разработка арктических приморских территорий и акваторий будет осуществляться как самостоятельный компонент развития приморских субъектов РФ.

Основные аспекты эколого-географического положения области

Мурманская область расположена на крайнем северо-западе России, почти полностью за Полярным кругом. Большая часть территории области расположена на Кольском полуострове. Географически область охватывает также материковую часть Евразии, полуострова Рыбачий и Средний и множество малых островов в Баренцевом и Белом морях (Айновы острова, Семь островов, о. Великий, о. Кильдин и др.). Территория области составляет 144,936 тыс. км².

На западе область граничит с Финляндией и Норвегией, на юге – с Республикой Карелия (Россия), на востоке – с Архангельской областью (по Белому морю). На севере омывается Баренцевым морем, на востоке и юго-востоке – Белым [7, 8].

Природно-экологический аспект. Несмотря на свою принадлежность к районам Крайнего Севера России, климат Мурманской области арктически-умеренный, морской и благодаря влиянию теплого течения Гольфстрим сравнительно с другими северными регионами мягкий. Однако сложный температурный режим (на фоне низких температур (средняя температура самого холодного месяца – минус 13° С, самого теплого – плюс 10-14° С) имеют место резкие перепады температур, неожидан-

ные похолодания летом и потепления зимой); на фоне повышенной влажности – колебания среднемесячной относительной влажности в разные времена года от 61% до 90 %; сложный ветровой режим (среднемесячные показатели скорости ветра от 5 до 10 м/с, зимой скорость ветра превышает 15 м/с, среднегодовое количество дней со штормовым ветром составляет 80–120); наличие Полярного дня и Полярной ночи; циклональный характер погоды (резкая смена давления, сложный его годовой ход); высокая магнитная активность; слабая насыщенность внутренних вод минеральными солями неблагоприятным образом сказываются на здоровье человека.

Особые природно-климатические условия задают специальные требования к качеству социальной и гуманитарной сферы. Климат создает определенные возрастные ограничения по возможности миграции и адаптации людей к длительному пребыванию (жизни и/или работе) в регионе.

По показателям комфортности окружающей среды, определяемой природными факторами, Мурманская область и соседние регионы находятся в сходных условиях (табл. 1). Все расположены на севере Европы и характеризуются более или менее суровым климатом, в той или иной степени являющимся неблагоприятным для здоровья человека. Климат Мурманской области и Норвегии морской и более мягкий, т.к. проявляется влияние теплого течения, а климат юга Архангельской области, Карелии и севера Финляндии более континентальный.

Таблица 1

Сравнительная таблица геоэкологических координат подсистемы природы Мурманской области и российских соседних регионов [4].

| Показатели комфортности окружающей среды, определяемой природными факторами | Мурманская область | Архангельская область (без НАО) | Республика Карелия |
|---|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| Годовой радиационный баланс (ккал/см ²) | 25 | 23 | 30 |
| Средняя температура самого теплого месяца (°С) | +11 | +12 | +15 |
| Средняя температура самого холодного месяца (°С) | -11 | -15 | -14 |
| Среднее годовое количество осадков (мм) | 600 | 400 | 500 |
| Средняя годовая скорость ветра (м/с) | 5-10 | 2-3 | 2-4 |

Особенности климатических условий и молодость природных комплексов (около 10 тысяч лет назад территория еще была покрыта ледником) обуславливают уязвимость наземных и водных экосистем Мурманской области. Для территории характерна низкая биологическая продуктивность вследствие замедления процессов метаболизма и невысокие показатели самоочищения. Однако изменение степени устойчивости ландшафтов области к антропогенным нагрузкам носит зональный характер. Тундровые ландшафты отличаются наибольшей неустойчивостью вследствие низкой теплообеспеченности, слабой интенсивности биогеохимических и микробиологических процессов. Растительный покров в тундре подвержен быстрому нарушению и с трудом восстанавливается [9]. Северотаежные ландшафты несколько более устойчивы к антропогенным нагрузкам, чем тундровые и лесотундровые. В направлении с севера на юг увеличивается величина солнечной радиации, в т.ч. ультрафиолетовой ее части, повышается теплообеспеченность, и, как следствие, повышается активность микроорганизмов и интенсивность геохимических реакций, быстрее происходит самоочищение геосистем и возобновление лесов.

В то же время природные комплексы области выполняют важную экологическую роль в глобальной геосистеме, которая во многом определяется наличием густой озерно-речной сети, обширными болотными пространствами и довольно значительной территорией, покрытой лесами. Эти территории выполняют преимущественно средообразующие функции, непосредственно обеспечивают поддержание экологического баланса, сохранения биоразнообразия и т.д. Природные комплексы выполняют также ресурсоохранную, репродуктивную и эстетико-оздоровительную функции. Ресурсоохранная функция территории сопряжена с депонирующей ролью некоторых природных ландшафтов, среди которых можно выделить особо охраняемые террито-



рии, такие как Лапландский и Кандалакшский заповедники, заповедник «Пасвик»; природные заказники Колвицкий и «Кутса»; комплексные заказники «Сейдозеро» и «Мурманский тундровый». Репродуктивную функцию выполняют лесохозяйственные районы области, например, подведомственные территории Мурманского лесхоза, Мончегорского лесхоза и другие. Эстетико-оздоровительную функцию на территории области выполняют районы особой эстетической привлекательности, например, Хибины, Сейдозеро, водопад на реке Шуйнийоки (Печенгский район, на 5-ом км автодороги Никель – Приречный).

Кроме того, Кольский край обладает уникальными природно-сырьевыми ресурсами. В пресноводных источниках (реки и озера) и омывающих морях сосредоточены значительные запасы биоресурсов. В недрах области открыто более 60 крупных месторождений, наибольшую ценность из которых имеют медно-никелевые, железные, апатито-нефелиновые руды и руды редких металлов. На шельфе Баренцева моря разведаны нефтегазовые ресурсы, среди которых уникальное Штокмановское газоконденсатное месторождение, имеющее стратегическое значение не только в региональном, но и в национальном масштабе.

Экономико-экологический аспект. На базе открытых месторождений полезных ископаемых в области создана многоотраслевая экономика, основу которой составляют отрасли сырьевой направленности: горнодобывающая, горнохимическая, металлургическая, рыбодобывающая и рыбообработывающая. Развитию экономики способствовали также экономико-географические предпосылки: относительная близость к экономическим центрам и промышленно развитым районам России, наличие железной дороги и незамерзающего порта, обеспечивающего круглогодичную навигацию.

Соседние российские регионы также имеют ресурсно-направленную экономику. В Архангельской области наиболее развито судостроение, машиностроение и лесопромышленный комплекс; в Карелии – лесопромышленный комплекс, черная и цветная металлургия.

В настоящее время по показателям уровня развития экономики Мурманская область занимает срединное положение между соседними российскими регионами (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная таблица геоэкологических координат подсистемы экономики Мурманской области и российских соседних регионов [10-18]. (Данные на 2008 г.)

| Показатели уровня развития экономики | Мурманская область | Архангельская об- ласть (без НАО) | Республика Карелия |
|---|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Объем ВРП (млрд. руб. / \$ US) | 213.7 / 8.56 | 286.9 / 11.53 | 215.2 / 8.65 |
| Объем инвестиций (млрд. руб.) | 46.844 | 131.544 | 22.753 |

Одновременно с развитием промышленности Мурманской области увеличился и антропогенный прессинг на окружающую среду. В настоящее время основной вклад в загрязнение окружающей среды области вносят местные предприятия горнодобывающей, металлургической, теплоэнергетической промышленности, жилищно-коммунального хозяйства и транспорта. Однако антропогенные нагрузки на природные системы области распределены неравномерно и носят очаговый характер. Интенсивные нагрузки характерны для промышленных центров, расположенных в западной части области. Основные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу – комбинаты «Печенганикель» (г. Заполярный), «Североникель» (г. Мончегорск) и ОАО «СУАЛ» (г. Кандалакша) [19]. Вокруг крупных эпицентров загрязнения образовались техногенные пустоши (города Никель, Заполярный, Мончегорск, Оленегорск, Кандалакша) [20, 21]. К периферии от эпицентров загрязнения интенсивность нагрузок постепенно ослабевает. Общий характер распределения степени повреждения геосистем определяется преобладающим направлением ветров и распространением факела выброса, а также условиями рельефа [22]. В целом, активная циклоническая деятельность с умеренными и сильными ветрами в значительной степени способствует рас-

сеиванию загрязняющих веществ. В период с преобладанием антициклонального характера погоды (апрель, июнь, июль, ноябрь, декабрь) со слабыми ветрами, штилями, приземными инверсиями, а также при продолжительных ветрах со стороны источников загрязнений, наблюдаются повышенные концентрации загрязняющих примесей. В восточной части области экологическая ситуация остается благоприятной. Здесь имеются районы, практически не затронутые хозяйственной деятельностью человека.

Антропогенные нагрузки на природные системы прибрежных акваторий Баренцева и Белого морей также носят очаговый характер. Наибольшему загрязнению подвержены заливы и губы побережий, на берегах которых расположены города и поселки. Основную массу загрязняющих веществ в Баренцево море выносят реки Патсойоки, Печенга и реки, впадающие в Кольский залив. Открытые районы Баренцева моря остаются чистыми. В Белое море основная масса загрязняющих веществ поступает через Кандалакшский залив и с выносом реки Нивы.

По показателям комфортности окружающей среды, определяемой антропогенными факторами, Мурманская область занимает срединное положение между соседними российскими регионами (табл. 3). Исключение составляет показатель объема отходов производства и потребления. Это объясняется тем, в общем объеме отходов превалирует доля отходов горно-промышленного комплекса. Так, согласно отчетности предприятий Мурманской области, в 2007 году образовалось 202,33 млн. т отходов горнодобывающей промышленности (хвосты обогащения, вскрышные и проходческие породы, металлургические шлаки), что составляет более 99% от образования всех отходов производства и потребления в области.

Таблица 3

Сравнительная таблица геоэкологических координат подсистемы экономики Мурманской области и российских соседних регионов [10-18].

(Данные приведены на начало 2008 г.)

| Показатели комфортности окружающей среды, определяемой антропогенными факторами | Мурманская область | Архангельская область (без НАО) | Республика Карелия |
|---|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| Объем суммарного выброса от стационарных источников в атмосферу (тыс. тонн/год) | 245.3 | 258.1 | 120.0 |
| Объем суммарного сброса загрязненных сточных вод (млн. м ³ /год) | 383.39 | 474.81 | 203.99 |
| Объем твердых отходов производства и потребления (млн. тонн/год) | 202.8 | 22.4 | 106.4 |

Поступление поллютантов на территорию области может происходить как со стороны самой Мурманской области, так и от внешних источников. На загрязнение Мурманской области в различной степени оказывают влияние около 20 стран, Северное и Балтийские моря и Атлантический океан [19]. Это связано с западным переносом воздушных масс. В Баренцево море загрязнения поступают также с морской адвекцией из Европы и Америки. Основную роль в трансграничном загрязнении играют атмосферные выбросы.

Если предыдущий этап развития области был связан с освоением ресурсов континента, то на сегодняшний день предполагается промышленное освоение ресурсов шельфа, а значит, последующий этап сопряжен с принципиально новыми и более масштабными проектами устойчивого развития (мегапроектами) и подразумевает адекватный учет экологических рисков. В настоящее время сформирован пул крупных стратегически значимых проектов, связанных с использованием транзитного и ресурсного потенциала территории области и прилегающего морского пространства [17].

Во-первых, комплексное освоение Штокмановского газоконденсатного месторождения. В рамках мегапроекта запланировано строительство морского добычного комплекса, подводного газопровода до береговой инфраструктуры, установки по подготовке природного газа, портового транспортно-технологического комплекса и завода по производству сжиженного газа в поселке Териберка, также существует возможность строительства газохимического комплекса. Со Штокмановского месторождения будут осуществляться поставки природного газа по магистральному трубопроводу Те-



риберка – Мурманск – Волхов для потребителей Северо-Западного региона России и для экспортных поставок в страны Западной Европы, а также поставки сжиженного природного газа на рынки США и Европы. Прогнозный экономический эффект от реализации этого проекта для Мурманской области будет выражаться в увеличении объема валового регионального продукта (ВРП) на 36.5% (11,1 млрд. руб.) от уровня 2008 года [17].

Во-вторых, комплексное развитие Мурманского транспортного узла. Целью мегапроекта является использование потенциала Мурманского транспортного узла для обслуживания грузопотоков Северного морского пути, Баренцево-Евroatлантического транспортного коридора, а также транспортировки углеводородного сырья, связанной с разработкой и эксплуатацией Штокмановского и Приразломного месторождений. Прогнозный экономический эффект для Мурманской области от реализации этого проекта – увеличение ВРП на 14.7% (32.3 млрд. руб.) [17].

В-третьих, проекты модернизации и строительства новых горно-обогатительных и горно-металлургических комбинатов. Реализация этих инвестиционных проектов направлена на замещение добычи убывающих природных ресурсов на существующих месторождениях, а также на выпуск новой для региона продукции (титановый и ванадиевый шлаки). Прогнозный экономический эффект для Мурманской области – увеличение ВРП на 13.1% (29,0 млрд. руб.) от уровня 2008 года [17].

В целом, облик региональной экономики будут определять горно-металлургический сектор, который перейдет на передовую технологическую платформу, позволяющую снизить нагрузку на экосистемы; добыча океанических биоресурсов, в значительной мере переключившаяся на искусственное разведение рыбы; поиск и добыча углеводородных ресурсов на шельфе арктических морей, осуществляемые с соблюдением жесточайших требований экологической безопасности. Освоение природных ресурсов территории, океана и прилегающего шельфа северных морей предполагает устойчивый характер, т.е. не ведущий к непоправимым экологическим последствиям и не создающий угроз благополучию следующих поколений.

Социально-экологический аспект. Качество человеческой среды является ключевым показателем устойчивого развития. Человек является как объектом, так и субъектом воздействия. Как объект воздействия человек испытывает на себе негативное влияние загрязнений. Как субъект воздействия человек может существенным образом влиять на характер и масштабы своего воздействия на геосистему. Положительное влияние может быть оказано, например, через снижение и регулирование потоков загрязняющих веществ, через внедрение экологически чистых технологий производства, через повышение уровня экологического образования и т.п.

Численность населения Мурманской области на 01.01.2010 г. составила 836374 человек [17]. 99.4 % населения области сосредоточена в промышленно-транспортных центрах, которые представляют собой групповые системы населенных мест – Мурманскую, Печенгскую, Мончегорскую, Хибинскую, Ковдорскую и Южную (район Канда-лакши) [23]. Промышленно-транспортные центры являются местами повышенных антропогенных нагрузок, но, в то же время, они характеризуются более высоким уровнем развития социальной инфраструктуры. В центре восточной части Мурманской области населенных пунктов очень мало. На территории области проживают представители нескольких северных народов, статусом малочисленного народа обладают лишь саами, численность которых составляет менее 2000 человек. Места компактного проживания саами – Ловозерский, Ковдорский и Кольский районы – территории, которые характеризуются удаленностью, труднодоступностью, низким уровнем развития социальной инфраструктуры.

Качество человеческой среды характеризуется индексом развития человеческого потенциала, который представляет собой среднее арифметическое из трех показателей: индекса валового внутреннего (для региона – регионального) продукта на душу населения, индекса ожидаемой продолжительности жизни и индекса уровня образования [23]. Чем ближе величина индекса развития человеческого потенциала к 1, тем выше развитие человеческого потенциала и тем ближе условия жизни в данном регионе к общепринятым критериям благополучия. При широком подходе развитие человеческого потенциала включает вопросы качества жизни, в том числе демографиче-

ского развития, уровня жизни, занятости и безработицы, здоровья, образования, состояния социальной инфраструктуры, экологической устойчивости и др.

По показателям качества социальной среды имеются некоторые различия между Мурманской областью и соседними российскими регионами и резкие различия между российскими и западными соседями (табл. 4 и 5).

Таблица 4

Геоэкологические координаты подсистемы общества Мурманской области и соседних российских регионов [10-18]. (Данные на 2008 г.)

| Показатели качества социальной среды | Мурманская область | Архангельская область (без НАО) | Республика Карелия |
|--|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| Ожидаемая продолжительность жизни (лет) | 66.7 | 66.9 | 65.5 |
| ВРП на душу населения (\$ US) | 13157 | 14368 | 11322 |
| Уровень образования | 0.881 | 0.895 | 0.887 |
| Индекс развития человеческого потенциала | 0.797 | 0.808 | 0.784 |

Для сравнения приведены некоторые показатели качества социальной среды для западных зарубежных соседей Мурманской области.

Таблица 5

Показатели качества социальной среды Финляндии и Норвегии [11]. (Данные на 2008 г.)

| Показатели качества социальной среды | Финляндия | Норвегия |
|--|-----------|----------|
| Ожидаемая продолжительность жизни (лет) | 80.1 | 80.0 |
| ВВП на душу населения (\$ US) | 38400 | 57500 |
| Индекс развития человеческого потенциала | 0.871 | 0.938 |

Качество жизни в российских регионах значительно ниже по сравнению с Финляндией, и особенно Норвегией, которые являются экономически и социально более развитыми странами. Норвегия на сегодняшний день занимает лидирующее положение среди других стран мира по уровню жизни населения.

Заключение. Как Мурманская область, так и соседние российские регионы – Архангельская область и Республика Карелия, имеют выгодное географическое положение и обладают значительным человеческим, природно-ресурсным и экономическим потенциалом для развития. Но Мурманскую область отличает близость к экономически и социально развитым странам Европы, возможность круглогодичной навигации с выходами на мировые торговые пути и наличие конкурентоспособной продукции, т.е. выгодное приграничное положение [24]. Это, в свою очередь, обуславливает динамичное развитие международных связей региона в самых различных сферах: в природопользовании и охране окружающей среды, в экономике и социальной политике. В условиях глобализации открытость региона для сотрудничества и многочисленные международные связи способствуют формированию ориентации приморской Мурманской области с её обширными стратегическими интересами в Европейской Арктике на международные стандарты в области устойчивого развития. Рост человеческого потенциала и качества жизни населения на основе устойчивого социального, экономически и экологически сбалансированного развития обеспечит статус Мурманской области как форпоста России на Европейском Севере и в Арктике.

Список литературы

1. Голубчик М.М., Евдокимов С.П., Максимов Г.Н., Носонов А.М. Теория и методология географической науки. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 463 с.
2. Мироненко Н.С. Страноведение: Теория и методы. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 268 с.
3. Клюев Н.Н. Эколого-географическое положение России и ее регионов. – М.: ИГРАН, 1996. – 161 с.
4. Исаченко А.Г. Экологическая география северо-запада России. Часть 1. – СПб.: Изд-во РГО, 1995. – 206 с.
5. Чистобаев А.И. Управление регионом на основе индикаторов устойчивого развития. // Труды XII съезда РГО. Том 1. – С-Пб., 2005. – С. 42.



6. Мовчан В.Н. О региональной геоэкологии как науке // Теория и практика эколого-географических исследований (Итоги научной работы Учебно-научного центра географии и геоэкологии в 2004 году) / Под ред. В.В. Дмитриева, А.И. Чистобаева, Т.А. Алиева, И.О. Шилова. – СПб.: ТИН, 2005. – С.42–49.
7. Атлас Мурманской области. – М.: ГУГК при СМ СССР, НИГЭИ ЛГУ им. Жданова, 1971. – 33 с.
8. Киселев А.А., Шевченко А.В. Мурманская область: география и история освоения. – Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 1995. – 214 с.
9. Проблемы эколого-географической оценки состояния природной среды. Коллектив авторов. – С-Пб.: Изд-во РГО, 1994. – 109 с.
10. Архангельскстат. <http://arhangelskstat.ru/default.aspx>
11. Доклад о развитии человека 2010 года. Реальное богатство народов: пути к развитию человека. <http://www.un.org/ru/development/hdr/2010/>
12. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации 2010. Цели развития тысячелетия в России: взгляд в будущее. http://www.undp.ru/nhdr2010/National_Human_Development_Report_in_the_RF_2010_RUS.pdf
13. Карелия официальная. Официальный портал органов государственной власти республики Карелия. <http://www.gov.karelia.ru/>
14. Карелиястат. <http://krl.gks.ru/default.aspx>
15. Мурманскстат. <http://murmanskstat.gks.ru/moinfigures/default.aspx>
16. Стратегия социально-экономического развития Архангельской области до 2030 года. <http://www.dvinaland.ru/economy/strategy/>
17. Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2025 года. http://economics.gov-murman.ru/ekonomika_oblast/
18. Стратегия социально-экономического развития Республики Карелия до 2020 года. <http://gov.karelia.ru/Legislation/lawbase.html?lid=2216>
19. Годовые отчеты и доклады о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области (1998 – 2009г.г.). – Мурманск: Мурманское кн. изд-во.
20. География Мурманской области. / Под ред. В.В. Крючкова. – Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 1993. – 160 с.
21. Гоппен Т.С. Геоэкологическая оценка минерально-сырьевых ресурсов Мурманской области. Автореф. дис. на соиск. степ. к.г.н. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. – 23 с.
22. Экологический атлас Мурманской области. – М. – Апатиты: ИППЭС КНЦ РАН, МГУ им. Ломоносова, ГК по охране окружающей среды Мурманской обл., 1999. – 48 с.
23. Мурманская область в XXI веке: тенденции, факторы и проблемы социально-экономического развития. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2009. – 192 с.
24. Чистобаев А.И., Захарова Т.П. Приграничное положение территории как фактор региональной политики. // Теория и практика эколого-географических исследований (Итоги научной работы Учебно-научного центра географии и геоэкологии в 2004 году). / Под ред. В.В. Дмитриева, А.И. Чистобаева, Т.А. Алиева, И.О. Шилова. – СПб.: ТИН, 2005. – С. 412–419.

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL POSITION OF THE MURMANSK REGION: THE MAIN ASPECTS

M.V. Svetlova

*Murmansk State Humanities
University*

*Egorova St., 15, Murmansk,
183720, Russia*

E-mail: marina-svetlova@bk.ru

The article is devoted to the modern view of ecological and geographical position of the Murmansk Region. A new interpretation of this position is given in terms of conception of a sustainable development. Geo-environmental coordinates (indicators of sustainability) – indicators of comfort of the environment, level of economic development and level of human development – are given as characteristics of ecological and geographical position of the region. Among the main aspects of ecological and geographical position of the Murmansk Region are: natural and environmental, economic and environmental, social and environmental aspects.

Key words: environmental position, geo-environmental coordinates, sustainable development indicators, ecological situation, economic megaprojects.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ РЕКРЕАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНО-ЛАНДШАФТНОГО ПОТЕНЦИАЛА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Е. Комарова

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

*Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

E-mail: komarova@bsu.edu.ru

Проведен анализ состояния и дифференциальная рекреационная оценка природно-ландшафтного потенциала Белгородской области. Оцениванию подвергались следующие компоненты ландшафта: рельеф, климат, водоемы, гидроминеральные ресурсы, растительность, ООПТ с учетом их функциональной пригодности, степени комфортности и эстетических качеств. В результате исследования установлено, что Белгородская область обладает высоким ландшафтно-рекреационным потенциалом. Климат региона является относительно благоприятным для рекреационной деятельности и характеризуется как умеренно комфортный. Литогенная основа Белгородской области способствует организации спортивных и лечебных рекреационных занятий круглый год. Сельскохозяйственные, лесные и водные антропогенные, селитебные и рекреационные ландшафты являются примером рекреационного освоения территории. Реки Белгородской области активно используются для развития водного туризма. Исследуемый регион обладает большими запасами минеральных вод, которые представляют собой ценный бальнеологический ресурс. Состав местной флоры и фауны вызывает огромный научный и познавательный интерес, представляет собой ресурсную базу для экологического туризма.

Ключевые слова: туризм, рекреация, рекреационные ресурсы, природно-ландшафтный потенциал, туристско-рекреационный потенциал, рекреационная оценка.

Природные ресурсы служат одним из ведущих факторов, предопределяющих рекреационное использование территории.

Под природными туристско-рекреационными ресурсами понимаются территориальные сочетания природных компонентов с их функциональной, временной и территориальной комфортностью для туристско-рекреационной деятельности.

Туризм и рекреация имеют ярко выраженную ориентацию на использование природных ресурсов, причем в туристско-рекреационную деятельность включаются не отдельные компоненты природы, а весь природный комплекс (ландшафт) в целом. Разнообразие видов и форм рекреационной деятельности и требований различных видов туризма к природным условиям местности подчеркивает необходимость применения ландшафтно-экологического подхода в рекреационно-географических исследованиях. В рамках данного исследования проведен анализ состояния и дифференциальная рекреационная оценка каждого из компонентов ландшафта.

1. Климатические рекреационные ресурсы

Основополагающим фактором, определяющим уровень комфортности среды для развития туризма в регионе, является климат, так как климатические факторы воздействуют на все процессы жизнедеятельности человека. Климатические рекреационные ресурсы способствуют или лимитируют освоение территории в рекреационных целях. Воздействие климатических условий на организм человека называется биоклиматом. В соответствии с этим биоклиматические параметры отличаются от обычных метеорологических характеристик, так как представляют собой комплексное воздействие метеорологических характеристик воздушных масс на организм человека: температуры, скорости ветра, влажности, давления. Следовательно, при характеристике различных



местностей очень важна единая система биоклиматических параметров, дающая возможность сравнивать биоклиматические условия разных регионов.

Для единой системы оценки биоклиматического потенциала территории так же, как и для оценки ландшафтно-рекреационных условий, применяется системный метод оценки, разработанный в комплексной географии. Оценка производится как по факторно, так и интегрально по уровню медико-климатического воздействия биоклимата на организм человека. В последние годы применяется оценка биоклимата, разработанная в Центральном институте курортологии (ныне Центр медицинской реабилитации и физиотерапии) в 1988 году И.Ф. Бутевой. Согласно этой методике все биоклиматические параметры оцениваются по степени благоприятности их воздействия на организм человека. При этом неблагоприятные факторы, оказывающие повышенную нагрузку на адаптационные системы организма человека, называют раздражающими. Метеорологические условия, приводящие к менее выраженному напряжению приспособительных механизмов в организме человека, называют тренирующими. Щадящие климатические условия благоприятны для всех без исключения людей, в том числе и для ослабленных больных, находящихся на лечебном отдыхе в санатории или на курорте [1].

Климатические особенности территории Белгородской области достаточно хорошо освещены в работах А.Т. Чуйкова, в «Агроклиматическом справочнике по Белгородской области» и «Агроклиматических ресурсах Белгородской области», Г.Н. Григорьевым, В.Ф. Лисецким, А.Н. Петиним в «География Белгородской области» [2].

На формирование климата Белгородской области особое влияние оказывают: приход солнечной радиации, циркуляция воздушных масс, удаленность территории от морей и океанов и характер рельефа территории. Для туризма особое значение имеют световой и ультрафиолетовые режимы. Географическое положение области обуславливает поступление солнечной радиации, величина которой составляет 4000 МЖж/м. Следовательно, биоклиматическое воздействие на отдыхающих на территории Белгородской области по этому параметру можно отнести к тренирующему воздействию. Инсоляционный режим определяется продолжительностью солнечного сияния, т.е. светлого времени, в течение которого возможно проведение различных рекреационных занятий. В таблице 1 приведены критерии инсоляционного режима.

Таблица 1

Инсоляционный (световой) режим (по С.А.Севастьяновой)

| Параметр | Воздействие | | |
|---|--------------|----------------------|-----------|
| | Раздражающее | Тренирующее | Щадящее |
| Количество часов солнечного сияния в году | <1700 | 1700–2000 и >2300 | 2000–2300 |
| Количество часов солнечного сияния в июле | <280 | 280–300 и >340 | 300–340 |
| Количество дней без солнца в году | >140 | 100–140 и >60 | 60–100 |
| Количество дней без солнца в июле | >3 | 2–3 | 1–2 |
| Количество дней без солнца в январе | >25 | 20–25 и <10 | 10–20 |

В изучаемом районе недостаточность ультрафиолетового излучения наблюдается с середины декабря до середины января и составляет всего лишь один месяц, следовательно, для оцениваемой территории характерен оптимальный УФ-режим. Поэтому для лечения и профилактики заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем следует применять процедуры, связанные с воздушными и солнечными ваннами.

Вследствие большой удаленности от морей и океанов климат области характеризуется значительной континентальностью: жарким летом и сравнительно холодной зимой. Зимой преобладают восточные ветры, приносящие континентальный воздух умеренных широт. Летом на территории области преобладает континентальный воздух умеренных широт, поступающий с западными и северо-западными ветрами. Реже с юга и юго-востока поступает континентальный тропический воздух. В это время ус-

танавливается жаркая сухая погода. Перепады давления летом меньше, чем зимой, поэтому наблюдаются слабые скорости ветра. В весенние месяцы господствуют ветры восточного происхождения, а осенью – западного. Весной весьма вероятны вторжения арктического воздуха с севера и тропического с юга из-за усиления температурных различий в меридиональном направлении. С тропическим воздухом связаны суховеи, имеющие достаточно частую повторяемость на территории Белгородской области. Поздней весной и ранней осенью опасны вторжения арктического воздуха, приносящие сильные ветры. Радиационный и циркуляционный фактор совместно способствуют формированию температурного режима и режима увлажнения.

Термический режим характеризуется продолжительностью периодов: безморозного, благоприятного для летней рекреации, благоприятного для зимней рекреации, купального периода, а также теплоощущениями человека. Среднегодовая температура воздуха на территории области колеблется в пределах от +5.9 С на севере, до +7.1 С на юго-востоке. По режиму температур Белгородскую область можно отнести к территориям с теплым летом и умеренно холодной зимой. Продолжительность периода с температурами выше +10 С составляет 150-158 дней, с температурами +15 С – 80 дней. Самый тёплый месяц – июль. Средняя температура в июле колеблется от +16.4 С на севере до +24.3 С на юго-востоке. В среднем продолжительность летнего периода в северных районах области составляет 102 дня, на юго-востоке – 118. Благоприятный период для летней рекреации в Белгородской области составляет 80 дней, в этот период можно заниматься всеми видами летнего отдыха. Климатические условия в летнее время года способствуют активизации рекреации и позволяют совершать больше экскурсий, прогулок, способствуют оздоровлению организма и благоприятному восприятию рекреационных объектов.

В зимнее время года самым холодным месяцем является январь, когда средняя температура колеблется от –9.2 С на севере, до –8.5 С – в центральных районах и – 8,1 С на юго-востоке. С декабря по март, среднемесячные значения температуры воздуха на всей территории – отрицательные, в ноябре и конце марта, наблюдается переход температуры через 0 С. Безморозный период продолжается в среднем 210 дней на севере, до 240 дней в юго-восточных районах. Таким образом, по медико-климатическим характеристикам термический режим исследуемого региона можно назвать щадящим. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет около 120 дней, а в южных и юго-восточных районах – 100 дней. Высота снежного покрова наибольших значений достигает в конце февраля и изменяется от 17-25 см однако в отдельные годы высота снежного покрова колеблется в больших пределах [2].

Для оценки благоприятности климатических условий для организации зимних рекреационных занятий нами использовалась карта биоклиматического районирования территории нашей страны по степени дискомфорта холодного сезона, предложенная В.Н. Адаменко и К.Ш. Хайруллиным. Согласно этой карте вся территория бывшего СССР по суровости зимы делится на 5 районов: от первого – с самой мягкой зимой, до пятого – с самыми тяжелыми для человека условиями. Районы подразделяются на подрайоны в зависимости от влияния частоты повторяемости сильных ветров и суровой погоды. Белгородская область расположена в пределах 1 района и 3 подрайона, т.е. одного из самых благоприятных для организации зимних видов отдыха. Характер снежного покрова предопределяет возможность организации зимних туристско-рекреационных занятий, в частности катание на лыжах и санках. Для этого необходимо прокладывать спортивные накатанные лыжные трассы, разбивать их на участки, оборудовать снежные горки.

Важной характеристикой климата являются атмосферные осадки. В летний период имеет значение не количество самих осадков, а повторяемость дождливых погод, которые препятствуют туристским занятиям. Белгородская область характеризуется неравномерностью выпадения осадков в течение года. Так, за период с апреля по октябрь на всей территории области выпадает 65% годового количества осадков. Наибольшее количество осадков (540–550 мм) выпадает в западных, северо-западных и северных районах области, так как они находятся в зоне наибольшего воздействия ат-



лантических воздушных масс, этому также способствует возвышенный характер рельефа. Меньше всего осадков (536 мм) выпадает на юго-востоке области.

Таким образом, по медико-климатическим характеристикам, режим влажности и осадков в регионе следует отнести к тренирующему воздействию, хотя тенденция последних лет – частые оттепели в зимний и дождливая погода в летний период – несколько снижает рекреационную ценность территории. Умеренно континентальный климат Белгородской области не вызывает значительных адаптационных нагрузок на организм человека. Метеорологические условия нашей местности благоприятны для отдыхающих, не страдающих тяжелыми заболеваниями [3].

В целом, климат Белгородской области является относительно благоприятным для рекреационной деятельности и характеризуется как умеренно комфортный. Практически все сезоны пригодны для тех или иных видов отдыха и туризма. Периоды субкомфортных и комфортных погод продолжаются до 8-10 месяцев в году; дискомфортная погода длится 3-4 месяца, незначительно ограничивая туристско-рекреационные возможности региона.

2. Ландшафтно-геоморфологические ресурсы

Большинство ученых считают, что морфолитогенная основа является ведущим компонентом ландшафта. При оценивании туристско-рекреационных ресурсов морфолитогенная основа (рельеф и слагающие его горные породы) также остается главным фактором, влияющим на развитие туризма, рекреационных занятий и эстетику ландшафта. Рельеф наряду с другими природными компонентами, определяет возможности туристско-рекреационного освоения региона, повышает или ограничивает разнообразие возможных туристско-рекреационных занятий.

Белгородская область занимает часть южного склона Среднерусской возвышенности, в бассейнах рек Днепра и Дона. Ее поверхность представляет собой возвышенную равнину с пологоволнистыми водораздельными пространствами, высотой более 200 метров, расчлененными долинно-балочной и овражной сетью. Самая высокая точка области – 276.4 м находится на севере, в районе поселков Ольховатка и Истобное Губкинского района, а самая низкая – 85 м в долине р. Оскол южнее г. Валуйки. От центрального водораздела отходят междуречные плато – плоские пологоволнистые возвышенности, с абсолютными высотами более 230 метров. В целом вся территория области имеет общий уклон поверхности в южном и юго-западном направлении. Для Белгородской области характерна густая сеть речных долин, сформировавшихся еще в доледниковый период. Речные долины, ассиметричные, в основном широкие, хорошо разработанные и глубоко врезанные в коренные породы, а их склоны осложнены серией пойменных и надпойменных террас. Абсолютные отметки в долинах основных рек составляют 200-220 м, достигая минимального значения (85 м) в долине р. Оскол у г. Валуйки. Среди современных экзогенных процессов рельефообразующих процессов на территории области распространены: эрозия, оползневые процессы, заболачивание, карст и техногенные процессы. Ареалы, с величиной вертикального расчленения 40–60м, расположены в западной и северо-западной частях Белгородской области. Большую часть территории занимают ареалы со средним и значительным расчленением (60-80 и 80-100 м). Небольшие площади, в виде отдельных пятен, представлены участками с сильным расчленением (100-120 м). Данная степень вертикального расчленения позволяет проложить легкие пешеходные маршруты 1 категории сложности. Величины показателей вертикального расчленения, их распределение по территории области представлены в таблице 2 [4].

Литогенная основа Белгородской области способствует организации спортивных и лечебных пешеходных путешествий, велосипедных и конных прогулок практически круглый год. В зимний период актуальны походы на лыжах. Антропогенные формы рельефа также можно использовать для спортивного туризма – пешеходного, лыжного, санного и автотриала.

Таблица 2

Распределение площадей с разной величиной вертикального расчленения по территории Белгородской области, %

| Зоны | Соотношение площадей с разной величиной вертикального расчленения, % | | | | |
|-------------|--|-------|-------|--------|-----------|
| | 20–40 | 40–60 | 60–80 | 80–100 | Более 100 |
| Западная | 1.4 | 47.6 | 49.2 | 1.6 | 0.2 |
| Центральная | - | 10.1 | 67.2 | 21.4 | 1.3 |
| Восточная | 0.2 | 19.8 | 4.8 | 70.5 | 4.7 |

В соответствии со шкалой рекреационной оценки рельефа территории, приведенной в работе «Рекреационное использование территории и охрана лесов» под редакцией В.Б. Нефедовой и Е.Д. Смирновой, рельеф области можно отнести к категории «наилучший» для организации стационарного отдыха [5]. Шкала рекреационной оценки рельефа территории представлена в таблице 3.

Таблица 3

Шкала рекреационной оценки рельефа территории

| Категория рельефа | Характеристика рельефа |
|--------------------|---|
| Наилучший | Горный, предгорный; пересеченный: холмисто-грядовый, увалисто-холмистый и эрозионно- расчлененный |
| Хороший | Увалистый, ступенчатый пересеченный, эрозионно-расчлененный |
| Удовлетворительный | Волнистый, слабо пересеченный |
| Плохой | Плоско-волнистый |
| Весьма плохой | Плоский и горный (труднодоступные поверхности) |

Роль литогенной основы в туристско-рекреационном освоении территории Белгородской области может быть представлена следующими аспектами. Рельеф и слагающие его горные породы очень часто являются источниками природных достопримечательностей, которые в туристском бизнесе используются как «объекты экскурсионного показа». Примером могут служить распространенные на территории области куполообразные меловые бугры с растительностью, дошедшей до нас от третичного периода: Бекарюковский бор в Шебекинском районе и урочище «Стенки-Изгорья» в Новооскольском районе. Такие боры представляют не только познавательную ценность, но и научную. В настоящий период по территории области к ним разработаны туристские пешеходные маршруты различной протяженности и различной тематической направленности.

Рельеф – это фактор, который играет определенную лечебно-оздоровительную роль в рекреационном использовании территорий. Основная оздоровительная функция рельефа – использование его для прокладывания трасс терренкура. К сожалению, сложных трасс в Белгородской области нет. Также рельеф определяет главные физиономические черты природного комплекса и формирует внешний облик территории. Обилие эрозионно-аккумулятивных форм рельефа (особенно в междуречье рек Убля – Котел, Псел, Пселец) придает территории Белгородской области уникальный внешний облик. Красота ландшафта благоприятно влияет на психологическое состояние человека. Нахождение Белгородской области на стыке двух природных зон, в лесостепной зоне, используется для ландшафтотерапии.

Рельеф в экологическом туризме выступает как мощный технологический фактор. В Белгородской области горные породы нигде не препятствуют установке туристских лагерей и почти не влияют на проходимость территории. К тому же не требуется значительных материальных затрат при строительстве рекреационных объектов, обустройстве зон отдыха, прокладке коммуникаций и других инженерных сооружений. Нельзя также забывать о возможности использования антропогенных форм рельефа (карьеров, отвалов) для различных видов спортивного туризма. Это особенно выражено в северо-восточных районах области, в частности в Губкинском, Старооскольском районах, где ведутся карьерные разработки железных руд. Геологические памятники



природы, а также обилие меловых карьеров могут использоваться в качестве ресурсов познавательного и научно-учебного туризма, а также как прекрасные экскурсионные объекты. Примером может служить смотровая площадка карьера Стойленского ГОКа. Определенную культурно-историческую ценность имеют беллигеративные формы рельефа: остатки Белгородской засечной черты XVII века, воронки от взрывов боеприпасов, остатки военных укреплений, окопы и т.д. – память о боях в годы Великой Отечественной войны. Эти специфические формы рельефа также могут стать частью культурно-познавательных туров.

Таким образом, ландшафт, как один из ведущих факторов обособления и развития геокмплексов, принимает довольно значительное участие в формировании среды обитания человека и во многом определяет ее качество. Сельскохозяйственные, лесные и водные антропогенные, селитебные и рекреационные ландшафты, является примером культурного ландшафта и рекреационного освоения территории Белгородской области, которая обладает высоким ландшафтно-рекреационным потенциалом.

3. Водные и гидроминеральные ресурсы

Водный компонент природного комплекса: реки, озёра, болота, водохранилища, пруды и подземные воды составляют важную часть природных ресурсов Белгородской области. В туристско-рекреационной деятельности они предоставляют большие возможности: плавание, походы на байдарках, рыбная ловля, многих людей привлекает просто отдых у воды с эстетической точки зрения.

Поверхностные воды района исследования представлены реками, озерами и прудами. Белгородская область имеет сравнительно густую и разветвленную речную сеть. Это край бесчисленных мелких рек и речушек, входящих в бассейн рек Днепра и Дона. Общая протяжённость речной сети составляет около 5000 км. По территории протекает 480 рек и ручьёв. Протяженность более 100 км имеет четыре реки: Оскол – 205 км, Северский донец – 100.5 км, Ворскла – 114 км, Тихая Сосна – 108 км. Речная сеть лучше всего развита в западных районах области (0.2 км/км²), восточнее реки Оскол отмечается снижение до 0.15-0.10 км/км².

Все реки Белгородской области, кроме реки Оскол и его левого притока Убли, берут свое начало на ее территории и имеют в основном субмеридиональное и меридиональное направление, за исключением левых и правых притоков реки Оскол (Осколец, Орлик, Халань, Холок, Казинка. Котел), а также рек Заосколья (Потудань, Тихая Сосна, Черная Калитва). Территорию области дренируют 575 постоянных водотоков различной длины общей протяженностью 3923 км, 247 из них длиной 3 км. Реки имеют широкие, хорошо разработанные долины с поймами, отличаются малыми уклонами. У большинства рек правобережные склоны долин высокие, крутые и обрывистые, изрезанные густой сетью балок и оврагов, что осложняет их рекреационное освоение. Более удобными для организации пляжей являются преимущественно пологие песчаные или глинистые левобережья. В большинстве своем реки образуют многочисленные крутые излуцины, старицы и острова [6].

Все реки нашей области относятся к типично равнинным, имеют медленное и спокойное течение. На этих водоемах предпочтительно развивать семейный водный туризм. Для любителей спортивного туризма на реках области возможна организация сплавов на лодках, плотах и байдарках. Ложе рек преимущественно илисто-глинистое или песчаное, местами меловое или торфянистое. Повсеместно наблюдается прибрежная, а на отдельных участках – и донная водная растительность. Характер дна и берега относительно благоприятны для организации пляжно-купального отдыха. Скорость течения большинства рек Белгородской области в среднем 0.3-0.5 м/с, что располагает к купанию детей и отдыхающих, которые не умеют плавать. Продолжительность купального сезона – с середины июня и до конца августа. С середины первого летнего месяца происходит постоянный прогрев речных вод, а в июле и августе температура воды держится в пределах 20-25°C.

Реки области активно используются для водного туризма. В настоящее время разработан ряд туристских водных маршрутов по территории Белгородской области.

Самый протяжённый из них – это маршрут по реке Оскол. Он интересен тем, что проходит рядом с одним из участков заповедника «Белогорья» – «Стенки-Изгорья». Другим интересным маршрутом является маршрут по реке Тихая Сосна, который имеет меньшую протяженность. Большие перспективы имеет развитие водного туризма на реке Северский Донец. Ее протяженность составляет 1053 км, протяженность по территории Белгородской области – 110 км, ширина – в верхнем течении достигает 20 м.

Река Северский Донец имеет спокойное течение, долина реки отличается богатством флоры и фауны, а наличие по ее берегам природных образований, археологических объектов, памятников истории способствует развитию водного туризма и разработке водных маршрутов. По ней можно сплавляться на легком моторном судне, шлюпке или на байдарке, т.к. на реке много перекатов, быстрин, небольших порошков и завалов. Сильная извилистость русла реки Северский Донец способствует усложнению маршрута. Для реки характерны туристские маршруты 1 категории сложности. Река Северский Донец южнее г. Белгорода переходит в Белгородское водохранилище, акватория которого широко используется жителями области для водно-прогулочного и водно-спортивного видов отдыха. В долине реки и водохранилища произрастают соновые леса, луга и нагорная дубрава. Пойма реки покрыта заливными лугами. По берегам реки много живописных и удобных мест для отдыха.

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что Белгородская область относится к малообеспеченным водным регионам России, поверхностные водные ресурсы широко используются в туристской деятельности. Рекреационная комфортность речных бассейнов региона исследования характеризуется как удовлетворительная и зависит как от естественных природных, так и от антропогенных факторов.

Общая площадь озер не превышает 1% от общей площади области, что связано со значительной эрозионной расчлененностью территории. Естественные озера Белгородской области, преимущественно пойменного типа, приурочены к долинам рек и крайне редко встречаются на междуречьях, их площадь редко превышает 3-5 га. В долинах Ворсклы, Северского Донца, Тихой Сосны, Оскола и др. рек насчитывается несколько сотен преимущественно малых пойменных озер- стариц. Наиболее привлекательно в рекреационных целях оз. Долгое, которое находится в пойме реки Оскол, севернее Нового Оскола, длина его достигает 1700 м. Небольшие пойменные озера из-за своей маловодности не имеют большого хозяйственного значения, а летом иногда высыхают. Температура воды в озерах незначительно ниже таковой в реках, поэтому по длительности купальные сезоны на них совпадают.

Для пляжно-купального отдыха активно используются не только естественные, но и искусственные акватории: пруды, водохранилища.

Прудов на территории Белгородской области насчитывается свыше 1100. По площади пруды области невелики, чаще всего имеют задернованные пляжи, что несколько ограничивает возможность разнообразить туристско-рекреационные занятия, особенно спортивные. Продолжительность купального сезона на них короче. Несмотря на то, что искусственные водоемы практически не обустроены для туристско-рекреационной деятельности, в летние месяцы они служат главным местом массового отдыха жителей прилегающих населенных пунктов. Использование прудов в рекреационных целях представляет большой интерес, в силу следующих причин: водоемы повышают рекреационную ценность и емкость региона бедного естественными водоемами; небольшие водохранилища рекреационного назначения могут создаваться в наиболее удобных для отдыха местах; водоемы могут быть созданы с учетом конкретных требований рекреационной деятельности; они служат неотъемлемой частью хозяйственного комплекса, улучшают местность климатически и эстетически.

Для целей спортивного туризма и рекреации в большей степени применимы крупные водоемы: Старооскольское водохранилище на реке Осколе объемом 95 м³ и Белгородское на реке Северский Донец объемом 76 млн м³. В настоящее время их используют для организации и проведения различных видов отдыха: катания на катерах, гидроциклах, моторных лодках, водных лыжах и пляжного отдыха. По берегам водохранилищ развивается как длительный, так и кратковременный отдых. Первый



связан с развитием санаториев, домов и баз отдыха, детских лагерей и т.д., второй с кратковременными выездами на природу. В пределах Белгородского водохранилища сформировано несколько зон отдыха, в основном находящихся в пределах 1-1.5 часовой доступности от города Белгорода. По нашим данным, площадь береговой зоны, которая может быть использована для рекреационных целей, составляет около 35 км. В основном эти рекреационные зоны расположены вдоль низменного аккумулятивно-го левого берега, покрытого сосновым лесом, а также, фрагментарно рекреационные участки могут быть выделены и вдоль правого берега. Неудовлетворительное экологическое состояние водохранилищ ограничивает их использование. Одними из главных проблем рекреационного использования водохранилища являются: загрязнение акватории водоема сточными водами, захламливание прилегающей к водоему территории, отсутствие правильного подхода к размещению лагерей и баз отдыха, интенсивная переработка берегов. Решение всех вышеперечисленных проблем позволит сделать акваторию водоемов доступной для организации не только летних, но и зимних туристско-рекреационных занятий: зимнего рыболовства, купания, катания на коньках и др. Любые водные объекты повышают рекреационную привлекательность ландшафтов и являются ядрами притяжения отдыхающих.

Подземные водные ресурсы Белгородской области состоят из вод, формирующихся на ее территории и проходящих через нее с транзитным потоком с Курской области на территорию Украины. Естественные ресурсы, гидрогеологический режим, условия формирования и распространения подземных вод в Белгородской области достаточно хорошо освещены в научных трудах «Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии» [7].

Территория Белгородской области находится в пределах Донецко-Днепровского артезианского бассейна. Подземные воды залегают на разных глубинах несколькими горизонтами. Забор воды осуществляется буровыми скважинами, колодцами и групповыми водозаборами. По данным Комитета природных ресурсов по Белгородской области, общие прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод на территории области оценены примерно в 2200 тыс. м³/сут. Фактически на территории области разведано 59 месторождений пресных подземных вод с общими эксплуатационными запасами около 1428 тыс. м³/сут. Из этих месторождений эксплуатируется в настоящее время только 27. Обеспеченность населения области на одного человека прогнозными ресурсами составляет 3.9 м³/сут., а разведанными эксплуатационными запасами – 0.916 м³/сут. Ресурсы подземных вод по состоянию на 2008 год представлены в таблице 4 [8].

Таблица 4

Ресурсы подземных вод по состоянию на 2008 г., тыс. м³/сут

| Тип вод | Прогнозные ресурсы | Разведанные запасы | Используется разведанных запасов |
|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|
| Пресные питьевые воды | 2200 | 1428 | 547 |
| Минеральные лечебные воды | | 1.22 | 0.41 |

На территории Белгородской области насчитывается свыше 1000 выходов грунтовых вод – родников. Часть из них (свыше 100) относится к памятникам природы и включено в перечень ООПТ. В соответствии с распоряжением главы администрации области от 07.07.1997 г. «Об обустройстве родников» (№229-р) и от 31.05.2001 г. «О проведении в области экологической акции «Две реки»» (№216-р) во всех районах области проведены работы по обустройству родников. К настоящему времени около 60% от общего количества расчищены, обустроены и стали популярными местами отдыха.

Разнообразны гидроминеральные ресурсы региона. Наряду с пресными водами на территории области выявлены месторождения минеральных вод. К ним относятся воды, которые имеют повышенное содержание биологически активных химических микрокомпонентов, газов, радиоактивных элементов, благодаря чему минеральные воды оказывают лечебное действие на человека. На территории Белгородской области разведаны 7 месторождений минеральных вод трёх типов: бальнеологические, лечеб-

но-столовые воды и минеральные столовые воды. Общие разведанные запасы составляют 1.2 тыс. м³/сут.

Бальнеологические радоновые воды разведаны на 4 месторождениях (Волоконовское, Морквисское и Чернянское в Чернянском районе, Петровское на участке Городище Старооскольского района). Общие эксплуатационные запасы составляют 971 м³/сут. По составу эти воды относятся к хлоридно-натриевому типу с минерализацией 0.5–0.8 г/дм³ и содержанием радона 35–60 нКи/дм³. В настоящее время эксплуатируются только воды Волоконовского месторождения, используемые в Белгородской водолечебнице. Воды этого месторождения пригодны к использованию в виде радоновых ванн для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата. Бальнеологические воды также выявлены в с. Маслово Пристань Шебекинского района, они рекомендуются для бальнеологического лечения в виде ванн при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, гипертонической болезни, заболевании органов движения, периферической нервной системы, некоторых кожных и других заболеваний. Минеральные столовые воды вскрыты на территории Белгородского, Яковлеского, Борисовского районов в глубокозалегающих водоносных горизонтах. Воды разливаются многими предприятиями и реализовываются через торговую сеть. На территории санатория «Красиво» ведется добыча гидро-карбонатно-хлоридно-натриевой воды, которая выводит из организма радионуклеиды, шлаки, недоокисленные продукты обмена, восстанавливает щелочной резерв крови. В санатории вода применяется для криотерапии, гидроклонолтерапии, на основе минеральной воды изготавливают йодированный напиток, который позволяет устранить йододефицит.

Все вышеперечисленное позволяет утверждать, что Белгородская область обладает большими запасами минеральных вод, которые являются в свою очередь ценным бальнеологическим ресурсом. Однако, рекреационная комфортность их значительно снижена, ресурсы гидроминеральных источников используются недостаточно. Геохимический состав распространенных на территории области минеральных месторождений делает данный регион перспективным для развития территориальных рекреационных систем и лечебно-оздоровительной рекреации.

4. Биотические рекреационные ресурсы

Растительный покров Белгородской области достаточно хорошо изучен. Большой вклад в изучение растительности внесли В.В. Алехин, Б.М. Козо-Полянский, Н.С. Камышев, Колчанов А.Ф. и др. Видовой состав флоры Белгородской области включает 1475 видов сосудистых растений, объединенных в 578 родов и 125 семейств. Во флоре установлено 7 фитоценологических типов: луговые (21.7%), лесные (19.9%), степные (17.6%), водно-болотные и прибрежные (15.5%), синантропные (растения-спутники человека) (14.9%), меловых обнажений (7.2%), виды кустарников и опушек (3.2%). Редкие и охраняемые виды растений во флоре области составляют 101 вид – около 8 %, в том числе реликты – 40 видов [8].

Природной особенностью растительного покрова Белгородской области является островное распространение широколиственных лесов, дубрав и участков степной растительности. По данным государственного учета лесного фонда общая площадь всех лесов области на 01.01.2008 г. составляет 246.3 тыс. га, в том числе, покрытая лесом – 232.7 тыс. га, лесистость – 9.2%. В ведении управления лесами Белгородской области находятся 87.6% лесов, леса области – 8.3%, заповедника «Белогорье» – 0.9%, министерства обороны – 0.6%, городские леса – 2.6%. Естественные леса и лесопосадки составляют 12.4% территории и занимают площадь 241 тыс.га. Преобладают противоэрозионные леса, выполняющие защитные функции (81.4%), остальная часть приходится на санитарно-гигиенические леса зеленых зон (18.0%), лесные заповедные участки (0.6%). Весь лесной фонд лесхозов отнесен к лесам 1-й группы. Эти леса выполняют преимущественно защитные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и природно-заповедные функции. В составе лесного фонда преобладают твердолиственные породы, занимающие площадь 173.3 тыс. га (85.0% от покрытой лесом площади). Основной лесообразующей породой является дуб черешчатый, распространенный на



площади 161.2 тыс. га (79.0%), хвойные насаждения занимают 19.2 тыс. га (9.4%), мягколиственные породы – 11.3 тыс. га (5.5%). Из покрытой лесной растительностью площади 54.9 тыс. га (26.9%) приходится на лесные культуры. На территории области мало крупных лесных массивов как естественного, так и искусственного происхождения, что существенно снижает возможности лесной рекреации. Наиболее крупные лесные массивы расположены, главным образом, в Шебекинском, Валуйском, Красногвардейском, Старооскольском и других районах. Сосновые леса, как правило, имеют искусственное происхождение. Естественные хвойные леса встречаются в южных и восточных районах области. Характерными видами в Белгородской области являются нагорные дубравы, байрачные, надпойменно-террасовые и пойменные леса.

В Шебекинском, Старооскольском и Валуйском районах сохранились водораздельные дубравы. Реликтовыми для нашей местности являются естественные меловые боры, распространенные в Шебекинском (Бекарюковский бор) и Новооскольском (заповедный участок «Стенки Изгорья») районах. Наиболее крупные участки сосновых боров встречаются по рекам: Оскол, Ворскла, Северский Донец и Нежеголь. Большой интерес представляет заповедный участок нагорной дубравы, расположенной на правом высоком берегу р. Ворсклы. На территории Центрального Черноземья это единственный сохранившийся до наших дней старовозрастный дубовый лес. Возраст некоторых дубов достигает 300 лет.

В соответствии со шкалой ландшафтно-рекреационной оценки леса, предложенной А.И. Тарасовым, наиболее рекреационно-привлекательными являются 88,5% лесов Белгородской области. Участки лесного фонда передаются в аренду для использования их в культурно-оздоровительных, туристических и спортивных целях, побочного пользования и для нужд охотничьего хозяйства по результатам лесных конкурсов. По состоянию на 01.01.2008 г. передано в аренду 42 участка лесного фонда площадью 4672.7 га, в т.ч. для культурно-оздоровительных, туристических и спортивных целей – 37 участков (67.2 га), для побочного пользования – 2 участка (1.6 га), для нужд охотничьего хозяйства – 3 участка (4603.9 га). Под охрану взято 12 рекреационных зон общей площадью свыше 4500 га. Одной из форм экстенсивной рекреационной деятельности в лесах Белгородской области является в настоящий период скрыто-рекреационный промысел.

Уникальным растительным сообществом области являются степи. Участки в первозданном виде практически не встречаются в области. Единственным сохранившимся уголком природного ландшафта лесостепи в Европейской части России является государственный природный заповедник «Белогорье» (участок «Ямская степь»). Почвы участка «Ямская степь» представляют особую ценность, так как по запасам питательных веществ ямские черноземы не имеют себе равных в Европе. Основу лугового разнотравья составляют злаковые и бобовые растения с богатой примесью лугово-степного разнотравья и осок. Поймы покрыты костровым лугом (костер безостый). Степи, наряду с лугами и лесами, образуют уникальный лесостепной комплекс, осмотр которых в любое время вызывает восхищение, а значит, они могут быть объектом научного, познавательного и экологического туризма, местом проведения экскурсий. На прибрежных сыпучих песках левобережий Северского Донца, Оскола и Нежеголи широко представлена растительность песков: чабрец обыкновенный, белокопытник, костер раскидистый, полынь метельчатая, и др. Менее доступные для человека и животных места часто покрываются белокопытником, подбелом настоящим, костром раскидистым. Незначительная часть территории области занята камышовыми, тростниковыми, осоковыми, рогозовыми разнотравными болотами, которые по происхождению относятся к низинным. Болота занимают 871.9 га в сети ООПТ. Особый интерес представляют сфагновые болота. Наиболее известное из них - болото вблизи с. Дубино, и Моховое болото, расположенное вблизи г. Грайворон. Болот в области немного, но некоторые имеют научную ценность. Они могут быть объектами экскурсионного показа на экологических туристских маршрутах. Близость мела по всей территории играет особую роль в распространении ксерофитной травянисто-кустарниковой флоры области. На территории Белгородской области встречаются 36 видов растений, охраняемых на федеральном уровне. Из них 21 вид растет на меловых обнажениях и карбо-

натных почвах. Так, урочище «Лысые горы» известно как одно из местообитаний редких видов растений Среднерусской возвышенности, приуроченных к сообществам «Сниженных Альп», «Меловых тимьянников», «Иссопников». Растительность меловых обнажений имеет большое научное значение. Ее изучение раскрывает историю развития растительного покрова области и Среднерусской возвышенности [2].

Ресурсы диких животных на территории области используют в эстетических, рекреационных целях и для охоты. Охотничьи угодьями занимают 2200 тыс. га (81%). Охотничья фауна области весьма разнообразна, но не отличается многочисленностью. В лесных угодьях встречаются: лось, олень благородный, европейский и пятнистый, косуля, кабан, лисица, заяц-русак, енотовидная собака, барсук, куница, выдра, белка, волк, хорь, норка, ондатра и др.; из птиц – серый гусь, куропатка, перепел, 9 видов уток, голуби и др. В последние годы среди населения растет популярность занятия охотой, чему способствует относительно высокая численность основных объектов охоты, в первую очередь диких копытных животных. Охота становится популярным способом отдыха населения области и его гостей. Ежегодно охотой занимаются около 33 тыс. человек.

На водоемах Белгородской области широко распространено спортивно-любительское рыболовство. Оно в большей степени характерно для ранней весны и лета. Наибольшее количество рыболовов в весенний период приходится на апрель, в летний период на август. В водоемах водится щука, сазан, лещ, карась, окунь, судак, карп и др.

Таким образом, биотические сообщества – важный фактор, определяющий своеобразие не только природно-антропогенных комплексов, но и их рекреационную ценность. Представители местной флоры и фауны, вызывающие огромный научный и познавательный интерес, представляют собой ресурсную базу для экологического туризма, экскурсионного показа. Растительный покров оказывает оздоровительное влияние на субъект туристско-рекреационной деятельности, благодаря ионизационным и фитонцидным, лекарственным свойствам. Характер растительности также определяет эстетическую ценность территории и является важным технологическим фактором в туризме.

В результате исследования установлено, что Белгородская область обладает высоким ландшафтно-рекреационным потенциалом и значительными рекреационными возможностями, что создает условия для развития различных видов туризма – купально-пляжного, спортивного, экологического, водного и позволяет разнообразить циклы рекреационных занятий.

Список литературы

1. Севастьянова С.А. Экологический менеджмент в туризме – СПб.: СПбГИЭУ, 2004. – 218с. – С. 114-115, 156-158.
2. География Белгородской области : учеб.пособие в 2-х частях. Ч. 1. Природа / Под ред. Ю.Г. Чендева, О.В. Гаврилова. – М.: МГУ, 2006. – 72 с.
3. Петин А.Н., Королева И.С. Ландшафтно-рекреационная оценка территории Белгородской области // География и туризм: сб. научных трудов. – Пермь, 2006. – Вып. 3. – С. 164-165.
4. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области: атлас. – Белгород: БелГУ, 2005 – 180 с.
5. Рекреационное использование территорий и охрана лесов / Под ред. В.Б. Нефедовой, Е.Д. Смирновой и др. – М.: Лесная промышленность, 1980. – С. 184.
6. Петин А.Н., Сердюкова Н.С., Шевченко В.Н. Малые водные объекты и их экологическое состояние: учебно-методическое пособие. – Белгород: – БелГУ, 2005. – С. 61-65.
7. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии – Гидрогеология и инженерная геология. – М.: Недра, 1972. – Т. 2. – 478 с.
8. Состояние окружающей природной среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2006 году / Под ред. С.В. Лукина. – Белгород: Управление по охране окружающей среды Белгородской области, 2007 – 203 с.
9. Колчанов А.Ф. География Белгородской области. Растительный покров. – Белгород: БГУ, 1996. – С. 47-53.



ANALYSIS OF THE STATUS AND DIFFERENTIAL ASSESSMENT OF NATURAL RECREATIONAL POTENTIAL OF THE LANDSCAPE OF THE BELGOROD REGION

M.E. Komarova

*Belgorod State National Research
University, Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

E-mail: komarova@bsu.edu.ru

The analysis of the status and differential and recreation assessment of the natural landscape potential of the Belgorod region were carried out. Evaluation were the following components of the landscape: topography, climate, water reservoir, hydro mineral resources, vegetation, protected areas according to their functional fitness, degree of comfort and aesthetic qualities. The study found that the climate of the Belgorod region as a whole is relatively favorable for recreational activities and is characterized as a moderately comfortable. Almost all the seasons are suitable for various types of recreation and tourism, Lithogenic base of Belgorod region contributes to the organization of sports and therapeutic recreational activities all year round. Agricultural, forest and water man-made, residential and recreational landscapes, are an example of the cultural landscape and recreational development of the territory of the Belgorod region, which has a high landscape and recreational potential. River area of the region is actively used for the development of water tourism. The test region has large reserves of mineral waters, which are in turn a valuable resource for balneology. The composition of the local flora and fauna is of great scientific and educational interest, is a resource base for ecotourism.

Key words: tourism, recreation, recreational resources, natural and landscape potential, tourist and recreational potential, recreation assessment.

ОПЫТ КУЛЬТУРНО-ЛАНДШАФТНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Андреев

*Псковский государственный
педагогический университет
Россия, 180000, г. Псков,
ул. Советская, 21*

E-mail: azprocha@mail.ru

Статья посвящена рассмотрению особенностей культурно-ландшафтного районирования на уровне отдельных регионов. Кратко описываются теоретические и методологические особенности культурно-ландшафтного районирования небольших территорий. Предлагается иерархическая система таксономических уровней культурно-ландшафтного районирования. Представлены практические результаты культурно-ландшафтного районирования территории Псковской области.

Ключевые слова: культурный ландшафт, культурно-ландшафтное районирование, иерархия культурно-ландшафтных систем, Псковская область.

За последние двадцать лет в российской науке появился ряд исследований, посвященных культурно-ландшафтному районированию, как в масштабе всей страны (макроуровень районирования) [1, 2], так и на уровне отдельных регионов (мезо- и микроуровень) [3, 4, 5, 6, 7]. Наибольший интерес представляют работы по районированию регионов на микроуровне, так как при этом происходит наиболее точное выявление культурно-ландшафтных особенностей территорий. Результаты подобных исследований могут быть использованы также и для культурно-ландшафтного районирования более высокого ранга. В отечественной науке до сих пор не существует единой методики районирования культурных ландшафтов. Такая ситуация связана с неоднозначностью трактовки разными авторами термина «культурный ландшафт» и, как следствие, с появлением разных культурно-ландшафтных концепций [1].

Рассмотрим особенности культурно-ландшафтного районирования на мезо- и микроуровне применительно к территории Псковской области. В основу культурно-ландшафтного районирования Псковской области было положено предположение о тесной взаимосвязи природной основы (природного ландшафта как системы) и культурной (антропогенной) составляющей, которые при тесном взаимодействии на уровне отдельных объектов (топологический уровень) образуют особую открытую систему – культурный ландшафт. Подобное предположение является следствием определения культурного ландшафта, предложенного Ю. А. Ведениным [1].

Опираясь на данное определение культурного ландшафта, можно сделать вывод, что полноценный культурный ландшафт представляет собой систему взаимодействия «человек-природа», находящуюся в состоянии динамического равновесия. Отклонение от подобного динамического равновесия приводит к разрушению полноценного культурного ландшафта, что выражается либо в постепенном восстановлении естественных природных ландшафтов, либо в образовании крайне несбалансированных антропогенных ландшафтов (техногенные комплексы, городская среда). Подобный вывод позволяет говорить, что основной задачей культурно-ландшафтного районирования является определение границ описанных устойчивых систем разного ранга. Для того чтобы проследить взаимосвязь культурно-ландшафтных комплексов разного размера, была разработана иерархия культурно-ландшафтных систем, представленная в таблице 1.

Выделение устойчивых культурно-ландшафтных комплексов при районировании на микроуровне следует начинать с определения минимальных по размерам таксономических единиц. Подобные минимальные культурно-ландшафтные образования можно обозначить как культурно-ландшафтные единицы (КЛЕ).



Культурно-ландшафтная единица – это небольшое, компактное, устойчивое природно-территориальное образование, обладающее набором специфических свойств, позволяющих отделить его от других подобных структур. Сходные по структуре таксономические образования выделяет Р. Ф. Туровский, называя их *общинами* и обозначая их как гомогенные и компактные единицы культурно-ландшафтного районирования [2]. Основные свойства КЛЕ можно свести к следующему:

Однородность – в пределах культурно-ландшафтной единицы должен сохраняться постоянный набор свойств, признаков и тесных взаимосвязей объектов, образующих данную систему.

Специфический набор признаков – внутри КЛЕ должны выделяться такие признаки, которые позволяют отличить ее от других подобных образований.

Устойчивость – культурно-ландшафтная единица как самостоятельная часть культурного ландшафта представляет собой открытую систему, внутри которой должно поддерживаться динамическое равновесие компонентов и связей в течение достаточно длительного времени. Неустойчивое динамическое равновесие внутри подобной системы приводит к ее разрушению.

Размеры культурно-ландшафтных единиц на местности теоретически не должны превышать порядка нескольких квадратных километров. Подобное предположение продиктовано особенностью структурной организации подобных образований. КЛЕ формируются на местности локально, при условии сочетания определенных особенностей природной основы (природного слоя по Ю. А. Веденину [1]) и антропогенного воздействия (антропогенный слой). При этом антропогенный слой может включать в себя и нематериальные составляющие – духовную культуру, особенности восприятия природы местным населением, традиции и т.д.

Таблица 1

Иерархия культурно-ландшафтных систем

| Таксономическая единица | Описание | Аналог по Р. Ф. Туровскому [2] |
|-----------------------------------|---|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Культурно-ландшафтный мир | Наиболее крупная культурно-ландшафтная система. Объединяющими факторами являются общие традиции населения, история, национальное самосознание. Как правило, культурно-ландшафтные миры сопоставимы с цивилизациями (Российский культурно-ландшафтный мир, Западно-Европейский культурно-ландшафтный мир и т.д.). | Культурный мир |
| Культурно-ландшафтный макрорегион | Устойчивая система, обладающая культурно-исторической общностью, этническим разнообразием, и имеющая в своей основе четко выраженные природные границы – орографические, гидрографические, границы природных зон. В качестве примера можно привести Европейскую часть России. | - |
| Культурно-ландшафтный мезорегион | Промежуточный таксономический уровень, в основе обозначения границ которого лежат природные и этнографические закономерности, связанные со сменой природных зон и, как следствие, изменением образа жизни населения. Пример – различия в культурных традициях и облике культурных ландшафтов лесной и лесостепной зоны. | Область. Группа этносов |
| Культурно-ландшафтный микрорегион | Культурно-ландшафтная система, имеющая в своей основе историческую и социокультурную общность. Большое влияние оказывает географическое положение, сходность культурных традиций населения, наличие экономических взаимосвязей. Как правило, подобные территории имеют общий вектор культурно-исторического развития. Микрорегионы сопоставимы по размерам с экономическими районами РФ. Пример – Северо-Запад, Центральная Россия и т.д. | - |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|--|
| Культурно-ландшафтный макрорайон или культурно-ландшафтная провинция (КЛП) | Таксономическая единица, границы которой во многом связаны с устойчивыми историческими политическими и административными барьерами. Границы таких образований существуют длительное время, даже после потери их административного или политического статуса. Это, к примеру, древние границы Новгородской и Псковской республик, которые хорошо прослеживаются в культурных традициях и облике ландшафтов по настоящее время. | - |
| Культурно-ландшафтный мезорайон или культурно-ландшафтный округ (КЛО) | Таксономическая единица, объединяющая в своем составе несколько культурно-ландшафтных районов (КЛР). Границы проводятся на основе сочетания четко выраженных культурно-исторических различий и природных признаков. Границы КЛО могут не совпадать с границами КЛР. | Край. Субэтническая группа сложно устроенного этноса |
| Культурно-ландшафтный район (КЛР) | Объединение сходных по типу культурных ландшафтов, связанных едиными основообразующими факторами. На данном уровне начинают работать «плавающие признаки» районирования (природные барьеры, этнолингвистические, политико-административные и др. границы). | Земля. Крупный город |
| Культурный ландшафт (КЛ) | Представляет собой систему культурно-ландшафтных единиц (КЛЕ), объединенных общими культурными связями. КЛЕ в составе КЛ играют роль узловых образований, но в пределах ландшафта сохраняется общность культурных, исторических, социальных, этнических и др. признаков. Границы культурных ландшафтов определяются по совокупности критериев, охватывающих данные признаки | Местность. Крупный комплекс культурных объектов. Город, группа сел |
| Культурно-ландшафтная единица (КЛЕ). | Наименьшая культурно-ландшафтная система, состоящая из совокупности сельских населенных пунктов с прилегающими территориями (в пределах радиуса повседневной доступности). | Община. Комплекс объектов, село, городской квартал |

Основным фактором и одновременно компонентом минимальных по размерам культурно-ландшафтных образований является антропогенная деятельность. Другими словами, сам человек и его социокультурная деятельность выступают как фактор формирования культурного ландшафта. Из этого можно сделать вывод, что на самом низком иерархическом уровне размеры культурно-ландшафтных образований (в данном случае – КЛЕ) будут определяться радиусом повседневной доступности населения, проживающего на данной территории (применительно к сельской местности Псковской области – в пределах около 5 км). В качестве центров КЛЕ будут выступать населенные пункты или крупные ландшафтообразующие объекты (например, усадьбы).

Применительно к территории Псковской области был произведен картографический анализ структуры и расположения КЛЕ. Для анализа использовались топографические и обзорно-топографические карты масштаба 1:100 000 и 1:500 000. В результате картографического анализа была выявлена структура распределения минимальных культурно-ландшафтных комплексов на территории Псковской области, исключая относительно крупные урбанизированные территории. Полученные данные были использованы для выявления границ более крупных таксономических единиц районирования – культурных ландшафтов и культурно-ландшафтных районов (таблица 1).

Культурный ландшафт может быть представлен как совокупность сходных по внутренней структуре, свойствам и находящимся в непосредственной близости друг от друга КЛЕ. Соответственно, границы культурных ландшафтов можно определить при выявлении особенностей и взаимосвязей соседних КЛЕ. Подобная задача может быть решена через выявление ландшафтообразующих объектов, которые одновременно являются результа-



том формирования определенного культурного ландшафта. Данная методика достаточно широко применяется в культурно-ландшафтных исследованиях [3, 7]. Для районирования территории Псковской области в качестве *культурно-ландшафтных маркеров*, т. е. ландшафтообразующих объектов, использовались объекты, перечисленные в табл. 2.

Таблица 2

Объекты, используемые в качестве культурно-ландшафтных маркеров

| Природные объекты | Антропогенные объекты | Комплексные объекты |
|--|--|---|
| Уникальные и живописные природные ландшафты. Выдающиеся и уникальные гидрологические объекты. Ботанические и дендрологические объекты. Памятники природы. | Старинные усадьбы. Церкви. Часовни. Исторические памятники. Памятники архитектуры. Села с сохранившейся старинной застройкой. Этнографические, фольклорные и другие объекты. Хорошо сохранившиеся археологические памятники (городища, оборонительные сооружения и т.д.). | Усадебные парки. Живописные сочетания природных ландшафтов и антропогенных объектов. |

Выбранные для анализа культурно-ландшафтные маркеры были обозначены на топографических картах совместно с выделенными ранее КЛЕ. Последующий анализ полученных данных о пространственном размещении культурно-ландшафтных образований был произведен с использованием следующего ряда критериев:

- 1) наличие взаимосвязанных систем близко расположенных КЛЕ с культурно-ландшафтными маркерами в их приделах;
- 2) учет особенностей природных ландшафтов в местах расположения КЛЕ;
- 3) анализ имеющейся информации о культурных особенностях и культурно-историческом развитии рассматриваемого участка территории Псковской области;
- 4) характер взаимодействий между соседними КЛЕ: пути сообщений, тяготение к центрам различного происхождения и ранга, наличие барьерных границ.

Результатом анализа с применением подобных критериев стало выделение в пределах территории Псковской области 131 культурно-ландшафтного образования соответствующего рангу культурного ландшафта (КЛ) (рис. 1).

Следует отметить специфичность выделенных культурно-ландшафтных образований, связанную с их структурными особенностями и свойствами их границ. С одной стороны, согласно существующей и наиболее используемой типологии районирования [8], полученные образования являются примером узлового районирования, где в качестве узловых структур выступают КЛЕ и весь культурный ландшафт представляет совокупность взаимодействующих узловых структур с различной степенью влияния друг на друга.

С другой стороны, культурный ландшафт как таксономическая единица проявляет определенные свойства ареалов культурно-ландшафтных особенностей, что соответствует однородному типу районирования [8]. Помимо этого, границы культурных ландшафтов только в ряде случаев, например, при наличии пороговых барьеров (природных, культурных, политических, лингвистических), можно четко провести с помощью волосяных линий. В остальных случаях наблюдается феномен «расползания» границ [1, 4], что соответствует гравитационным или экстремальным границам узлового районирования [8] – отображение подобных границ волосяными линиями является достаточно большой условностью, так как они не отражают особенностей переходной зоны между районами. Таким образом, в большинстве случаев границы выделенных культурных ландшафтов – это совокупность типологически различных границ.

Культурные ландшафты, выделенные в результате районирования, охватывают всю территорию Псковской области, однако они не образуют сплошной культурно-ландшафтной поверхности. Между отдельными культурными ландшафтами, а также внутри выделяемых культурных ландшафтов, возможно существование малоизмененных природных ландшафтов. Наиболее крупные участки природных ландшафтов (без присутствия КЛЕ) показаны на

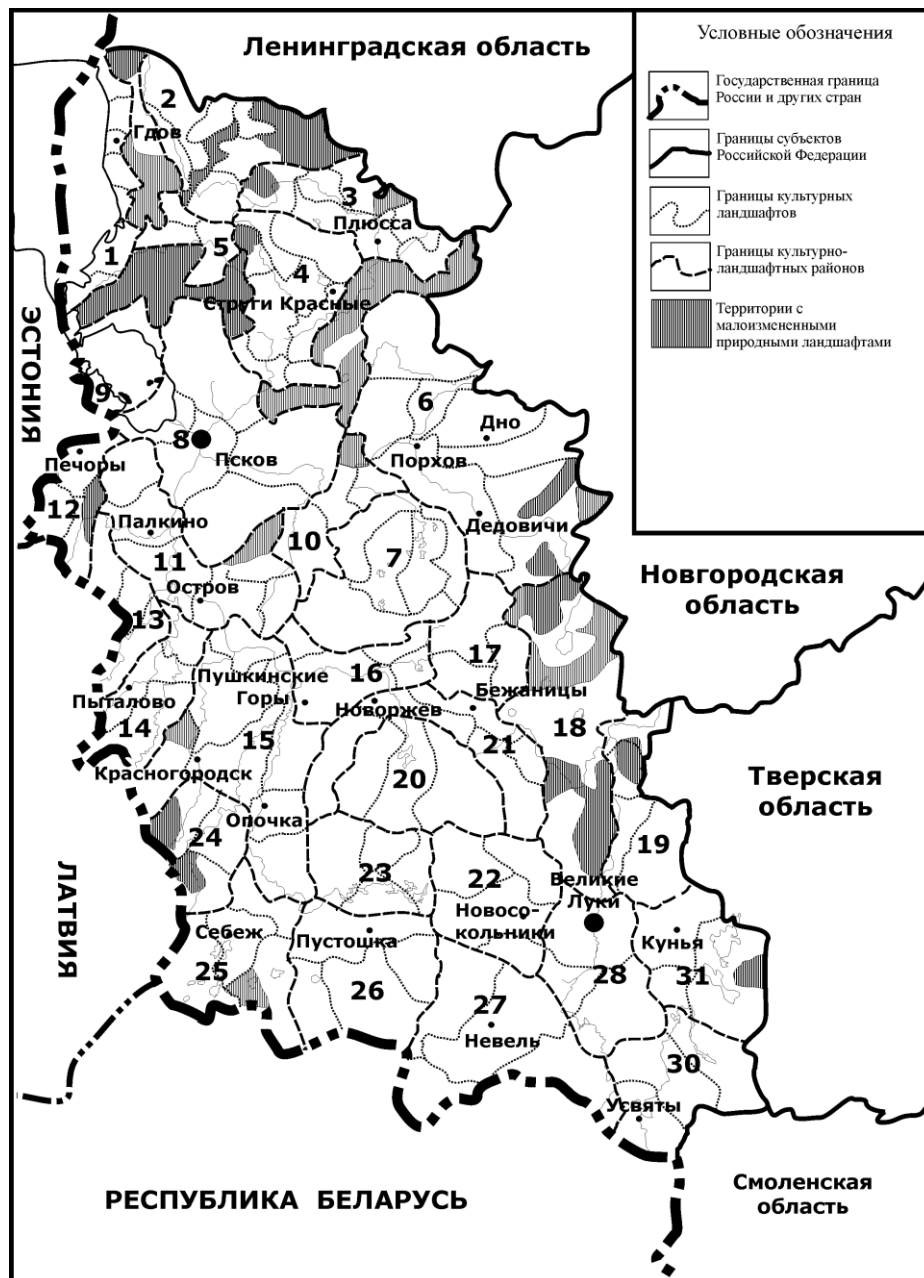


рис. 1. Наибольшие площади природных ландшафтов доточены в северной и восточной частях области. Культурные ландшафты северной части области отличаются от остальных меньшими размерами и компактностью размещения КЛЕ. Культурные ландшафты восточной части области, напротив, отличаются большой площадью и включают в себя обширные неизменные территории. Подобное явление можно объяснить прямым влиянием природной основы на формирование культурных ландшафтов, а также историческими особенностями расселения населения на данных территориях.

Рис. 1. Культурно-ландшафтное районирование Псковской области

Цифрами на карте обозначены: 1-Чудской приозерный культурно-ландшафтный район; 2-Нижнеплюсский культурно-ландшафтный район; 3-Верхнеплюсский культурно-ландшафтный район; 4-Лужский культурно-ландшафтный район; 5-Ямский культурно-ландшафтный район; 6-Пришелонский культурно-ландшафтный район; 7-Судомский культурно-ландшафтный район; 8-Псковский культурно-ландшафтный район; 9-Славковско-Верхнемостский культурно-ландшафтный район; 10-Нижневеликорецкий культурно-ландшафтный район; 11-Печоро-Лавровский культурно-ландшафтный район; 12-Утройский культурно-ландшафтный район; 13-Великорецкий культурно-ландшафтный район; 14-Соротьский культурно-ландшафтный район; 15-Чихачево-Ашевский культурно-ландшафтный район; 16-Полистовский культурно-ландшафтный район; 17-Ловатский культурно-ландшафтный район; 18-Бежаницкий культурно-ландшафтный район; 19-Бежаницкий северный периферийный культурно-ландшафтный район; 20-Локнянско-Ловатский культурно-ландшафтный район; 21-Бежаницкий юго-западный периферийный культурно-ландшафтный район; 22-Иско-Синенский культурно-ландшафтный район; 23-Себежский культурно-ландшафтный район; 24-Идрицко-Пустошкинский культурно-ландшафтный район; 25-Невельский культурно-ландшафтный район; 26-Великолукский культурно-ландшафтный район; 27-Усвяско-Усмынский культурно-ландшафтный район; 28-Кунинско-Жижецкий культурно-ландшафтный район.



Север области находится в пределах подзоны южной тайги, что, в сочетании с холмистым рельефом Лужской возвышенности в центральной части, создает сложные условия для развития сельского хозяйства, поэтому здесь исторически сложились относительно компактные ландшафтные образования, приуроченные большей частью к речным долинам. Восточная часть области находится в пределах Полистовского болотного массива и средней части бассейна реки Ловать, отличающейся пониженным заболоченным рельефом – это создает условия для возникновения дисперсной внутренней структуры культурных ландшафтов. КЛЕ, образующие культурный ландшафт, в данном случае могут быть разнесены на большие расстояния (тяготение к «островам» внутри болотных массивов) и мало взаимосвязаны друг с другом.

Полученная на описанном этапе районирования культурно-ландшафтная мозаика территории Псковской области была использована на следующей ступени районирования – выделение культурно-ландшафтных районов. Культурно-ландшафтные районы (КЛР) представляют собой объединения сходных по различным признакам и взаимосвязанных между собой культурных ландшафтов.

В качестве основы для выделения границ КЛР был использован метод плавающих признаков районирования, предложенный Л. В. Смирнягиным [10]. Результатом применения данного метода стало выделение в пределах Псковской области 30 культурно-ландшафтных районов, которые представлены на рис. 1.

Каждый культурно-ландшафтный район образован совокупностью культурных ландшафтов, объединенных общими взаимосвязями и происхождением. Обозначенные границы КЛР в большинстве случаев представляют собой отображение реально существующих хорошо прослеживающихся переходных зон и барьерных границ между соседними культурно-ландшафтными комплексами, которые соответствуют таксономическому уровню КЛР.

Описанные культурно-ландшафтные структуры и предлагаемые приемы их выделения представляют попытку развития системного подхода в понимании культурного ландшафта. Вместе с тем, культурный ландшафт представляет собой очень сложную систему, при анализе которой нельзя ограничиваться только выделением таксономических структур различного ранга. Очень интересные результаты дает применение внесистемного анализа, т.е. анализа особенностей пространственного распределения культурных ландшафтов на исследуемой территории вне зависимости от ранга выделяемых таксономических единиц. Так, например, при сопоставлении распространения культурно-ландшафтных маркеров по территории Псковской области с описанными ранее таксонами, а также с особенностями природных ландшафтов оказывается, что наиболее насыщенные культурно-ландшафтными маркерами ландшафты (т.е. самые развитые и многоуровневые ландшафты) концентрируются на стыке районов различного происхождения (рис. 2).

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее насыщенные культурные ландшафты формируются в переходных зонах между относительно однородными по внутренней структуре территориями. Подобные переходные зоны с повышенной концентрацией культурно-ландшафтных объектов, которые не укладываются в рамки иерархии районирования, можно назвать культурно-ландшафтными ядрами. Возникновение переходных зон (культурно-ландшафтных ядер) представляет собой явление горизонтальной дифференциации культурно-ландшафтного пространства в рамках вертикальных иерархических структур. Появление горизонтальной дифференциации является неизбежным следствием неоднородности культурно-ландшафтного пространства, и это должно учитываться на всех уровнях районирования.

Культурно-ландшафтное районирование на микро- и мезоуроне позволяет наиболее точно выявить особенности ландшафтной структуры местности, получить информацию о состоянии объектов культурного и природного наследия. Обозначенные особенности культурно-ландшафтной дифференциации территории Псковской области позволяют говорить о положительном опыте районирования, который может быть использован для решения прикладных задач по сохранению и использованию культурно-ландшафтного потенциала территорий. Кроме того, данный опыт может быть применен для культурно-ландшафтных исследований в других регионах.

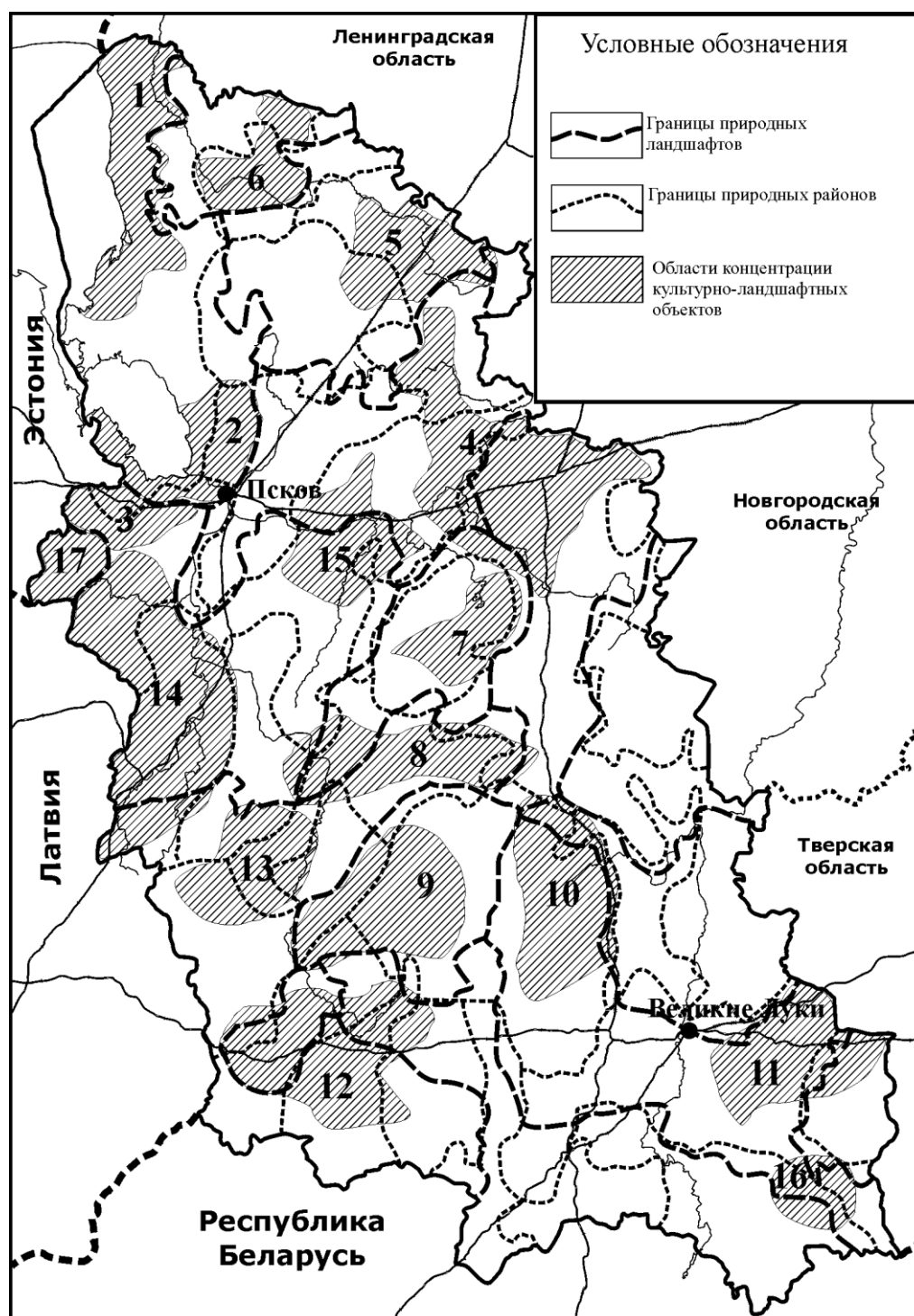


Рис. 2. Области концентрации культурно-ландшафтных объектов

Цифрами на карте обозначены: 1- Приозерное Гдовско-Чудское культурно-ландшафтное ядро; 2- Псковское культурно-ландшафтное ядро; 3-Печорско-Изборское культурно-ландшафтное ядро; 4-Шелонское культурно-ландшафтное ядро; 5-Лужско-Плюское культурно-ландшафтное ядро; 6-Северно-Лужское культурно-ландшафтное ядро; 7-Судомское культурно-ландшафтное ядро; 8- Соротьское культурно-ландшафтное ядро; 9- Западно-Бежаницкое культурно-ландшафтное ядро; 10-Восточно-Бежаницкое культурно-ландшафтное ядро; 11-Куньско-Жижецкое культурно-ландшафтное ядро; 12-Себежско-Идрицкое культурно-ландшафтное ядро; 13-Красногородское культурно-ландшафтное ядро; 14-Левобережное Нижнее-Великорецкое культурно-ландшафтное ядро; 15-Псковско-Шелонское культурно-ландшафтное ядро; 16-Усмыньское культурно-ландшафтное ядро; 17- культурно-ландшафтное ядро Ханья



Список литературы

1. Манаков А. Г. Кулаков И. С. Историческая география Псковщины. – М.: Варяг, 1994. – 316 с.
2. Чалая И. П., Веденин Ю. А. Культурно-ландшафтное районирование Тверской области. М.: Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия, 1997. – 286 с.
3. Калущков В. Н. Основы этнокультурного ландшафтоведения. – М.: Изд-во Московского университета, 2000. – 96 с.
4. Культурный ландшафт как объект наследия. Под ред. Ю. А. Веденина, М. Е. Кулешовой. – М.: Институт Наследия; СПб.: Дмитрий Буланин, 2004. – 620 с.
5. Смирнягин Л. В. Районы США: Портрет современной Америки. – М.: Мысль, 1989. – 380 с.
6. Туровский Р. Ф. Культурные ландшафты России. – М.: Институт Наследия, 1998. – 210 с.
7. Юшков М. Ю. Геопространственные особенности культурного наследия Нижегородского Поволжья: автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Нижний Новгород, 2006. 22 с.
8. Матвеева Ю. П. Дифференциация геокультурного пространства Урала: методология и методика исследования: автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Пермь, 2006. – 20 с.
9. Каганский В. Л. Географические границы: противоречия и парадоксы // Географические границы. – М.: МГУ, 1982. – С. 9-17.
10. Соколова Е. Н. Ландшафтный анализ геокультурного пространства Вологодской области: автореф. дис. ... канд. географ. наук. – СПб., 1997. – 24 с.

THE EXPERIENCE OF CULTURAL LANDSCAPE ZONING OF THE PSKOV REGION

A.A. Andreev

*Pskov State Pedagogical University
Sovetskaya St. 21, Pskov, 180000,
Russia*

E-mail: a3pochta@mail.ru

The paper considers peculiarities of cultural landscape zoning in individual regions. They briefly describe the theoretical and methodological features of the cultural and landscape zoning of the small areas. A hierarchical system of taxonomic cultural landscape zoning is proposed. The practical results of the cultural landscape-zoning of the Pskov region is presented.

Key words: cultural landscape, cultural landscape zoning, hierarchy of the cultural and landscape systems, Pskov region.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Анисимов А.В.** – заместитель руководителя, Управление федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Белгородской области, г. Белгород
- Артемичук О.Ю.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Белоусова Л.И.** – старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Бережная Е.М.** – заведующая отделом, Белгородская межобластная ветеринарная лаборатория, г. Белгород
- Бронникова А.М.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Бурлуцкая И.П.** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Бусловская Л.К.** – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Буханов В.Д.** – кандидат ветеринарных наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Везенцев А.И.** – доктор технических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Волкова Т.О.** – кандидат медицинских наук, доцент, Петрозаводский Государственный Университет, г. Петрозаводск
- Воловичева Н.А.** – кандидат технических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Воронин А.А.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Вострикова С.М.** – кандидат биологических наук, техник, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Габрук Н.Г.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Гай И.Е.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Гайворонская Н.И.** – старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Голубченко И.В.** – кандидат географических наук, доцент, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа
- Гричаников В.А.** – кандидат технических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Дейнека В.И.** – доктор химических наук, доцент, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Дейнека Л.А.** – кандидат химических наук, доцент, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Дунаев А.В.** – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Ботанического сада, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Дунаева Е.Н.** – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом питомник Ботанического сада, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород



- Ероховец М.А.** – начальник отдела, ФГУ «Центр агрохимической службы «Белгородский», г. Белгород
- Закирова Л.Р.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Землякова А.В.** – старший научный сотрудник Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Зимовина Л.В.** – аспирант, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия, пос. Майский, Белгородский район Белгородской области, г. Белгород
- Индина И.В.** – магистрант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Климентов М.Н.** – доктор технических наук, профессор, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Клубкова Г.В.** – магистрант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Ковалева Т.Н.** – кандидат экономических наук, доцент, Саратовский государственный университет им. Н.И. Вавилова (Саратовский ГАУ), г. Саратов
- Козубова Л.А.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Козырева Ю.Н.** – кандидат химических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Комарова М.Е.** – кандидат географических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Королькова С.В.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Кухарук Н.С.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Лебедева О.Е.** – доктор химических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Леонтьева Е.В.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Лисецкий Ф.Н.** – доктор географических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Лукин С.В.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; директор, ФГУ «Центр агрохимической службы «Белгородский», г. Белгород
- Марциневская Л.В.** – кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Метелев А.В.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Митряйкина А.М.** – кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Москвитин С.А.** – начальник отдела, Управление федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Белгородской области, г. Белгород



- Муслиенко Н.А.** – кандидат биологических наук, профессор, заслуженный ветеринарный врач РФ, почетный профессор Харьковской зооветеринарной академии, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия. пос. Майский, Белгородский район Белгородской области
- Негробов С.О.** – кандидат биологических наук, доцент, Воронежский государственный университет, г. Воронеж
- Ненашева Е.С.** – студент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Нецветаева О.В.** – кандидат биологических наук, заведующая отделом культурных и декоративных растений, ботанический сад, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Новикова Ю.И.** – магистрант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Новиченко В.В.** – заместитель начальника отдела, Белгородская межобластная ветеринарная лаборатория, г. Белгород
- Оборин М.С.** – кандидат географических наук, Пермский филиал Санкт-Петербургского института внешнеэкономических связей, экономики и права, г. Пермь
- Овчинников А.В.** – старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Олейникова И.И.** – кандидат педагогических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Перистая Л.Ф.** – доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Перистый В.А.** – кандидат технических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Петин А.Н.** – доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Петина В.И.** – кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Петина М.А.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Пономарева Н.Ф.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Пономаренко Ю.В.** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, научный консультант, ОАО «СГСТУ ВИОГЕМ» - специализированное горное строительно-технологическое управление по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу, г. Белгород
- Рыжкова Ю.П.** – кандидат биологических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Светлова М.В.** – ассистент, кафедра географии и экологии, Мурманский государственный гуманитарный университет, г. Мурманск
- Сенная Е.И. (Синна Е.И.)** – аспирант, старший преподаватель, Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, г. Харьков, Украина
- Снегин Э.А.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Соловьева А.А.** – кандидат химических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород



- Сорокин В.Н.** – заместитель директора, Белгородская межобластная ветеринарная лаборатория. г. Белгород
- Третьяков М.Ю.** – кандидат биологических наук, научный сотрудник ГНУ Белгородский НИИСХ Россельхозакадемии. г. Белгород
- Четверикова Н.С.** – старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; картограф, ФГУ «Центр агрохимической службы «Белгородский». г. Белгород
- Чулков А.Н.** – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет. г. Белгород
- Шапошников А.А.** – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Шаптала Н.В.** – научный сотрудник, Ботанический сад, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Ширинкин С.В.** – кандидат медицинских наук, доцент, Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск
- Языкова В.В.** – научный сотрудник, Ботанический сад, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
- Яковлева Е.Г.** – доктор ветеринарных наук, профессор, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия. пос. Майский, Белгородский район Белгородской области
- Яковлева И.Н.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия. пос. Майский, Белгородский район Белгородской области
- Якушев А.Б.** – ведущий специалист экологического сопровождения проектов, ООО «Центр-Дорсервис», г. Воронеж

**Правила оформления статей в журнал
«Научные ведомости Белгородского государственного университета»:
серия «Естественные науки»**

(публикуются в последнем выпуске календарного года
и по адресу <http://unid.bsu.edu.ru/unid/res/ved/index.php>)

Общая информация

В журнале «Научные ведомости БелГУ: Естественные науки» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, основанные на оригинальном эмпирическом материале, ранее нигде не опубликованные, по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология». Обзорные статьи публикуются по заявкам редколлегии или в особых случаях.

Условием публикации является подписка на журнал. Подписка осуществляется через отделения почтовой связи по каталогу Роспечати. Вместе с материалами к публикации в редакцию должна быть предоставлена копия подписной квитанции.

Журнал принимает и публикует статьи авторов всех стран мира на русском и английском языках.

Представляемые статьи должны быть написаны на высоком теоретическом уровне, отвечать последним достижениям мировой науки и практики, отраженным во вводной или аналитической части статьи.

Статья должна быть представлена в виде рукописи, полностью подготовленной к выпуску в свет (без редактирования).

В статье должны быть соблюдены литературные нормы языка, на котором она написана (русском, английском), действующие международные стандарты и требования настоящих правил.

Объем статьи не должен превышать 12 страниц. При определении объема статьи учитываются все ее элементы, включая таблицы, список литературы, аннотацию и рисунки (объем 2 рисунков эквивалентен, в среднем, объему 1 страницы текста).

К статьям, направляемым в редколлегию, должна быть приложена авторская справка: Фамилия, Имя, Отчество, научная степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес, контактный телефон, e-mail.

К статьям, выполненными аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем, если он не является соавтором.

Редколлегия направляет полученные статьи на рецензирование.

Редколлегия оставляет за собой право вернуть статью на доработку или отклонить статью.

Структура оформления статьи

Направляемый в редакцию текст должен иметь следующую структуру.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева вверху).

Ниже через интервал оформляется название статьи строчными буквами, – с выравниванием по центру.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующую сноску в заголовке статьи (см. пример).

Ниже через два интервала указываются инициалы и фамилии авторов, – с выравниванием по центру.

Ниже через два интервала указываются адрес места работы с указанием почтового индекса, e-mail автора/соавторов (при этом следует удалять гиперссылки!), – с выравниванием по центру.

Далее приводится аннотация статьи (резюме), которая должна располагаться ниже на два интервала от последнего адреса места работы авторов – с выравниванием по ширине (здесь и далее).

С новой строки после аннотации необходимо указать ключевые слова (5-7).



Далее через интервал приводится текст статьи. В статье должны четко и сжато излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследований и обсуждение полученных результатов. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание.

Рекомендуется стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: Введение (теоретический анализ), Объекты и методы исследования, Результаты и их обсуждение (экспериментальная часть), Заключение (Выводы), Список литературы.

В конце статьи (после списка литературы) на английском языке приводятся название статьи, инициалы и фамилии авторов, адреса мест работы авторов, аннотация и ключевые слова с теми же правилами оформления, что и на русском языке. Если статья написана на английском языке, то ее название, фамилии авторов, название организаций, аннотация и ключевые слова на русском языке приводятся в конце статьи.

Техническое оформление статьи

Статьи представляются в редколлегию в печатном (1 экз.) и электронном виде с использованием Microsoft Word 2003 для Windows XP. Поля страницы (формата А-4) – все по 2 см. Текст – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1.25 см., выравнивание по ширине. Выравнивание по центру применяется только (!) к заголовку статьи, фамилиям авторов, учреждениям и названиям рубрик. Страницы не нумеруются. Не допускается использование курсивного, полужирного, разреженного и т.п. шрифтов.

«Тире» (длинная черточка) и «дефис» (короткая черточка) имеют разные начертания и смысловые обозначения. Тире (–) – это знак препинания, заменяющий, чаще всего, сказуемое или выражающий интонацию (так называемое интонационное тире), устанавливается также для указания интервалов величин и страниц (без пробелов), дефис (-) – знак, употребляемый для соединения частей сложного слова.

Текст набирается без переносов, с выравниванием по ширине.

Знаки умножения и градуса должен быть подлинным (вставки символы × и °), а не им подобные – в виде букв х («ха» рус.) или х («икс» лат.) или буквы о («о» рус., лат.), цифры 0 («ноль») с верхним индексом.

Между отдельными словами, знаками и условными обозначениями устанавливается один пробел:

- а) между предыдущим и последующим словами;
- б) между предыдущим и последующим словами при употреблении тире (пример: «выполнение требований – обязательно»);
- в) между цифрой и размерностью (пример: 100 кл/л);
- г) между числительным и размерностью (пример: 5 тыс. экз./л).

Не следует делать пробелы в таких случаях:

- а) между цифрами и знаком тире (пример: 1–3);
- б) между цифрами и знаком «процент» (пример: 10%);
- в) между цифрами и размерностью «градус по Цельсию» (пример: 15°C);
- г) между цифрами и знаком умножения (пример: 60×90).

Дробные числа должны приводиться в десятичном выражении, при этом целые числа от дробей должны отделяться не запятой, а точкой.

Таблицы

Таблицы должны быть набраны сразу же после окончания абзаца со ссылкой на них (например, табл. 1, при первом упоминании, и см. табл. 1, при повторном упоминании).

Каждая таблица должна иметь порядковый номер и краткий четкий заголовок (при наличии в статье лишь одной таблицы ее номер не ставится).

Текст таблиц следует набирать через 1 интервал. Таблицы в альбомном формате («на развороте») желательно набирать в разрыве раздела.

Таблицы должны подтверждать текстовый материал. Поэтому дублировать их содержание в тексте не следует. Это, однако, не исключает возможности использования некоторых обобщенных данных таблиц при анализе полученных результатов.

По своему строению таблицы должны быть простыми, легко читаемыми и удобными для размещения в журнале. Нужно избегать громоздких таблиц. Многоэтажные головки не желательны.

Цифровые материалы по возможности выносятся в сводные таблицы. Количественные данные, используемые для сравнительного анализа, должны быть статистически обработаны (ошибка среднего, доверительный интервал, достоверность, объем выборки и т. п.). Все графы в таблице должны иметь заголовки. В тех графах, в которых это необходимо, после заголовка должны указываться единицы величин.

Таблицы с размещением материала лишь в одну строку, равно как и обширные таблицы-списки по результатам флористических и фаунистических исследований, представлять не следует. Такие данные при их обобщении и анализе излагаются обычным текстом.

Все названия показателей в головке таблицы дают в именительном падеже множественного числа (например: Показатели, Озера, Кислоты, Группы, Зоны и т.п.), за исключением слов обобщающего характера, названий показателей, явлений и т.п., которые принято давать только в единственном числе (например: Температура, Количество станций, Биомасса бактерий, Характер грунта, Дата, Смертность и др.).

В одной и той же графе числа должны иметь одинаковый размерный класс.

В таблице разрешается использовать только общепринятые сокращения и сокращения, введенные автором в тексте статьи. Не допускается употребление графических условных обозначений. Если какие-то данные таблицы нуждаются в пояснениях, то эти данные отмечаются надстрочными индексами (^{1, 2} для текста и ^{***} для цифр) и поясняются отдельной строкой (строками) под таблицей со словом «Примечание».

Не допускается использование вместо таблиц рисунков, изображающих их, а также таблиц, вставленных в таблицы.

Иллюстрации

Иллюстрации (фотографии, графики, схемы и т.п.) следует помещать только в том случае, если они дополняют текстовую часть статьи или способствуют уяснению сложного материала.

На все рисунки должны быть ссылки в тексте, которые оформляются следующим образом: на рисунке 2 или (рис. 2) при первом упоминании и (см. рис. 2) – при повторном.

Графики и диаграммы, приводимые в статье, должны быть выполнены в Microsoft Word 2003 и доступны для редактирования.

Рисунки, размещаемые в статье, должны быть четкими и контрастными. Форматы рисунков – Jpg, Jpeg. Рисунки должны иметь положение – «в тексте».

Подрисуночные подписи набираются под рисунком, вставляемым сразу после окончания абзаца, в котором сделана ссылка на рисунок. Подпись должна быть доступна для редактирования. Допускается вставка рисунка на отдельной странице, следующей за страницей, на которой дана ссылка на рисунок, если он не может быть размещен на странице, где размещена ссылка на него.

Обычные графики, диаграммы и несложные схемы должны занимать площадь не более 0.5 стандартного листа (примерно 15×21 см) и только очень насыщенные схемы – до 1 стандартного листа (примерно 21×30 см).

Графики и диаграммы должны быть построены в форматах, пригодных для редактирования в Microsoft Word 2003 для Windows XP.

Фотографии, графики и диаграммы должны быть выполнены в черно-белом варианте.

Совмещение на одном рисунке более трех графиков или диаграмм нежелательно: он становится громоздким, трудночитаемым.

Оформление ссылок и библиографии

Внутритекстовые библиографические ссылки даются цифрами в квадратных скобках в порядке их упоминания в тексте (не по алфавиту!). Соответственно, источники литературы располагаются в списке в соответствии с порядком их упоминания в тексте.

Перед цифровой ссылкой следует указать имя, отчество и фамилию автора.

Для оформления списка литературы в нашем журнале используется ГОСТ 7.1-84. (не следует пользоваться ГОСТом 2003 с дополнениями, предназначенным для библиотек и издательств). Следует внимательно использовать в ссылках знаки тире «-» и дефис «-», а также следить за правильным расположением пробелов между словами, точками, запятыми и прочими знаками.

В Списке литературы названия монографий, их разделов, а также статей в журналах и сборниках приводят полностью.

Сокращенно оформляются названия журналов и всех видов сборников (тематических, трудов институтов и станций, материалов конференций и т.п.), например:

| | |
|---------------------------|------------------|
| Биологические науки | Биол. науки |
| Ботанический журнал | Ботан. журн. |
| Вестник зоологии | Вестн. зоологии |
| Водные ресурсы | Водн. ресурсы |
| Вопросы ихтиологии | Вопр. ихтиологии |
| Гидробиологический журнал | Гидробиол. журн. |



| | |
|---|-----------------------------|
| Журнал общей биологии | Журн. общ. биологии |
| Зоологический журнал | Зоол. журн. |
| Лабораторное дело | Лаб. дело |
| Рыбное хозяйство | Рыб. хоз-во |
| Успехи современной биологии | Успехи совр. биологии |
| Энтомологическое обозрение | Энтомол. обозрение |
| Acta hydrobiologica | Acta hydrobiol. |
| Archiv fur Hydrobiology | Arch. Hydrobiol. |
| Archives of Biochemistry and Biophysics | Arch. Biochem. and Biophys. |
| Journal of Cell Science | J. Cell. Sci. |
| Journal of Comparative Physiology | J. Comp. Physiol. |
| Journal of the History of Biology | J. Hist. Biol. |
| The Annals of Applied Biology | Ann. Appl. Biol. |
| The Journal of Ecology | J. Ecol. |
| Zeitschrift fur Biologie | Z. Biol. |
| Marine Biology | Mar. Biol. |
| Marine Research | Mar. Res. |

Библиографические термины и их сокращения, используемые при описании источников:

| | Русский | Английский | Немецкий | Французский |
|----------|---------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Издание | изд. | ed. (edition) | Ausg. (Ausgabe) | ed. (edition) rec |
| Сборник | сб. | coll. (collection) | Samml. (Sammlung) | |
| Том | т. | vol. (volume) | Bd. (Band) | vol. (volume) |
| Выпуск | вып. | fasc. (fascicle) | Lfg. (Lieferung) | fasc. (fascicule) |
| Часть | ч. | p. (part) | T. (Teil) | p. (part) |
| И другие | и др. | a. o. (and others) | u. a. (und andere) | e. a. (et autres) |
| Страница | с. | p. (page) | S. (Seite) | p. (page) |
| Страницы | С. | P. | S. | P. |

Пример оформления статьи

УДК 57.043, 57.044, 574.522

Экотоксикологическое исследование углеродного наноструктурного материала¹

А.А. Гусев¹, А.В. Емельянов¹, С.В. Шутова¹, А.Г. Ткачев², А.Ю. Годымчук³, Д.В. Кузнецов⁴

¹ Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33
E-mail: nanosecurity@mail.ru

² ООО «НаноТехЦентр», Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 51

³ Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

⁴ Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", Россия, 119049, г. Москва, Ленинский пр., 4, подр. 217

Проведена оценка острого токсического действия промышленно производимого углеродного наноструктурного материала (многостенных углеродных нанотрубок) на цериодаф-

¹ НИР проведена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Госконтракты № 14.740.11.0956 от 29.04.2011 г. и № 16.740.11.01-94 от 24.09.2010 г.).

ний, одноклеточные зеленые водоросли и бактерии. Установлено, что исследуемый наноматериал относится к III классу опасности для окружающей природной среды (умеренно опасные вещества). Организмами, наиболее устойчивыми к действию наноматериала, оказались церио-дафнии, наименее устойчивыми – микроводоросли и бактерии. Показано, что безопасные концентрации углеродного наноматериала в водной среде лежат в диапазоне ниже 2 мг/л.

Ключевые слова: наноматериалы, многостенные углеродные нанотрубки, экотоксикология, ксенобиотики.

Введение

Нанотехнологии, как одно из главных направлений развития современной науки и техники, в ближайшем будущем способны принести результаты, сопоставимые с теми, что были достигнуты за несколько последних десятилетий [1]. Уже сейчас в мире производятся тысячи тонн обладающих уникальными свойствами наноструктурных материалов, при этом наблюдается устойчивая тенденция к росту их производства.

В то же время нарастает угроза со стороны наноматериалов как нехарактерных для живой природы мелкодисперсных поллютантов с малоизученными токсикологическими свойствами [2].

... Кроме того, такие производственные процессы, как, например, сварка, также сопровождаются значительным выделением в атмосферу техногенных наночастиц [3].

В данной работе рассмотрены

В работе исследованы ...

Список литературы

1. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации, возможности. – М.: Техносфера, 2008. – 352 с.
2. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 31 октября 2007 г. N 79 г. Москва «Об утверждении Концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов» / «Российская газета» – Федеральный выпуск № 4533 от 1 декабря 2007 г.
- ...
4. Алексеева О. Новая дисциплина – нанотоксикология // Перспективные технологии. – 2007. – Т. 14. – № 19. – С. 2–4.
5. Baun A., Sorensen S.N., Rasmussen R.F., Hartmann N.B., Koch C.B. Toxicity and bioaccumulation of xenobiotic organic compounds in the presence of aqueous suspensions of aggregates of nano-C60 // Aquatic Toxicology. – 2008. – Vol. 86. – P. 379–387.
- ...

Ecotoxicological research of carbon nanomaterial

A.A. Gusev¹, A.V. Emeljanov¹, S.V. Shutova¹, A.G. Tkachev², A.J. Godymchuk³,
D.V. Kuznetsov⁴

¹ G.R. Derzhavin Tambov State University, Internacinalinaya St., 33, Tambov, 392000, Russia

E-mail: nanosecurity@mail.ru

² LLC «NanoTechCenter», Sovietskaya St., 51, Tambov, 392000, Russia

³ Tomsk Polytechnical University, Lenina Str, 30, Tomsk, 634050, Russia

⁴ National University of Science and Technology «MISIS», Leninsky Av., 4, Moscow, B-49, 119049, Russia



The estimation of acute toxic action of industrially made carbon nanomaterial (multiwalled carbon nanotubes) on *Ceriodaphnia affinis*, *Scenedesmus quadricauda*, *Escherichia coli* is obtained. It is established that the investigated nanomaterial belongs to the III class of danger to the natural environment (moderately dangerous substances). *Ceriodaphnia affinis* appeared to be the most resistant to the toxic influence of the nanomaterial, microalgae and bacteria – the least resistant. It is shown that safe concentration of carbon nanomaterial in water medium lie in the range below 2 mg/l.

Key words: nanomaterials, multiwalled carbon nanotubes, ecotoxicology, xenobiotics.

Подписка на журнал осуществляется через отделения связи

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|--|
| | Ф. СП 1 | | | | | | | | | | | | |
| | Министерство связи Российской Федерации | | | | | | | | | | | | |
| | АБОНЕМЕНТ на | | | | | | газету | | | | 81466 | | |
| | | | | | | | журнал | | | | | | |
| | НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО | | | | | | | | | | (индекс издания) | | |
| | ГОС. УН-ТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ | | | | | | | | | | Кол-во | | |
| | (наименование издания) | | | | | | | | | | компл. | | |
| | На 2012 год по месяцам | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| | | | | | | | | | + | | | + | |
| Куда <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| (почтовый индекс) (адрес) | | | | | | | | | | | | | |
| Кому | | | | | | | | | | | | | |
| линия <input type="text"/> отреза <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| | | | ДОСТАВОЧНАЯ | | | | | | 81466 | | | | |
| ПВ <input type="text"/> | | | место <input type="text"/> | | | литер <input type="text"/> | | | КАРТОЧКА | | | (индекс издания) | |
| На газету НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО | | | | | | | | | | | | | |
| журнал (наименование издания) | | | | | | | | | | | | | |
| ГОС. УНИВЕРСИТЕТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ | | | | | | | | | | | | | |
| Стои- мость | | подписки | | | | | | руб. | | Кол-во компл. | | | |
| | | переадресовки | | | | | | руб. | | | | | |
| На 2012 год по месяцам | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| | | | | | | | | + | | | + | | |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | |
| Город <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| Село <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| (почтовый индекс) <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| Область <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| Район <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| код улицы <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| Улица <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | |
| дом <input type="text"/> | | корпус <input type="text"/> | | квартира <input type="text"/> | | (фамилия, и. о.) <input type="text"/> | | | | | | | |