

№21 (218), вып. 33
Декабрь 2015

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»

Издатель:
НИУ «БелГУ»

Издательский дом «Белгород»

Адрес редакции, издателя, типографии:
308015 г. Белгород, ул. Победы, 85

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС 77-63051 от 10 сентября
2015 г.

Выходит 4 раза в год.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ЖУРНАЛА**

Главный редактор

О.Н. Полухин,
ректор НИУ «БелГУ», доктор
политических наук, профессор

Зам. главного редактора

И.С. Константинов,
проректор по научной
и инновационной работе НИУ «БелГУ»,
доктор технических наук, профессор

Научный редактор

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

Ответственный секретарь:

О. В. Шевченко
зам. начальника УНИИ НИУ «БелГУ»,
кандидат исторических наук

**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.А. Присный,
кандидат биологических наук
(НИУ «БелГУ»)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

Belgorod State University

Scientific Bulletin

Natural sciences

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Принцип сигнатуры в биологии. **Хохуткин И.М. 5**

Материалы к новому изданию Красной книги Белгородской области. Растения. Часть 9. Виды, требующие повышенных мер охраны – кандидаты на включение в Красную книгу Белгородской области. **Гусев А.В. 15**

Материалы к новому изданию Красной книги Белгородской области. Растения. Часть 10. Виды, требующие повышенных мер охраны – кандидаты на включение в Красную книгу Белгородской области. **Ермакова Е.И., Гусев А.В. 23**

Современные тенденции формирования адвентивной фракции флоры города Курска. **Скляр Е.А. 31**

Функциональная структура сообщества патогенных трутовых грибов на дубе черешчатом (*p*-микоценоза) в биоценозах нагорных дубрав юго-запада Среднерусской возвышенности. **Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В., Афанасенкова О.В. 38**

Изменчивость накопления пластидных пигментов в хвое *Juniperus communis* L. **Тишкина Е.А., Семкина Л.А. 47**

Продуктивность маточника *Lavandula angustifolia* Mill. сорта Степная в зависимости от возраста и нагрузки при заготовке черенков. **Скворцов О.Б., Мишинев А.В. 52**

Влияние микробиологического препарата Эмбико® на прорастание семян и рост проростков озимой пшеницы. **Ржевская В.С., Омельченко А.В. 58**

Влияние экстракта из эмбриональных тканей птиц на адаптивный иммунитет у мышей при индуцированной иммунодепрессии.

Погорелая М.С., Романова Е.А. 65

Грызуны и насекомоядные млекопитающие урбанизированных территорий Мордовии. **Андрейчев А.В. 71**

Эколого-морфологическая характеристика окской популяции кабана (*Sus scrofa* L.). **Червонный В.В., Горбачева А.А. 78**

Агрохимические показатели почв, состав и структура растительных сообществ на склонах полярных экспозиций балки Петрин Лог на территории Центрально-Черноземного заповедника.

Арепьева Л.А., Гридасова О.В., Караулова Л.Н. 88

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Валовые формы тяжелых металлов в почвах агломерации Волгоград–Волжский. **Кастерина Н.Г., Околенова А.А., Заикина В.Н., Шерстнев А.К. 98**

Современное оврагообразование как мощный фактор уничтожения плодородных земель Белгородской области. **Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 106**

Члены редколлегии:

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

Л.К. Бусловская, доктор биологических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

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

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

К. Дребенштедт, доктор, профессор (Технический университет Фрайбергская горная академия, Фрайберг)

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

С.В. Лукин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

К.А. Немец, доктор географических наук, профессор (Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина)

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, Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства РАСХН (Москва)

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

М.А. Трубицын, кандидат химических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

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

Многолетняя динамика основных элементов весеннего стока малых и средних рек Центрального Черноземья. **Апухтин А.В., Кумани М.В.** 114

Сезонные изменения некоторых параметров родников урочища «Маршалково» (г. Строитель). **Орехова Г.А., Новых Л.Л.** 121

Картографирование структуры посевных площадей с применением снимков Landsat-8 (на примере Минской области Республики Беларусь). **Казяк Е.В., Терехин Э.А.** 127

Экономическая оценка применения систем комбинированной крепи капитальных выработок угольных шахт. **Смирнов А.В., Григорьев А.Е.** 132

Применение методики количественной оценки степени гладкости откосов уступов карьера для выявления потенциально опасных с точки зрения устойчивости его участков. **Азарков И.Б., Годовников Н.А.** 137

Сведения об авторах 143

Оригинал-макет *А.В. Присный*,

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 17.12.2015

Формат 60×84/8

Гарнитура Georgia

Усл. п. л. 18,0

Заказ 256

Цена свободная

Тираж 1000 экз.

Дата выхода 30.12.2015

Подписной индекс в Объединённом каталоге «Пресса России» – 81466

Оригинал-макет подготовлен и тиражирован в Издательском доме «Белгород»
Адрес: 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85

**№21 (218) Issue 33
December 2015**

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 State National Research University»

Publisher:

Belgorod State National Research University
Belgorod Publishing House

Address of editorial office, publisher, letterpress plant: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor)

Mass media registration certificate
ПИ № ФС 77-63051 от 10 september 2015.

Publication frequency: 4 /year

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-Chief

O.N. Polukhin,

Rector of Belgorod State National Research University, Doctor of Political Sciences, Professor

Deputy Editor-in-Chief

I.S. Konstantinov,

Vice-Rector on Scientific and Innovative Work of Belgorod State National Research University, Doctor of Technical Sciences, Professor

Scientific Editor

Moskovkin V.M.,

Professor of World Economy Department of Belgorod State National Research University, Doctor of Geographical Sciences

Assistant Editors

Shevchenko O. V.,

Deputy Head of Scientific and Innovative Activity Department of Belgorod State National Research University, Candidate of Historical Sciences

**EDITORIAL BOARD OF JOURNAL
SERIES**

Chief editor:

A.V. Prisyi, Doctor of biological sciences, professor (Belgorod State 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 State National Research University)

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

Signature Principle in Biology. **Khokhutkin I.M. 5**

Materials to the New Edition of the Red Book of the Belgorod Region. Plants. Part 9. Species, which are Demanding the Increased Protection Measures – Candidates for Inclusion into the Red Book of the Belgorod Region. **Gusev A.V. 15**

Materials to the New Edition of the Red Book of the Belgorod Region. Plants. Part 10. Species, which are Demanding the Increased Protection Measures – Candidates for Inclusion into the Red Book of the Belgorod region. **Ermakova E.I., Gusev A.V. 23**

Modern Formation Trends of Adventitious Flora Fraction in Kursk. **Sklyar E.A. 31**

The Functional Structure of Community Tree-Pathogenic Fungi on English Oak (*p*-mycocenosis) in Biocenoses of Upland Oak Forests in the South-West of the Central Russian Upland. **Dunaev A.V., Dunaeva E.N., Kalugina S.V., Afanasenkova O.V. 38**

Variability of Plastid Pigment Accumulation in *Juniperus communis* L. Needles. **Tishkina E.A., Semkina L.A. 47**

Productivity of the Mother Bushes *Lavandula angustifolia* Mill. Variety ‘Stepnaya’ in Depending of the Age and the Intensity of Exercise in Harvesting Cuttings. **Skipor O.B., Mishnev A.V. 52**

The Influence of Microbiological Preparation “Embiko®” on Seed Germination and Growth of Winter Wheat Seedlings.

Rzhevskaya V.S., Omelchenko A.V. 58

Influences of Extract from Embryonic Tissue of Poultry on the Acquired Immunity of Mice with Radiation Induced Immunodepression.

Pogorelaya M.S., Romanova E.A. 65

Rodents and Insectivorous Mammals of the Urbanized Territory of Mordovia. **Andreychev A.V. 71**

Ecological and Morphological Characteristics Oka Wild Boar (*Sus scrofa* L.). **Chervonny V.V., Gorbachova A.A. 78**

The Agrochemical Parameters of Soils, the Composition and Structure of Plant Communities on the Slopes of the Polar Exposition of Gully “Petrin Log” on the Territory of the Central Chernozem Reserve.

Arepieva L.A., Gridasova O.V., Karaulova L.N. 88

EARTH SCIENCES

Gross Forms of Heavy Metals in Soils Agglomeration of Volgograd–Volzhsky. **Kasterina N.G., Okolelova A.A., Zaikina V.N., Sherstnev A.K. 98**

Modern Gullying as a Powerful Factor of Destruction of Fertile Land Belgorod Region. **Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 106**

Responsible secretary:

Yu.A. Prismany, Candidate of biological sciences (Belgorod State National Research University)

Members of editorial board:

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

L.K. Buslovskaya, Doctor of biological sciences, professor (Belgorod State National Research University)

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

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

K. Drebenshtedt, Doctor, professor (Technical University Friberg Mining Academy, Friberg)

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

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

K.A. Nemets, Doctor of geographical sciences, professor (V.N. Karazin Kcharkiv National University, Kcharkiv)

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

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

V.N. Sorokopudov, Doctor of agricultural sciences, professor (All-Russia Selection-Technological Institute of Horticulture and Nursery RAAS, Moscow)

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

M.A. Ttubitsin, Candidate of chemical sciences, professor (Belgorod State National Research University)

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

Page layout by A.V. Prismany

E-mail: prismany@bsu.edu.ru

Passed for printing 17.12.2015

Format 60×84/8

Typeface Georgia, Impact

Printer's sheets 18,0

Order 256

Price free

Circulation 1000 copies

Date of publishing 30.12.2015

Subscription reference in The Russian Press

common catalogue – 81466

Dummy layout is replicated at Publishing House "Belgorod", Belgorod State National Research University
Address: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

Longstandig Dynamics of Basic Elements of the Spring Drain of the Small and Middle Rivers of the Central Chernozem Region.

Apukhtin A.V., Kumani M.V. 114

Seasonal Changes of Some Parameters of Springs Tract "Marshalkovo" (City Stroitel). **Orekhova G.A., Novykh L.L. 121**

Mapping of the Crop Areas Structure Using Landsat-8 Images (on Example of the Minsk Region of Republic of Belarus). **Kazjak E.V., Terekhin E.A. 127**

Economic Estimate of Application of Combined Support System in Permanent Workings of Coal Mines. **Smirnov A.V., Grigoriev A.E. 132**

Application Methodology for Quantifying the Degree of Smoothness Slopes Shoulder Career to Identify Potentially Dangerous from the Point of View of Stability of its Site. **Agarkov I.B., Godovnikov N.A. 137**

Information about Authors 143

БИОЛОГИЯ

УДК 57:519.71

ПРИНЦИП СИГНАТУРЫ В БИОЛОГИИ

SIGNATURE PRINCIPLE IN BIOLOGY

I.M. Khokhutkin

И.М. Хохуткин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, 620144 г. Екатеринбург, 8 Марта, 202
Institute of Plant and Animal Ecology of Uras Branch of RAS, 8 March St, 202, Yekaterinburg, 620144, Russia

Ключевые слова: фенетика, наземные моллюски, окрасочные морфы, биоразнообразие малакоценозов, сигнатура, *Helleborus caucasicus*, *Helleborus abchasicus*, ценопопуляция, возрастная структура, демографические показатели.

Key words: phenetics, terrestrial mollusks, painting morphs, biodiversity of malakocoenoses, signature.

Аннотация. Проведен фенетический анализ окрасочных признаков раковин моллюсков отряда Geophila; одновременно изучалась структура разнообразия малакоценозов Уральской Горной Страны. Используются методологические подходы, применяемые в кибернетике, в первую очередь, рассмотрение различных входов и выходов при модельном сетевом анализе систем. Сообщения, передаваемые по этим сетям – информация, т.е. среднее число двоичных выборов, необходимых для того, чтобы выделить данное сообщение из всего набора имеющихся сообщений. При таком определении совокупная входная информация биосистем оказывается огромной, тогда как их способность к переработке информации существенно ниже.

В связи с этим организация живых существ на многих уровнях, как внутренних (организменных), так и надорганизменных основана на принципе сигнатур, согласно которому лишь одна или некоторые из многочисленных особенностей какого-либо сложного целого используются в качестве информации. Отличия по значимым переменным фенотипа позволяют с достаточной степенью надежности оценить и различия между видами, возникшие в процессе их становления, т.е. при создании каждым из них новой экологической ниши. Такая концепция позволяет прибегнуть к сравнению на единой элементарной основе таксономических структур. Анализ результатов эволюционных процессов возможен на основе изучения структуры эволюционно близких видов. Будучи тесно связаны с почвой, подстилкой и растительным покровом и обладая сравнительно малой подвижностью, наземные моллюски образуют в каждом отдельном биотопе свои характерные и притом относительно устойчивые комплексы видов (малакоценозы), т.е. тем самым являются индикаторами условий, наличествующих в этом биотопе и определяющих его особенности. Это, в свою очередь, позволяет сравнить в едином элементарном ключе видовые комплексы биотических сообществ.

Resume. Phenetic analysis of shell marking features in mollusk order Geophila is presented simultaneously with biodiversity structure of malacocoenoses in Urals Mountain Region. Methodological approaches generally used in cybernetics were applied to examination of inputs and outputs in system network analysis. The messages transmitted over the networks are information, i.e. average number of binary options that is necessary to identify a given message in total set of available messages. At this definition the sum input information of biosystems appears to be immense while their information processing ability is substantially lower. In this connection organization of living beings at different levels is based on signature principle, according to that just one or a few of numerous features of some complex whole is used as information. With sufficient degree of reliability the distinctions in significant variables of a phenotype allow evaluating of interspecies differences that appeared between species during their origin, i.e. at the creation of new ecological niche by each of them. This conception allows resorting to comparison of taxonomic structures on unified elementary base. The analysis of evolutionary processes results is possible on the base of studying of structures in evolutionary close species. Associated with soil, ground litter, and vegetation and having relatively low mobility ground mollusks form in every separate biotope their characteristic and relatively stable complexes of species (malacocoenoses), i.e. they are indicators of biotope conditions determining its features. In its turn, it allows comparing of species complexes in biotic communities in a unified elementary clue.

Введение

Наука только сейчас начинает открывать,
какой жестокой регламентации подчиняются
«свободные» дикари
и еще более свободные звери и птицы.

Олдо Леопольд, 1983



Показано, что как животные, так и машины могут быть включены в класс вещей, отличительным свойством которых является наличие систем управления [Винер, 1958]. Позднее А.А. Ляпунов [1963] делает логический вывод о том, что управление, основанное на передаче информации, является составной частью всякой жизнедеятельности, более того, управление – характеристическое свойство жизни в широком смысле. Управление имеет информационную природу, подразумевает наличие целей, оптимального состояния системы и механизмов восприятия (для быстрой обратной связи).

Если понимать, что у каждого объекта, в том числе у живой системы, есть матрица возможных состояний, то процесс «познания» представляет собой освоение матрицы состояний системы, или реализацию своего потенциала. Живая система кардинально отличается от неживой тем, что занимается активным освоением своей матрицы состояний [Матурана, Варела, 2002]. Существенной особенностью живых систем является автопоэзис – самопроизводство системой компонент реализующих её организацию. Поведение системы определяется, скорее, будущим, чем прошлым ее состоянием; именно это и происходит, когда отрицательная обратная связь заставляет поведение системы стремиться к предписанному или гомеостатическому пределу [Аптер, 1970].

Организм, рассматриваемый как система, имеет иерархическую структуру. Эта структура относительно самого организма подразделяется на внутренние уровни: молекулярный, клеточный, уровень органов и, наконец, собственно организм. Однако организм взаимодействует и с надорганизменными живыми системами, уровнями которых являются популяция, экосистема и биосфера. Важно подчеркнуть, что экосистема – это любая совокупность взаимодействующих живых организмов и условий среды, функционирующая как единое целое за счет обмена веществ, энергии и информации. Любой элемент среды, способный оказывать прямое влияние на живые организмы, хотя бы на протяжении одной из фаз их индивидуального развития, называют экологическим фактором (абиотическим, биотическим, антропогенным).

Виды различаются определенным комплексом признаков, причем, чем более они родственны, тем меньше (или с большим трудом) находим мы таких признаков. Для целей систематики используются признаки, присутствующие у одного вида и отсутствующие у другого (теза–антитеза). Иного рода признаки свойственны всем сравниваемым видам, они имеют разную структуру в каждой из когорт системы. Эти признаки альтернативно-дискретны и элементарны, т. е. представляют собой фены [Тимофеев-Ресовский, Яблоков, 1973; Яблоков, 1980]. Фены чрезвычайно удобны для эколого-генетического описания близких видов. Это связано с тем, что экологический термин «ниша» и генетический – «фенотип», по Одуму [1975], понятия аналогичны. Он пишет: «Полное описание экологической ниши вида вылилось бы в бесконечный ряд биологических характеристик и физических параметров. Поэтому наиболее полезной и количественно наиболее применимой была бы концепция ниши, основанная на различиях между видами ... по одной или нескольким важным ... (операционально-значимым) характеристикам» [Одум, 1975: 303]. Таким образом, отличия по значимым переменным фенотипа позволяют с достаточной степенью надежности оценить и различия между видами, возникшие в процессе их становления, т. е. при создании каждым из них новой экологической ниши. При этом следует «кодирование» общими фенами любого количества видов за счет бесчисленных вариаций внутри каждой морфы и канализация основных вариантов фенотипического проявления изменчивости. Такая концепция позволяет прибегнуть к сравнению на единой элементарной основе таксономических структур, к которым относятся рассматриваемые виды. Анализ результатов эволюционных процессов возможен на основе изучения структуры эволюционно близких видов.

Будучи тесно связаны с почвой, подстилкой и растительным покровом и обладая сравнительно малой подвижностью, наземные моллюски образуют в каждом отдельном биотопе свои характерные и притом относительно устойчивые комплексы видов, т. е. тем самым являются индикаторами условий, наличествующих в этом биотопе и определяющих его особенности.

Существует понятие биома – биотического сообщества, возникшего в результате взаимодействия макроклимата, регионального климата, региональной биоты и субстрата. Входящие в состав биома биогеоценозы тесно взаимосвязаны потоками энергии и веществ. Биогеоценоз – это часть планетарной экосистемы, внутри которой происходит передача информации между отдельными компонентами, осуществляется круговорот веществ и движется поток энергии.

Для каждого биома характерна определенная форма климатической климаксовой растительности или другая характерная особенность ландшафта. При формировании биомов выделяются три фазы – от начального заселения определенного региона до зрелости биома [Clarke, 1978, 1985]. Соответственно этому, определенным образом изменяется

взаимоотношение между составляющими биом видами, и происходят изменения систем признаков видов. Таким образом, элементарные структурные системы признаков видов характеризуют те или иные биосистемы; отмечается их пространственно-временная стабильность, и делается заключение об их значительной устойчивости. Существует представление о том, что весь эволюционный процесс может быть представлен как биогеографически целое [Grehan, 1988a, 1988b]; каждая конкретная биота может быть рассмотрена, как целостная совокупность морфологически и географически определенных таксонов.

Возможность существования стабильных сообществ достигается, благодаря способности живых организмов приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды. Адаптации обеспечивают выживание видов, поддерживают видовое разнообразие экосистем [Даждо, 1975].

Финальной стадией развития всех экосистем является их климаксовое (равновесное) состояние или гомеостаз, когда экосистема находится в полном единстве с факторами окружающей среды. Климаксовые сообщества характеризуются узкой специализацией всех членов, высокой степенью сбалансированности свойственных им функциональных процессов. Климаксовый биоценоз остается неизменным в течение длительного времени, он максимально защищен от внешнего воздействия.

В связи с вышеизложенным приведем следующий пример. Образовавшаяся и долго существующая экосистема хвойного леса будет значительно отличаться от таковой лиственного, даже если они занимают территориально близкие биотопы. Это произойдет потому, что первоначальное занятие определенной площади хвойными деревьями будет изменять окружающие факторы биогеоценоза кардинально иным образом, чем лиственными. В частности, в почву будут поступать принципиально иные в химическом отношении метаболиты; таким образом, отмечается информационный уровень связи [Сукачев, 1972].

Главная особенность живых существ – их огромная сложность. Все биологические процессы, как протекающие в самом организме, с одной стороны, так и осуществляющиеся в его взаимосвязях со средой обитания (средой биогеоценоза), с другой, коррелируются в единую систему организмом, который является основной единицей в органической природе [Шмальгаузен, 1983]. Подчеркнем еще один, чрезвычайно важный, момент: отношения между различными «биологическими свойствами» организма, такими, как ощущение, локомоция, поглощение пищи, выделение, ассимиляция и т. д., характеризуют организм как целое. Эти отношения ... остаются одними и теми же, т. е. инвариантны, для всех организмов, как бы последние ни различались между собой по своей физико-химической конституции [Рашевский, 1968: 59].

В процессе эволюционных преобразований нормальный «дикий» тип организации должен постепенно разрушиться вследствие перехода всех генов в более устойчивое, т. е. мутационное состояние, если бы не было естественного отбора, устраняющего или нейтрализующего огромное большинство всех мутаций. Нормальная организация постоянно разрушается вследствие процесса мутирования, но она же непрерывно воссоздается в процессе естественного отбора наиболее жизненных особей. Современные обобщающие исследования полностью подтверждают теоретическую значимость разработок И.И.Шмальгаузена: «... биологическая эволюция представляет собой комбинированный результат дарвиновского естественного отбора и самоорганизации, вследствие необратимых процессов» [Пригожин, Кондепуди, 2002: 8].

Анализ основного материала

Среди всех наземных моллюсков наиболее полно в эколого-генетическом плане исследованы представители отряда Geophila (табл. 1). В настоящее время имеются данные по генетике окрасочных признаков раковины: отсутствие (морфа 0) – наличие (морфы I...N) одной или нескольких цветных спиральных лентовидных полос (так называемая «опоясанность») у четырех видов подотряда Achatinina, одного вида Pupillina и семи видов Helixina. Всего (совместно с мономорфными) изучено 18 видов. Еще несколько видов исследованы экологически. Важно отметить, что наследование опоясанности для всех без исключения видов носит моногенный характер [Хохуткин, 1983]. При анализе надсемейств Helicoidea и Hygromioidea подотряда Helixina инфраотряда Helixinia в фенетическом плане нами использованы собственные и литературные данные о структуре признаков 975 видов; это ~40% имеющихся в двух надсемействах видов (более 2500). В целом, на макроэволюционном уровне, реализуется лишь небольшая часть возможных генетических комбинаций и весь процесс приобретает направленность.



Таблица 1

Генетическая и экологическая структура видов отряда Geophila

Table 1

Genetic and ecological structure of species in order Geophila

Вид и высший таксон	Число исследованных животных	Генетическое свойство морфы о	Количество животных разных морф в популяциях вида, %						
			о	I	II	III	IV	V	
Подотряд Achatinina									
<i>Partula taeniata</i>	Нет сведений	P	+	+	+	+	-	-	
<i>P. suturalis</i>	- " -	P	*	+	+	x	x	-	
<i>Limicolaria flammulata</i>	- " -	P	*	+	-	-	-	-	
<i>L. aurora</i>	- " -	P	60	40	-	-	-	-	
Подотряд Pupillina									
<i>Brephulopsis bidens</i>	14474	D	97	+	+	+	+	+	
Подотряд Helexina, инфраотряд Helexinia									
<i>Fruticicola fruticum</i>	28636	D	80	20	x	x	x	-	
<i>Fr. schrencki</i>	667	P?	9	91	-	-	-	-	
<i>Fr. transbaicalia</i>	601	-	50	50	-	-	-	-	
<i>Fr. almaatini</i>	898	-	13	87	x	-	-	-	
<i>Fr. lantzi</i>	1872	-	x	x	x	98	x	-	
<i>Fr. similaris</i>	59154	P	88	12	-	-	-	-	
<i>Cernuella virgata</i>	Нет сведений	P	-	-	-	-	-	-	
<i>Alianta arbustorum</i>	- " -	P	+	+	x	?	-	-	
<i>Theba pisana</i>	2417	D	51	41	x	8	-	-	
<i>Cepaea nemoralis</i>	195446	D	29	20	x	x	x	48	
<i>C. hortensis</i>	155697	D	46	x	x	x	x	52	
<i>C. vindobonensis</i>	4080	-	x	x	x	x	26	73	
<i>Caucasotachea atrolabiata</i>	126	-	-	-	-	-	99	x	
<i>Cryptomphalus aspersa</i>	Нет сведений	D	+	+	+	-	x	+	
<i>Cochlicella acuta</i>	- " -	P	10	20	70	-	-	-	

Примечание: Д, Р – доминантность или рецессивность признака; морфа о – бесполовая морфа; морфы I...V – с соответствующим количеством полос; (+) – основная морфа; x – редкая морфа; * – преобладание в популяциях одной из основных морф; (-) – отсутствие признака или данных; (?) – наличие признака или свойства сомнительно.

Исследование изменчивости наземных моллюсков отряда Geophila на основе элементного анализа выявляет картину идущих как внутри вида, так и при становлении таксонов высокого ранга разнонаправленных процессов. Анализ двух близких надсемейств (Helicoidea и Hygromioidea) выявил фенотипический «потенциал» для каждого из них: количество бесполовых видов составляет 29.7 и 55.9% соответственно. Последнее говорит о том, что полиморфизм в целом представляет адаптивную черту, и его возникновение происходит лишь в процессе относительно долгого взаимодействия видов с факторами биогеоценоза. Оценка дисперсии частот рецессивного гена окраски раковин по одной из систем элементарных признаков и расчет на ее основании дисперсии s^2_m между группами [Ли, 1978] показывает уровень изменчивости между колониями подразделенной популяции, популяциями географических групп и всеми популяциями вида равный 0.02; 0.07; 0.26 соответственно. При анализе разных видов отряда эта величина составляет 0.29. Таким образом, процессы изменчивости стабилизируются на уровне вида. В элементарных системах признаков окраски в процессе эволюции близких видов наблюдаем энергетически выгодное и довольно свободное «переключение» доминантности, т. е. смену доминирующих морф [Хохуткин, 1983; 1984а, 1984б; 1987; 2004].

Параллельно проведено (фаунистическое) исследование наземной малакофауны Уральской Горной Страны, где изучалась структура биоразнообразия биоты малакоценозов. Наземная малакофауна Урала представлена 44 видами. На Северном Урале обитает 4 бореальных, 3 лесных и два циркумбореальноальпийских вида; на Среднем Урале, соответственно из этих групп 2, 12 и 2 вида и добавляется 3 степных; на Южном Урале – 1, 5, 1 и 4 вида соответственно. Непосредственно в горной части Северного, Среднего и Южного Урала общее число видов составляет 20, 36 и 25 (соответственно 66.7, 45.6 и 56.8% из отмеченных в этих регионах). Сравнительный анализ участия собственно горных видов в малакоценозах различных горных регионов Евразии показал, что доля таких видов колеблется от 35 до 88%,

причем, виды наиболее высокогорных участков составляют лишь незначительный процент (3–5). На Урале доля горных видов в экосистемах снижена до 25%, что связано со спецификой низкогорных ландшафтов данного региона. Однако, степень их участия в формировании фаунистических комплексов достаточно высока, чтобы можно было говорить о горном характере экосистем Урала как местообитаний, пригодных для этой группы животных. В целом фауна моллюсков этого региона принадлежит Европейско-Сибирской подобласти Палеарктической области.

Количество видов по зонам распределено следующим образом. От степей до южной тайги (включая лесостепь, широколиственные, разреженные – лиственные и смешанные леса) на территории Урала зарегистрировано примерно одинаковое их число – немногим свыше 40. Начиная со средней тайги к северной тайге и далее к лесотундре наблюдаем их плавное и закономерное уменьшение (от 25 до 15). Количество использованного в анализе материала всех видов по объему равно в зонах степи, лесостепи и широколиственных лесов, а выборка из разреженных (лиственных) и смешанных лесов в два раза больше. С зоны южной тайги и далее на север, в пределах всей таежной зоны, количество материала уменьшается из-за особенностей полевого сбора; выборки из лесотундры по объему материала равны среднетаежным. Таким образом, используемый объем материала позволяет установить стабильное количество видового разнообразия от степной до южнотаежной зоны и его снижение от среднетаежной зоны до тундры (табл. 2).

Таблица 2
Распределение наземных моллюсков по географическим зонам Урала

Table 2
Landsnails distribution in geographical zones of the Urals

Зоны	Материал (тыс. экз.)	Количество видов
Степь	15,5	41
Лесостепь	14	44
Широколиственные леса	14	42
Разреженные (лиственные) леса	26	44
Смешанные леса	26	42
Южная тайга	10,4	43
Средняя тайга	4,7	25
Северная тайга	0,6	19
Лесотундра	5,2	15

Остановимся подробнее на характеристике распределения «модельного» вида – кустарниковой улитки (*Fruticicola fruticum* (Müller, 1774)). Вид обитает в хвойных, лиственных и смешанных лесах, расположенных в долинах рек, и на лесных болотах; заходит в горные и степные ландшафты. Кустарниковая улитка встречается в самых разнообразных растительных ассоциациях, всюду имея достаточно высокую численность. Интересным представляется огромный ареал

вида – (вся Европа до Зауралья включительно и отдельные находки в Западной и Восточной Сибири) по сравнению с родственными ему видами, зачастую имеющими весьма ограниченное распространение. Это тем более удивительно, что многие из них тесно связаны в своем расселении с синантропизацией местообитаний с соответствующим комплексом растительности.

Распределение *Fr. fruticum* по плотности в биотопах смешанных пойменных лесов (на примере Сарапульской возвышенности) происходит следующим образом. В центре густых крапивных зарослей на 1 м² в годы высокой численности приходилось до 50, в иных случаях – до 80–90 животных; янтарки, слизни и более мелкие виды встречались единично. Ближе к краю крапивных зарослей численность доминирующего вида снижалась до 20 экз. Еще дальше, где лес граничил с пойменным лугом, количество особей кустарниковой улитки падало до 2–8 экз. на 1 м². На лугу *Fr. fruticum* полностью отсутствует. Доминирующий вид в этом биотопе – янтарка (*Succinea putris* (Linnaeus, 1758)) – до 40 особей на 1 м². Большинство других популяций первого вида обладает аналогичным размещением животных в биотопе по плотности. Это касается как популяций с большим количеством особей, так и малочисленных. Важно подчеркнуть, что сохранялся общий принцип распределения: наибольшая плотность особей связывается с наибольшей концентрацией растений крапивы; к краям зарослей крапивы и лабазника численность падала. Такое распределение проявляется на фоне агрегированных скоплений особей, как в куртинах растений, так и на отдельных растениях. В целом агрегации обусловлены как гетерогенностью среды, так и разного рода «кооперативными» связями, например, облегчением поиска партнера для спаривания. Жизнедеятельность большинства особей осуществляется на весьма ограниченной территории внутри ареала популяции, имеющих, как правило, демовую, т. е. колониальную, структуру. Отмечено, также, что миграция резко ограничена в репродуктивный период.



Заклячая раздел, отметим, что кустарниковая улитка встречается в разнообразных растительных сообществах; вид приурочен к растительности, характеризующей ранний этап лесной сукцессии. Крупные колонии имеют концентрическую структуру: в центре местообитания, т. е. в наиболее оптимальных условиях, создается «ядро» с наиболее плотным размещением особей. В колониях вида наблюдаются суточные миграции в пределах их поселений.

При сезонных миграциях – расползание при выходе из зимней спячки и возвращение к прежним местам осенью – расстояния, преодолеваемые моллюсками, могут увеличиваться многократно. Численность колоний регулируется климатическими факторами, в первую очередь, количеством осадков. Это обстоятельство, а также постоянство кормовых ресурсов определяет относительно высокие показатели плотности и ее относительно незначительные колебания. В целом размер демов популяций *Fr. fruticum* довольно постоянен во времени.

Несколько слов о взаимоотношении рассматриваемого вида с другими, населяющими как биотопы Уральской горной страны, так и более отдаленные в широтном направлении, где он присутствует. В общей сложности в различных местообитаниях все из отмеченных видов встречаются совместно с *Fr. fruticum*. Ниже приведём примеры таких малакоценозов, где доминирующим по численности видом является кустарниковая улитка.

1. Сарапул (Удмуртия): *S. putris*, *Cochlicopa lubrica* (Müller, 1774), *Vallonia pulchella* (Müller, 1774), *Euomphalia strigella* (Draparnaud, 1801), *Perpolita petronella* (L. Pfeiffer, 1853), *Zonitoides nitidus* (Müller, 1774), *Deroceras agreste* (Linnaeus, 1758), *Arion subfuscus* (Draparnaud, 1805).

2. г. Елабуга (Татарстан): *S. putris*.

3. п. Красноусольский, с-в (Башкирия): ряд видов родов *Vertigo* и *Vertilla*.

4. п. Красноусольский, ю-в: *S. putris*, *Chondrula tridens* (Müller, 1774), *Pseudotrachia rubiginosa* (A. Schmidt, 1853), *E. strigella*.

5. п. Ишимбай (Башкирия): *S. putris*, *Ch. tridens*, *E. strigella*, *P. petronella*.

6. г. Катав-Ивановск (Челябинская обл.): *S. putris*.

7. п. Миассово (Челябинская обл.): *S. putris*.

8. Екатеринбург, УралНИИСХОЗ: *S. putris*, *P. petronella*.

9. ст. Поповка (Ленинградская обл.): *S. putris*, *Perforatella bidens* (Chemnitz, 1786).

10. д. Красный Бор (Ленинградская обл.): *S. putris*, *P. bidens*.

11. г. Орджоникидзе (Северная Осетия): *Circassina circassica* Charpentier in Mousson, 1863, *Fruticocampylaea narzanensis* (Krynicky, 1836).

12. с. Тарское (Северная Осетия): *C. circassica*, *Fr. narzanensis*.

Далее нами произведено сравнение хорошо изученных наземных малакоценозов Урала и Среднерусской возвышенности [Снегин, 2002, 2004]. В обоих регионах рассматривались биотопы смешанных и лиственных лесов; 17 широко распространенных и 16 видов провинции европейских смешанных и широколиственных лесов были общими для них. На Урале, в лесной зоне, обитает 26 видов, на территории Среднерусской возвышенности – 34 вида. Ряд лесных и циркумбореальноальпийских видов, встречающихся на Урале, совершенно отсутствуют на Среднерусской возвышенности. Основное различие между лесными биотопами двух регионов возникло за счет южных, термофильных элементов, не свойственных Уралу.

В рамках комплексной работы по инвентаризации фауны и флоры юга лесостепной зоны Среднерусской возвышенности, был составлен список видов наземных моллюсков заповедника «Белогорье» (участки 1–3) и «Ровеньского природного парка» (участок 4).

Сами эти территории в значительной степени гетерогенны (на одном и том же участке могут присутствовать виды, характерные для степных, лесных, луговых и меловых сообществ). В малакоценозах этих биотопов кустарниковая улитка является доминирующим видом, но только в пойменных и байрачных лесных сообществах. В степи и на меловых склонах она редка. Ниже приведены данные по видовому составу тех участков, где кустарниковая улитка доминирует по численности, или встречается в значительном числе.

1. «Лес на Ворскле»: *S. putris*, *S. oblonga* (Draparnaud, 1801), *Oxiloma elegans* (Risso, 1826), *Ox. sarsii* (Esmark in Esmark et Hoyer, 1886), *Merdigera obscura* (Müller, 1774), *Discus ruderatus* (Müller, 1774), *C. lubrica*, *C. lubricella* (Ziegler in Porro, 1838), *V. pulchella*, *V. costata* (Müller, 1774), *Vitrina pellucida* (Müller, 1774), *Aegopinella minor* (Stabile, 1864), *Z. nitidus*, *Perpolita hammonis* (Ström, 1765), *Euconulus fulva* (Müller, 1774), *Cochlodina laminata* (Montagu, 1803), *Ps. rubiginosa*, *Trichia hispida* (Linnaeus, 1758), *E. strigella*, *A. subfuscus*, *Arion circumscriptus* (John., 1828), *Limax maximus* Linnaeus, 1758, *Limax cinereoniger* Wolf, 1803.

2. «Ямская степь»: *S. putris*, *S. oblonga*, *Ch. tridens*, *C. lubricella*, *V. pulchella*, *V. costata*, *V. pellucida*, *P. hammonis*, *Pupilla muscorum* (Linnaeus, 1758), *P. triplicata* (Studer, 1820), *Ps.*

rubiginosa, *Tr. hispida*, *E. strigella*, *Helicopsis striata* (Müller, 1774), *A. subfuscus*, *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774).

3. «Стенки–Изгорья»: *S. putris*, *S. oblonga*, *Ox. elegans*, *Ox. sarsi*, *Ch. tridens*, *C. lubricella*, *V. pulchella*, *V. costata*, *V. pellucida*, *Ae. minor*, *Z. nitidus*, *Z.* (Müller, 1774) *P. hammonis*, *P. petronella*, *Vitrea cristallina* (Müller, 1774), *P. muscorum*, *P. triplicata*, *C. laminata*, *Cepaea vindobonensis* (C. Pfeiffer, 1828), *A. subfuscus*, *A. circumscriptus*.

4. Участок «Айдарский»: *S. oblonga*, *Ox. elegans*, *Ch. tridens*, *D. ruderatus*, *C. lubrica*, *V. pulchella*, *V. costata*, *V. pellucida*, *Ae. minor*, *Z. nitidus*, *Truncatellina cylindrica* (Férussac, 1807), *P. muscorum*, *P. triplicata*, *E. strigella*, *H. striata*, *D. agreste*.

Таким образом, будучи тесно связаны с почвой, подстилкой и растительным покровом и обладая сравнительно малой подвижностью, наземные моллюски образуют в каждом отдельном биотопе свои характерные и притом относительно устойчивые комплексы видов, т. е. тем самым являются индикаторами условий, наличествующих в этом биотопе и определяющих его особенности. В процессе исторического расселения, на основе общего видового ядра, формируются специфические малакоценозы в сходных биотопах как одной, так и разных ландшафтных зон.

При оценке путей формирования биоты регионов (рис.) мы сталкиваемся с взаимодействием тех и других закономерностей. Анализ структуры признаков видов в регионах показывает, что Новый Свет является центром расхождения когорт этих признаков: сходство уменьшается по мере удаления от центра формообразования. Вывод сделан на основании расчета бинарной функции сходства [Хохуткин, Елькин, 1982]. Таким образом, для нашего анализа принимается существование, как части биотических сообществ, видов рассматриваемых надсемейств в следующих регионах: Северная Америка, Западная Европа; Крым; территория бывшего СССР: европейская часть, Карпаты, Кавказ, Средняя Азия, Алтай, Сибирь, Дальний Восток; Филиппины, Австралия, Южная Америка, Индия, Таиланд. Основные результаты этой оценки сводятся к тому, что по признаку «одеянности» дальневосточные виды в высокой степени (F=60%) связаны со среднеазиатской фауной, а еще более значительная связь между когортами признаков северо-американских и европейских (F=69%). Связь между европейскими видами и кавказско-крымскими также достаточно высока (F=57%) и уменьшается при сравнении европейской и среднеазиатских видов (F=37%). При этом учтены филогенетические взаимоотношения фаун.

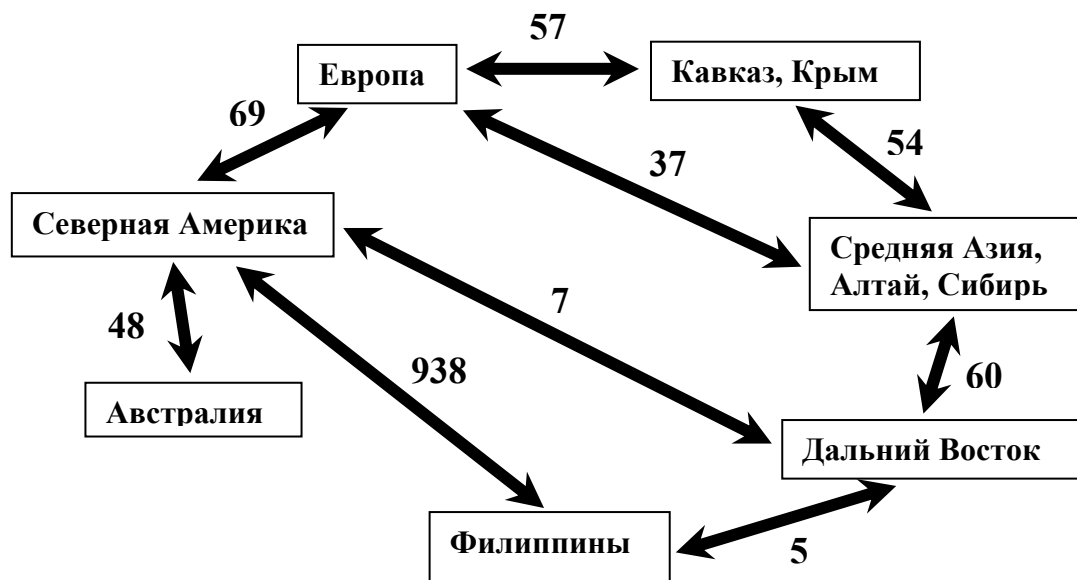


Рис. Коэффициент сходства фаун по количеству видов с одинаковыми элементарными системами окрасочных признаков раковин

Fig. The coefficient of similarity in the number of fauna species with the same basic systems of color characteristics of shells

Независимо от этого установлено, что количество полиморфных видов уменьшается с 49% в Северной Америке до 16.3% в Средней Азии, малакофауна которой сформировалась позже других.

Заключение

Сущность принципа управления заключается в том, что движение и действие больших масс или передача и преобразование больших количеств энергии направляется и контролируется при помощи небольших количеств энергии, несущих информацию. Информация определяется как объективное свойство материальных объектов и явлений порождать многообразие состояний, которые посредством фундаментальных взаимодействий материи передаются от одного объекта (процесса) другому и запечатлеваются в его структуре.

Информация – сообщения передаваемые по модельным сетям систем; это – среднее число двоичных выборов, необходимых для того, чтобы выделить данное сообщение из всего набора имеющихся сообщений. Организация живых существ на многих уровнях основана на принципе сигнатур, согласно которому лишь одна или некоторые из многочисленных особенностей какого-либо сложного целого используются в качестве информации (потому что совокупная входная информация биосистем оказывается огромной, тогда как их способность к переработке информации гораздо более скромна). Сигнатура (часть признаков различных компонентов, участвующих в интеграции входа, закона и выхода в единое целое) – неизбежное зло, ценой которого система справляется с переработкой больших количеств информации, несмотря на ограниченную пропускную способность своих компонентов (Уотермен, 1968: 438).

Мы можем сделать общий вывод о том, что эволюционируют определенные системы признаков, характеризующие функциональные качества популяций и ценозов, как целостных систем. Адаптация биосистем определенного ранга базируется на структурном и функциональном разнообразии генетически изменчивых элементарных систем признаков; отбор идет на коадаптацию структур в этих биосистемах. Реализация данных закономерностей происходит, как показано Вавиловым [1967] таким образом, что возникают центры формообразования, иначе центры разнообразия. Это – центры скопления фенотипов, с преобладанием доминантных признаков. К периферии распространения определенных систем признаков наблюдается убывание доминантов и накопление рецессивных форм, т. е. происходит процесс освобождения рецессивных генов. Все это позволяет раскрыть роль генотипической детерминации процессов макроэволюции. Направление развития тех или иных признаков канализируется таким образом, что определенные, повышающие приспособленность всего ценоза признаки и качества, приобретаются многими видами. В процессе эволюционного развития возникает большое разнообразие структур, но все они имеют в своей основе одинаковые элементарные системы признаков.

Живые организмы – это многокомпонентные открытые системы, сочетающие в себе поразительную устойчивость с тончайшей чувствительностью к изменениям. Даже если предположить, что оптимальные системы могут и не выработаться в результате отбора, отношения между фактически существующими группами видов будут сходны с отношениями между соответствующими оптимумами.

В связи с вышеизложенным, – самое большее, что можно сказать, – это то, что окружение каким-то образом играет роль «пускового механизма» для различных процессов развития и в некоторых случаях влияет на внешние свойства организма благодаря адаптациям. В случае развития мы имеем «дедуктивный» процесс, в случае обучения – взаимодействие организма со средой. То есть, в случае развития управление в основном внутреннее (гены), а в случае обучения – внешнее (среда). Развивающаяся система закрыта для информации (но не для энергии), в то время как сущность обучающейся системы в том, что она открыта для информации, поступающей от окружающей среды [Аптер, 1970].

В процессе «анализа», благодаря которому фенотипическая, популяционная, видовая и ценотическая матрицы могут определять последовательность как микроэволюционных, так и действующих на них факторов биогеоценоза, распознается не весь их пул, а лишь некоторая сигнатура. Операции, основанные на сигнатурах, можно рассматривать как неизбежное зло, ценой которого система справляется с переработкой больших количеств информации, несмотря на ограниченную пропускную способность своих компонентов [Уотермен, 1968]. Такая концепция позволяет прибегнуть к сравнению на единой элементарной основе, как таксономических структур, так и видовых комплексов в биотических сообществах. Анализ результатов эволюционных процессов возможен на основе изучения структуры эволюционно близких видов. Анализ биогеоценотических связей в биотопах возможен на основе формирования относительно устойчивых видовых малакокомплексов. В целом такой подход несет эволюционную нагрузку, характеризуя рассмотренные процессы как изменение биологических систем разного ранга и разных уровней и плоскостей соподчиненности.

Благодарности

Работа поддержана Программой УрО РАН (Проект № 15-12-4-25).
Автор благодарен к.б.н. К.В. Маклакову за перевод аннотации.

Список литературы
References

1. Аптер М. 1970. Кибернетика и развитие. М.: Мир, 216.
1. Аптер М. 1970. Kibernetika i razvitiye [Cybernetics and development]. Moscow, Mir, 216. (in Russian)
2. Вавилов Н.И. 1967. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. В кн.: Избранные произведения. Т. 1. Л., Наука: 7–61.
2. Vavilov N.I. 1967. The law of homologous series in genetic variation. In: Izbrannyye proizvedeniya. T. 1 [Selected Works. Vol. 1.]. Leningrad, Nauka: 7–61. (in Russian)
3. Винер Н. 1958. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М., Изд-во «Советское радио», 216.
3. Wiener N. 1958. Kibernetika, ili upravleniye i svyaz' v zhivotnom i mashine [Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine]. Moscow, Izd-vo "Sovetskoe Radio", 216. (in Russian)
4. Дажо Р. 1975. Основы экологии. М., Прогресс, 415.
4. Dazho R. 1975. Osnovy ekologii [Fundamentals of Ecology]. Moscow, Progress, 415. (in Russian)
5. Леопольд О. 1983. Календарь песчаного графства. М., Мир, 248.
5. Leopold O. 1983. Kalendar' peschanogo grafstva [Calendar sandy county]. Moscow, Mir, 248. (in Russian)
6. Ли Ч. 1978. Введение в популяционную генетику. М., Мир, 561.
6. Lee C. 1978. Vvedeniye v populyatsionnyuyu genetiku [Introduction to population genetics]. Moscow, Mir, 561. (in Russian)
7. Ляпунов А.А. 1963. Об управляющих системах живой природы и общем понимании жизненных процессов. В кн.: Проблемы кибернетики. Вып. 10. М., Госиздат, физ.-мат. лит.: 179–193.
7. Lyapunov A.A. 1963. About the control systems of wildlife and the general understanding of life processes. In: Problemy Kybernetiki. Vyp. 10 [Problems of Cybernetics. Vol. 10]. Moscow, Gosizdat, phys.-mat. lit.: 179–193. (in Russian)
8. Матурана У., Варела Ф. 2002. Древо познания. М., Прогресс-Традиция, 224.
8. Maturana U., Varela F. 2002. Drevo poznaniya [Tree of Knowledge]. Moscow, Progress-Traditsiya, 224. (in Russian)
9. Пригожин И., Кондепуди Д. 2002. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. М., Мир, 461.
9. Prigozhin I., Kondepudi D. 2002. Sovremennaya termodinamika. Ot teplovykh dvigateley do dissipativnykh struktur [Modern thermodynamics. From Heat Engines to dissipative structures]. Moscow, Mir, 461. (in Russian)
10. Одум Ю. 1975. Основы экологии. М., Мир, 740.
10. Odum YU. 1975. Osnovy ekologii [Fundamentals of Ecology]. Moscow, Mir, 740. (in Russian)
11. Рашевский Н. 1968. Модели и математические принципы в биологии. В кн.: Теоретическая и математическая биология. М., Мир: 48–69.
11. Rashevsky N. 1968. Models and mathematical principles in biology. In: Teoreticheskaya i matematicheskaya biologiya [Theoretical and Mathematical Biology]. Moscow, Mir: 48–69. (in Russian)
12. Снегин Э.А. 2002. Наземная малакофауна заповедника «Белогорье». В кн.: Роль особо охраняемых территорий центрального Черноземья в сохранении и изучении биоразнообразия лесостепи. Материалы научно-практической конференции, посвященной 75-летию Воронежского государственного природного биосферного заповедника (г. Воронеж, ст. Графская, 1–3 октября 2002 г.). Воронеж, Изд-во Воронежского госзаповедника: 103–106.
12. Snegin E.A. 2002. Land reserve malacofauna "Belogorye". In: Rol' osobo ohranjaemykh territorij central'nogo Chernozem'ja v sohranenii i izuchenii bioraznoobrazija lesostepi. Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 75-letiju Voronezhskogo gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika (g. Voronezh, st. Grafskaja, 1–3 oktjabrja 2002 g.) [The role of protected areas in the Central Black Soil conservation and study of forest biodiversity. Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Voronezh State Nature Biosphere Reserve (Voronezh, st. Count, 1–3 October 2002)]. Voronezh, Izd-vo Voronezhskogo goszapovednika: 103–106. (in Russian)
13. Снегин Э.А. 2004. К вопросу об истории расселения видов наземных моллюсков в лесостепном ландшафте. В кн.: Эколого-фаунофункциональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків, їх роль в біоіндикації стану навколишнього середовища. Збірник наукових праць. Житомир, Видавництво «Волинь»: 186–188.
13. Snegin E.A. 2004. To a question about the history of settlement species of terrestrial mollusks in the forest-steppe landscape. In: Jekologo-faunkcionalni ta faunistichni aspekti doslizhenija moljuskiv, ih rol' v bioindikacii stanu navikolishn'ogo seredovishha. Zbipnik naukovih prac' [The functional and eco-faunal aspects of research molluscs ix role in bioindykatsii state navikolyshnoho environment. Zbipnyk scientific papers]. Zhitomir, Vidavnistvo "Volin": 186–188. (in Russian)
14. Сукачев В.Н. 1972. Избранные труды. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л., Наука, 429.



- Sukachev V.N. 1972. *Izbrannye trudy*. Т. 1. *Osnovy lesnoj tipologii i biogeocenologii* [Selected works. Vol. 1. Fundamentals of forest typology and biogeocenology]. Leningrad, Nauka, 429. (in Russian)
15. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В. 1973. Фены, фенетика и эволюционная биология. *Природа*, (5): 40–51.
- Timofeyev-Resovskiy N.V., Yablokov A.V. 1973. Feny, phenetics and evolutionary biology. *Priroda*, (5): 40–51. (in Russian)
16. Уотермен Т. 1968. Заключительное слово. *В кн.: Теоретическая и математическая биология*. М., Мир: 431–442.
- Waterman D. 1968. Concluding remarks. *In: Teoreticheskaja i matematicheskaja biologija* [Theoretical and Mathematical Biology]. Moscow, Mir: 431–442. (in Russian)
17. Хохуткин И.М. 1983. Структура видов и высших таксонов как единая система (опыт фенетического анализа у наземных моллюсков). *Успехи современной биологии*, 96 (2): 308–317.
- Hohutkin I.M. 1983. The structure of the species and higher taxa as a single system (the experience of genetic analysis in terrestrial molluscs). *Uspеhi sovremennoj biologii* [Biology Bulletin Reviews], 96 (2): 308–317. (in Russian)
18. Хохуткин И.М. 1984 (1985). Применение принципов системологии в эволюционных исследованиях. *В кн.: Микроэволюция. 1-ая Всесоюзная конференция по проблемам эволюции. Сборник тезисов*. М.: 61–62.
- Hohutkin I.M. 1984 (1985). Application of the principles in evolutionary studies systemology. *In: Mikroevoljucija. 1-aja Vsesojuznaja konferencija po problemam jevoljucii. Sbornik tezisov* [Microevolution. 1st All-Union conference on evolution. Abstracts]. Moscow: 61–62. (in Russian)
19. Хохуткин И.М. 1984. Смена доминирования в системе окрасочных признаков «опоясности» раковины у близких форм наземных моллюсков. *В кн.: Генетико-селекционные исследования на Урале. Информационные материалы*. Свердловск: 27–28.
- Hohutkin I.M. 1984. Change of dominance in the paint signs "aprons" shells from close forms of terrestrial molluscs. *In: Genetiko-selekcionnye issledovanija na Urale. Informacionnye materialy* [Genetic and breeding research in the Urals. Information materials]. Sverdlovsk: 27–28. (in Russian)
20. Хохуткин И.М. 1987. Микро- и макроэволюционные изменения элементарных систем признаков наземных моллюсков. *В кн.: Генетика и селекция животных. 5-й Съезд Всесоюзного общества генетиков и селекционеров*. Т. 3. М.: 225.
- Hohutkin I.M. 1987. Micro- and macroevolution change elementary systems of signs of terrestrial molluscs. *In: Genetika i selekcija zhivotnyh. 5-j S#ezd Vsesojuznogo obshhestva genetikov i selekcionerov*. Т. 3 [Genetics and breeding animals. 5th Congress of the All-Union Society of Geneticists and Breeders. Vol. 3]. Moscow: 225. (in Russian)
21. Хохуткин И.М. 2004. Самоорганизация биологических систем. *В кн.: Современные достижения в исследованиях окружающей среды и экологии. Сборник научных статей, посвященный памяти академика В.Е. Зуева*. Томск, СТТ: 191–194.
- Hohutkin I.M. 2004. Self-organization of biological systems. *In: Sovremennye dostizhenija v issledovanijah okruzhajushhej sredy i jekologii. Sbornik nauchnyh statej, posvjashhennyj pamjati akademika V.E. Zueva* [Recent advances in the study of the environment and ecology. Collection of articles dedicated to the memory of Academician V.E. Zueva]. Tomsk, STT: 191–194. (in Russian)
22. Хохуткин И.М., Елькин Ю.А. 1982. Опыт применения бинарных отношений для оценки сходства биогических сообществ на примере наземных моллюсков. *В кн.: Фенетика популяций*. М.: 125–132.
- Hohutkin I.M., Elkin Y.A. 1982. Experience of binary relations to assess the similarity of biotic communities on the example of terrestrial molluscs. *In: Fenetika populjacij* [Phenetics populations]. Moscow: 125–132. (in Russian)
23. Шмальгаузен И.И. 1983. Пути и закономерности эволюционного процесса. *Избранные труды*. М., Наука: 360.
- Shmal'gauzen I.I. 1983. Puti i zakonomernosti evolyucionnogo protsessa. *Izbrannyye trudy* [Ways and regularities of the evolutionary process. Selected works]. Moscow, Nauka: 360. (in Russian)
24. Яблоков А.В. 1980. Фенетика. М., Наука, 35.
- Yablokov A.V. 1980. Fenetika [Phenetics]. Moscow, Nauka, 35 (in Russian).
25. Clarke A. 1978. Polymorphism in marine mollusks and biome development. *Smithsonian Contributions to Zoology*, (274): 1–14.
26. Clarke A. 1985. The physiological ecology of polar marine ectotherms: energy budget, resource allocation and low temperature. *Oceanis*, 11 (1): 11–26.
27. Grehan J.R. 1988a. Panbiogeography: evolution in space and time. *Rivista di Biologia – Biology Forum*, 81 (4): 469–498.
28. Grehan J.R. 1988b. Biogeographic homology: ratites and the southern beeches. *Rivista di Biologia – Biology Forum*, 81: 577–587.

УДК 574.2

МАТЕРИАЛЫ К НОВОМУ ИЗДАНИЮ КРАСНОЙ КНИГИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ. РАСТЕНИЯ. ЧАСТЬ 9. ВИДЫ, ТРЕБУЮЩИЕ ПОВЫШЕННЫХ МЕР ОХРАНЫ – КАНДИДАТЫ НА ВКЛЮЧЕНИЕ В КРАСНУЮ КНИГУ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

MATERIALS TO THE NEW EDITION OF THE RED BOOK OF THE BELGOROD REGION. PLANTS. PART 9. SPECIES, WHICH ARE DEMANDING THE INCREASED PROTECTION MEASURES – CANDIDATES FOR INCLUSION INTO THE RED BOOK OF THE BELGOROD REGION

А.В. Гусев
A.V. Gusev

*Новооскольская станция юных натуралистов, Россия, 309640, г. Новый Оскол, ул. Володарского, 32
Station of young naturalists, 32, Volodarskiy St, Novy Oskol, 309640, Russia*

E-mail: sun@edunoskol.ru

Ключевые слова: перечень претендентов, хвощеобразные, покрытосемянные, однодольные, двудольные.
Key words: list of applicants, Equisetales, angiospermous, monocotyledonous, two-submultiple.

Аннотация. В статье изложены сведения об общем ареале, распространении в средней полосе европейской части России, особенностях экологии, встречаемости, численности и состоянии локальных популяций четырнадцати видов сосудистых растений, относящихся к отделам хвощеобразных (Equisetophyta) и покрытосемянных (Angiospermae), рекомендуемых нами к внесению в новое издание Красной книги Белгородской области как виды, требующие повышенных мер охраны – кандидаты на включение в Красную книгу Белгородской области. Распространение на территории области, частота встречаемости, численность видов, состояние локальных популяций, особенности экологии изучались в ходе маршрутных экспедиций автора в течение нескольких лет.

Resume. No. 6-pp "About the lists of objects of an animal and flora included in the Red List of the Belgorod region" is approved by the resolution of the government of the Belgorod region of January 26, 2005 the list of the plants demanding the increased protection measures – candidates for inclusion in the Red List of the Belgorod region. Section 2 of the Red List of the Belgorod region contains only the list of these types. It included 79 species of plants (mosses, lichens, angiospermous) belonging to 31 families. In our opinion the new edition of the Red List has to contain the summary of each species including the following: - the status of a species in area, adjacent regions; - data on the general area, distribution in a midland of the European part of Russia, in adjacent territories, in the Belgorod region; - features of ecology and number; - justification of entering on this list.

Proceeding from it, we provide the list and we supply it with the short information on distribution, features of ecology, number of 14 species of vascular plants which could be included in the Red List of the Belgorod region as the types demanding the increased protection measures - candidates for inclusion in the Red List of the Belgorod region.

As object of research species of the vascular plants relating to the division Equisetophytina, class Equisetopsida, family Equisetaceae served; to the division angiospermous, class monocotyledoneae, families Gramineae, Liliaceae, to the class dicotyledons, families Salicaceae, Caryophyllaceae, Nymphaeaceae, Ranunculaceae, Cruciferae, Crassulaceae, Rosaceae, Onagraceae. Their general area, distribution in a midland of the European part of Russia, feature of ecology, occurrence, number and a condition of local populations in the Belgorod region were studied.

We used traditional methods of botanical research. Audit of local florae in the central, east and southeast administrative regions of the Belgorod region, the assessment of frequency of occurrence, number of separate types were carried out during route expeditions within more than fifteen years (from 1998 to 2015) during different seasons of the vegetative period (from March to October) with an interval two-four weeks. It is in total surveyed 14 (from 21) administrative regions of the Belgorod region. More than 300 copies of plants are collected and identified.

The data on 14 species of the vascular plants relating to the above families, recommended by the author for entering into the new edition of the Red List of the Belgorod region as types, demanding the raised protection measures – candidates for inclusion in the Red List of the Belgorod region are presented in this article.

One can come across one of them, though rarely, but the number of types and a condition of their populations allows not to include them in the general list of the protected plants so far. Others are characterized by insufficiency of data on their distribution in the territory of area, number of local populations and their states, occurrence frequency.

Many of the offered types are vulnerable, in view of their narrow ecological amplitude. Their number decreases in connection with reduction of habitats (plowing of steppes, features of the hydrological mode of the rivers of the forest-steppe now, shallowing and disappearance of reservoirs, destruction of coastal slopes etc.). Acceptance and implementation of certain measures for preservation of their habitats and number of local populations is necessary.

Material is based on the analysis of references, and the long-term researches conducted by the author in east and southeast parts of the Belgorod area.



Введение

Постановлением Правительства Белгородской области от 26 января 2005 года №6-пп «О перечнях объектов животного и растительного мира, заносимых в Красную книгу Белгородской области» утверждён перечень растений, требующих повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области. В разделе 2 Красной книги Белгородской области содержится только перечень этих видов. В него включено 79 видов растений (мхи, лишайники, покрытосемянные) относящихся к 31 семейству [Присный, 2005]. По нашему мнению в новом издании Красной книги должна содержаться краткая информация о каждом виде, включающая следующее:

- статус вида в области, сопредельных регионах;
- сведения об общем ареале, распространении в средней полосе европейской части России, на сопредельных территориях, в Белгородской области;
- особенности экологии и численность;
- обоснование внесения в данный перечень.

Исходя из этого, приводим перечень и даём краткие сведения о распространении, особенностях экологии и численности 14 видов сосудистых растений, которые могли бы быть включены в Красную книгу Белгородской области как виды, требующие повышенных мер охраны - кандидаты на включение в Красную книгу Белгородской области.

Объектом исследования послужили виды сосудистых растений, относящихся к отделу хвощеобразных, классу хвощевидных, семейству хвощёвых (Equisetaceae); отделу покрытосемянных, классу однодольных, семействам злаковых (Gramineae), лилейных (Liliaceae), классу двудольных, семействам ивовых (Salicaceae), гвоздичных (Caryophyllaceae), кувшинковых (Nymphaeaceae), лютиковых (Ranunculaceae), крестоцветных (Cruciferae), толстянковых (Crasulaceae), розоцветных (Rosaceae), кипрейных (Onagraceae). Изучался их общий ареал, распространение в средней полосе европейской части России, особенности экологии, встречаемость, численность и состояние локальных популяций в Белгородской области.

Нами использовались традиционные методы ботанических исследований. Ревизия локальных флор в центральных, восточных и юго-восточных административных районах Белгородской области, оценка частоты встречаемости, численности отдельных видов осуществлялись в ходе маршрутных экспедиций в течение более пятнадцати лет (с 1998 по 2015 гг.) в разные сезоны вегетационного периода (с марта по октябрь) с интервалом две-четыре недели. В общей сложности обследовано 14 (из 21) административных районов Белгородской области. Собрано и идентифицировано более 300 экземпляров растений.

В данной статье представлены сведения о четырнадцати видах сосудистых растений относящихся к вышеуказанным семействам, рекомендуемых автором к внесению в новое издание Красной книги Белгородской области в качестве видов, требующие повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области.

Одни из них встречаются редко, но численность видов и состояние их популяций пока позволяет не включать их в общий список охраняемых растений. Другие характеризуются недостаточностью сведений об их распространении на территории области, числе локальных популяций и их состоянии, частоте встречаемости.

Многие из предложенных видов являются уязвимыми, ввиду их узкой экологической амплитуды. Их численность уменьшается в связи с сокращением мест обитания (распашка степей, особенности гидрологического режима рек лесостепи в настоящее время, обмеление и исчезновение естественных водоёмов, разрушение береговых склонов и т. д.). Необходимо принятие и осуществление определённых мер по сохранению их мест обитания и численности локальных популяций.

Материал основан на анализе литературных источников, и многолетних исследованиях проведённых автором в восточной и юго-восточной частях Белгородской области.

Систематика и названия растений даны по «Флоре средней полосы европейской части России» [Маевский, 2006]. Виды, переданные в гербарий им. Д.П. Сырейщикова МГУ (MW), отмечены звёздочкой (*) [Гусев, 2013]. Сокращения названий областей, республик, районов Белгородской области даны в статье А.В. Гусева «Виды Красной книги Российской Федерации во флоре Белгородской области (материалы к новому изданию Красной книги Белгородской области) [Гусев, 2014].

Результаты исследований

Отдел Хвощеобразные – Equisetophytina
Класс Хвощевидные – Equisetopsida
Сем. Хвощевые – Equisetaceae L.C. Richard ex DC

1. Хвоц ветвистый – *Equisetum ramosissimum* Desf.

Не внесён в Красную книгу Белг. Внесён в Красные книги Брян., Лип., Морд., Пенз., Самар., Тат., Ульянов. [Иванов, 2002; Силаева, 2003; Евстигнеев и др., 2004; Ракова, 2005; Тихомиров и др., 2005; Щеповских и др., 2006; Розенберг, 2007].

Распространён в степной и полупустынной зонах северного полушария. В России встречается в южной половине европейской части и в степных районах Западной Сибири. В средней полосе европейской части России редкий вид, встречается в Белг., ? Брян., Ворон., Курск., Лип., Морд., Самар., Саратов., Тат., Ульянов. [Губанов и др., 2002; Маевский, 2006]. В Белг. близ северной границы ареала. Указывается для: НО; очень редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Алекс., Бел., Бор., Валуй., Красн., Кргв., НО.

В Белг. растёт по оврагам, балкам, берегам водоёмов, лугам, пастбищам, песчаным, глинистым обнажениям. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

Отдел Покрытосемянные – Angiospermae

Класс Однодольные – Monocotyledones

Сем. Злаки (Мятликовые) – Gramineae Juss. [Poaceae (Br. R.) Barnh.]

2. Пырей волосоносный – *Elytrigia trichophora* (Link) Nevski

Не внесён в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Распространён по степным склонам и известнякам на юге европейской части России, в Крыму, на Кавказе, в горах Средней Азии [Губанов и др., 2002; Маевский, 2006].

В средней полосе европейской части России встречается в Белг., Брян., Ворон., Калуж., Курск., Лип., Ряз., Саратов., Тамб., Ульянов. [Маевский, 2006]. В Белг. на северной границе ареала. Указывается для: Губ., Шеб.; редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Вейд., Волоч., Короч., Кргв., НО., Ров.

В Белг. растёт по степям, обнажениям меловых пород. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

3. Трясушка средняя – *Briza media* L.

Не внесена в Красную книгу Белг. Внесена в Красную книгу Удмурт. [Туганаев, 2001].

Европейский вид, распространённый в европейской части России, преимущественно и чаще в нечернозёмной полосе. [Губанов и др., 2002]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях, но в степной зоне значительно реже [Маевский, 2006]. В Белг. нечасто и только к западу от р. Оскол: Бел., Губ., Ивн., Прох. [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечена в Губ. (Ямская степь), и к востоку от р. Оскол в НО.

В Белг. растёт по пойменным лугам и луговым степям. Распространение на территории области не достаточно изучено.

Сем. Лилейные – Liliaceae Juss.

4. Чемерица Лобеля – *Veratrum lobelianum* Bernh.

Категория – V [здесь и далее региональный статус по: Присный, 2005]. Внесена в Красную книгу Волг., Мар. [Тихомиров, 1997; Веденеев и др., 2006].

Произрастает в северных и умеренных широтах северного полушария. В России встречается почти повсеместно, но спорадически [Губанов и др., 2002]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях, в северной половине и на юго-востоке, редко [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Бел., Губ., очень редко [Еленевский и др., 2004]; Бел., Бор., Губ., Короч. [Присный, 2005]. Нами отмечен в Алекс., Бор., Красн., Кргв., НО., Шеб.

В Белг. растёт по пойменным лугам. Распространение на территории области не достаточно изучено.

Класс Двудольные – Dicotyledones

Сем. Ивовые – Salicaceae Mirb.

5. Ива ушастая – *Salix aurita* L.

Не внесена в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Распространена почти повсюду в Европе, кроме Средиземноморья. В России встречается в европейской части, кроме крайнего юга, юго-востока; на Урале имеются лишь единичные местонахождения, за Уралом известна из бассейна р. Конда. В Средней России в нечернозёмных районах – обыкновенно, в чернозёмной полосе – редко, южная граница проходит южнее Тамбова и Воронежа [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России очень обычна в центральных, северных и западных областях, редет к юго-востоку [Маевский, 2006]. В Белг. нечасто [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечена в Бор.

В Белг. растёт по сырым лугам, окраинам болот. Распространение на территории области не достаточно изучено.



Сем. Гвоздичные – Caryophyllaceae Juss.

6. Гвоздика изменчивая – *Dianthus polymorphus* M.B.

Не внесена в Красную книгу Белг. Внесена в Красную книгу Лип. [Тихомиров и др., 2005].

Восточноевропейский вид. В средней полосе европейской части России изредка встречается в Белг., Ворон., Лип., Саратов.; в степях, на песках, по каменистым склонам [Губанов и др., 2003; Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: НО.; редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечена в НО. на поляне в сосновых насаждениях надпойменной песчаной террасы по левобережью р. Оскол вблизи ж.д. станции Слоновка. Распространение на территории области не достаточно изучено.

Сем. Кувшинковые – Nymphaeaceae Salisb.

7. Кубышка жёлтая – *Nuphar lutea* (L.) Smith.

Категория – V. Внесена в Красные книги Рост., Самар., Смолен. [Круглов, 1997; Миноранский, 2004; Розенберг, 2007].

Преимущественно европейско-кавказский вид, распространённый в России во многих районах европейской части и на юге Сибири [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Алекс., Бел., Валуй., Грайв., Ивн., Короч., Шиб.; нередко [Еленевский и др., 2004]; Алекс., Бел., Бор. Валуй., Волок., Короч., НО., Прох., Ров. СтО. [Присный, 2005]. Нами отмечена в Алекс., Бор., Валуй., Волок., Короч., Кргв., НО., Ров., Черн.

В Белг. растёт в стоячих и медленно текущих водоёмах. Встречается нередко. Уязвимый вид, численность которого уменьшается в связи с сокращением мест обитания (обмеление и исчезновение водоёмов). Необходимы меры по сохранению местообитаний.

Сем. Лютиковые – Ranunculaceae Adans.

8. *Ломонос цельнолистный – *Clematis integrifolia* L.

Категория – V. Внесён в Красные книги Волг., Ворон., Курск., Лип., Орл., Самар., Тамб. [Золотухин, 2001; Еленевский, 2002; Тихомиров и др., 2005; Веденеев и др., 2006; Пригоряну, 2007; Розенберг, 2007; Агафонов, 2011].

Преимущественно южноевропейско-древнесредиземноморский вид. Распространён в Европейской России, Предкавказье и Сибири [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается в Белг., Ворон., Курск., Лип., Орл., Самар., Саратов., Тамб. [Маевский, 2006]. В Белг. близ северной границы ареала. Указывается как обыкновенное растение [Еленевский и др., 2004]; Бел., Бор., Валуй., Вейд., Волок., Губ., Короч., Красн., НО., Ров., Шиб. [Присный, 2005]. Нами отмечен в Алекс., Бор., Валуй., Вейд., Волок., Губ., Короч., Красн., Кргв., НО., Прох., Ров., Черн.

В Белг. растёт в луговых степях, по остепнённым лесным опушкам. Встречается нередко. Декоративен. Уязвимый вид. Лимитирующими факторами являются: сбор на букеты, выкапывание для приусадебных участков местным населением. Необходимы меры по его охране.

9. Лютик языколистный (Л. длиннолистный) – *Ranunculus lingua* L.

Не внесён в Красную книгу Белг. Внесён в Красные книги Волг., Калуж., Пенз., Самар., Саратов., Смолен., Тат., Удмурт., г. Москвы [Круглов, 1997; Туганаев, 2001; Иванов, 2002; Алексанов и др., 2006; Веденеев и др., 2006; Шляхтин, 2006; Щеповских и др., 2006; Розенберг, 2007; Самойлов и др., 2011].

Европейско-западноазиатский вид, широко распространённый в Европе, Средиземноморье, Кавказе, Средней Азии, Гималаях. В России встречается в Европейской части, Предкавказье, Сибири [Круглов, 1997; Иванов, 2002; Веденеев и др., 2006; Щеповских и др., 2006; Розенберг, 2007]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях, однако везде очень редок [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Короч., Кргв.; очень редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Алекс., Короч., Ров.

В Белг. растёт по заболоченным лугам в поймах рек, берегам водоёмов. Распространение на территории области не достаточно изучено.

Сем. Крестоцветные – Cruciferae B. Juss.

10. Сирения горная – *Syrenia montana* (Pall.) Klok. [*S. cana* (Pill. et Mitt.) Neilr., *S. sessiliflora* (DC.) Ledeb.]

Не внесена в Красную книгу Белг. Внесена в Красные книги Лип., Тат. [Тихомиров и др., 2005; Щеповских и др., 2006].

Распространена в Восточной Европе, на Кавказе в Казахстане и Средней Азии. В России встречается в чернозёмной полосе европейской части и на юге Западной Сибири [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается в Белг., Ворон., Курск., Лип., Пенз., Самар., Саратов., Тамб., Ульянов. [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: НО., СтО., Шиб.; нечасто [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечена в Валуй., НО.

В Белг. растёт по песчаным борам в долинах рек. Встречается редко. Лимитирующим фактором является незначительное распространение мест произрастания данного вида.

Сем. Толстянковые – Crassulaceae J. St.-Hill.

11. Очиток пурпурный – *Sedum telephium* L. [*S. purpureum* (L.) Schult., *Hylotelephium purpureum* (L.) Holub].

Не внесён в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Распространён в Европе и Азии. В России встречается в европейской части, в том числе во всех среднерусских областях, Сибири и на Дальнем Востоке [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для Бор.; по-видимому, редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Бор., Валуй., НО., редко.

В Белг. растёт по лесным полянам, ж.-д. насыпям. Распространение на территории области не достаточно изучено.

Сем. Розоцветные – Rosaceae Adans.

12. Репешок волосистый – *Agrimonia pilosa* Ledeb.

Не внесён в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Вид внесён в Приложение 1 к Резолюции № 6 (1998) Постоянного комитета Бернской конвенции о биологическом разнообразии (вид европейского значения) [Resolution No. 6 (1998)].

Распространён во многих районах Европы и Азии. В России произрастает преимущественно в нечернозёмных районах европейской части, хотя встречается во всех областях Средней России, а также в Сибири и на Дальнем Востоке [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается в Брян., Калуж., Курск., Моск., Орл. (редко), Смол., Нижегород. (юг, редко), Твер., Тул. (редко) [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Бор., Губ., Крив., Прох., Ракит., нечасто [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Губ., НО.

В Белг. растёт в лесах. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

13. Шиповник оскольский – *Rosa oskolensis* Buzunova et Grigorievskaja

Не внесён в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Эндемик меловых обнажений верхний бассейн р. Северского Донца. [Маевский, 2006]. В средней полосе европейской части России известен пока только из Белг. [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: НО. [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в НО.

В Белг. растёт на слабо задернованных меловых склонах. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

Семейство Кипрейные – Onagraceae Juss.

14. Кипрей жилковатый – *Epilobium nervosum* Boiss. et Buhse [*E. styrneum* Boiss. et Balansa]

Не внесён в Красную книгу Белг. Внесён в Красные книги Волг., Лип. [Тихомиров и др., 2005; Веденев и др., 2006].

Распространён в Европе, на Кавказе, в Иране, Казахстане и Средней Азии. В России встречается в европейской части, кроме районов Крайнего Севера, в Предкавказье и на Алтае. Известен на всей территории Средней России, но чаще встречается в чернозёмной полосе (? кроме Ворон., Тамб.) [Губанов и др., 2003; Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Ивн., очень редко [Еленевский и др., 2004].

В Белг. растёт по сырым лугам, берегам рек. Распространение на территории области не достаточно изучено.

Заключение

Таким образом, на основе анализа литературных источников и результатов ботанических исследований, выполненных автором, к внесению в новое издание Красной книги Белгородской области в качестве видов, требующие повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области рекомендовано четырнадцать видов сосудистых растений относящихся к отделу хвощеобразных, классу хвощевидных, семейству хвощёвых (Equisetaceae); отделу покрытосемянных, классу однодольных, семейству злаковых (Gramineae), лилейных (Liliaceae), классу двудольных, семейству ивовых (Salicaceae), гвоздичных (Caryophyllaceae), кувшинковых (Nymphaeaceae), лютиковых (Ranunculaceae), крестоцветных (Cruciferae), толстянковых (Crassulaceae), розоцветных (Rosaceae), кипрейных (Onagraceae).

Список литературы References

1. Агафонов В.А. (науч. ред.). 2011. Красная книга Воронежской области. Т. 1: Растения. Лишайники. Грибы. Воронеж, МОДЭК, 472.
Agafonov V.A. (nauch. red.). 2011. Krasnaja kniga Voronezhskoj oblasti. T. 1: Rastenija. Lishajniki. Griby [The Red Book of the Voronezh region. Vol. 1: Plants. Lichens. Mushrooms]. Voronezh, MODJeK, 472. (in Russian)
2. Алексанов В.В., Алексеев С.К., Воронкина Н.В. и др. 2006. Красная книга Калужской области. Калуга, «Золотая аллея», 608.
Aleksanov V.V., Alekseev S.K., Voronkina N.V. et al. 2006. Krasnaja kniga Kaluzhskoj oblasti [Red List of the Kaluga region]. Kaluga, «Zolotaja alleja», 608. (in Russian)
3. Веденеев А.М., Землянская И.В., Игнатов М.С. и др. 2006. Красная книга Волгоградской области. Т. 2: Растения и грибы. Волгоград, 236.
Vedeneev A.M., Zemljanskaja I.V., Ignatov M.S. et al. 2006. Krasnaja kniga Volgogradskoj oblasti. T. 2: Rastenija i griby [Red List of the Volgograd region. Vol. 2: Plants and mushrooms]. Volgograd, 236. (in Russian)
4. Воронин Л.В. (ред.). 2004. Красная книга Ярославской области. Ярославль, АР, 384.
Voronin L.V. (red.). 2004. Krasnaya kniga Yaroslavskej oblasti [Red List of the Yaroslavl region]. Yaroslavl, AR, 384. (in Russian)
5. Губанов И.А., Киселёва В.К., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. 2002. Иллюстрированный определитель растений средней России. Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). М., Товарищество научных изданий КМК, 526.
Gubanov I.A., Kiseljova V.K., Novikov V.S., Tihomirov V.N. 2002. Iljustrirovannyj opredelitel' rastenij srednej Rossii. T. 1. Paprotniki, hvoshhi, plauny, golosemennye, pokrytosemennye (odnodol'nye) [Illustrated Keys of Plants of Middle Russia. Vol. 1. Ferns, horsetails, club mosses, gymnosperms, angiosperms (monocots)]. Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdaniy KMK, 526. (in Russian)
6. Губанов И.А., Киселёва В.К., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. 2003. Иллюстрированный определитель растений средней России. Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М., Товарищество научных изданий КМК, 583.
Gubanov I.A., Kiseljova V.K., Novikov V.S., Tihomirov V.N. 2003. Iljustrirovannyj opredelitel' rastenij srednej Rossii. T. 2. Pokrytosemennye (dvudol'nye: razdel'nolepestnye) [Illustrated Keys of Plants of Middle Russia. Vol. 2. Angiosperms (bipartite: polypetalae)]. Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdaniy KMK, 583. (in Russian)
7. Гусев А.В. 2013. Список охраняемых и редких видов переданных в МГУ. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 25 (24): 15–24.
Gusev A.V. 2013. List of protected and endangered species transferred to MSU. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 25 (24): 15–24. (in Russian)
8. Гусев А.В. 2014. Виды Красной книги РФ во флоре Белгородской области (материалы к новому изданию Красной книги Белгородской области). Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 26 (3): 27–38.
Gusev A.V. 2014. Types of Red Data Book of the Russian Federation in the flora of the Belgorod region (materials for a new edition of the Red Book of the Belgorod region). Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 26 (3): 27–38. (in Russian)
9. Евстигнеев О.И., Федотов Ю.П., Панасенко Н.Н. и др. 2004. Красная книга Брянской области. Растения, грибы. Брянск, Издательство Читай город, 272.
Evstigneev O.I., Fedotov Yu.P., Panasenko N.N. et al. 2004. Krasnaya kniga Bryanskoj oblasti. Rastenija, griby [Red List of the Bryansk region. Plants, mushrooms]. Bryansk, Izdatel'stvo Chitay gorod, 272. (in Russian)
10. Еленевский А.Г. (отв. ред.). 2002. Красная книга Тамбовской области: Растения, лишайники, грибы. Тамбов, Тамбовполиграфиздат, 348.
Elenevskiy A.G. (otv. red.). 2002. Krasnaya kniga Tambovskoj oblasti: Rastenija, lishajniki, griby [Red List of the Tambov region: Plants, lichens, mushrooms] Tambov, Tambovpoligrafizdat, 348. (in Russian)
11. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. 2004. Растения Белгородской области (конспект флоры). М., МПГУ, 119.
Elenevskiy A.G., Radygina V.I., Chaadaeva N.N. 2004. Rastenija Belgorodskoj oblasti (konspekt flory) [Plants of Belgorod region (synopsis of flora)]. Moscow, MPGU, 119. (in Russian)
12. Золотухин Н.И. (отв. ред.). 2001. Красная книга Курской области. Т. 2: Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Тула, Гриф и К, 165.
Zolotuhin N.I. (otv. red.). 2001. Krasnaja kniga Kurskoj oblasti. T. 2: Redkie i ischezajushhie vidy rastenij i gribov [The Red Book of the Kursk region. Vol. 2: Rare and endangered species of plants and fungi]. Tula, Grif i K, 165. (in Russian)
13. Иванов А.И. (науч. ред.). 2002. Красная книга Пензенской области. Т. 1: Растения и грибы. Пенза, Пензенская правда, 160.
Ivanov A.I. (nauch. red.). 2002. Krasnaya kniga Penzenskoj oblasti. T. 1: Rastenija i griby [Red List of the Penza region. T. 1: Plants and mushrooms]. Penza, Penzenskaja pravda, 160. (in Russian)
14. Иванчев В.П., Казакова М.В. 2011. Красная книга Рязанской области. Рязань, НП «Голос губернии», 626.

- Ivanchev V.P., Kazakova M.V. 2011. Krasnaya kniga Ryazanskoj oblasti [Red List of the Ryazan region]. Ryazan, NP "Golos gubernii", 626. (in Russian)
15. Конечная Г.Ю., Сулова Т.А. (отв. ред.). 2004. Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы. Вологда, ВГПУ, Издательство «Русь», 360.
- Konechnaya G.Yu., Suslova T.A. (otv. red.). 2004. Krasnaya kniga Vologodskoj oblasti. T. 2. Rasteniya i griby [Red List of the Vologda region. Vol. 2. Plants and mushrooms]. Vologda, VGPU, Izdatel'stvo "Rus'", 360. (in Russian)
16. Крутлов Н.Д. (отв. ред.). 1997. Красная книга Смоленской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Смоленск, Издательство Смоленского государственного педагогического института, 294.
- Kruglov N.D. (otv. red.). 1997. Krasnaya kniga Smolenskoj oblasti. Redkie i nakhodyasjshchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rastenij i zhivotnykh [Red List of the Smolensk region. The rare and being under the threat of disappearance species of plants and animals]. Smolensk, Publishing house of Smolensk state teacher training college, 294. (in Russian)
17. Маевский П.Ф. 2006. Флора средней полосы европейской части России. М., Товарищество научных изданий КМК, 600.
- Maevskij P.F. 2006. Flora srednej polosy evropejskoj chasti Rossii [Flora of the middle belt of the European part of Russia]. Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 600. (in Russian)
18. Миноранский В.А. (отв. ред.). 2004. Красная книга Ростовской области. Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения грибы, лишайники и растения. Ростов-на-Дону, Малыш, 334.
- Minoranskij V.A. (otv. red.). 2004. Krasnaja kniga Rostovskoj oblasti. T. 2: Redkie i nahodjashchiesja pod ugrozoy ischeznoveniya griby, lishajniki i rasteniya [The Red Book of the Rostov region. Vol. 2: Rare and endangered fungi, lichens and plants]. Rostov-on-Don, Malysch, 334. (in Russian)
19. Пригоряну О.М. (отв. ред.). 2007. Красная книга Орловской области: Грибы. Растения. Животные. Орел, Центр Ковыль, Издательство А.В. Воробьев, 264.
- Prigoryanu O.M. (otv. red.). 2007. Krasnaya kniga Orlovskoj oblasti: Griby. Rasteniya. Zhivotnye [Red List of the Oryol region: Mushrooms. Plants. Animals]. Orel, Tsentr Kovyl', Izdatel'stvo A.V. Vorob'ev, 264. (in Russian)
20. Присный А.В. (общ. науч. ред.). 2005. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Белгород, ОАО «Белгородская областная типография», 532.
- Prisnij A.V. (obsch. nauch. red.). 2005. Krasnaja kniga Belgorodskoj oblasti. Redkie i ischezajushhie rasteniya, griby, lishajniki i zhivotnye [Red book of Belgorod region. Rare and endangered plants, fungi, lichens and animals]. Belgorod, ОАО "Belgorodskaja oblastnaja tipografija", 532. (in Russian)
21. Ракова Н.С. 2005. Красная книга Ульяновской области. Т. 2: Растения. Ульяновск, Издательство УЛГУ, 220.
- Rakova N.S. 2005. Krasnaya kniga Ul'yanovskoj oblasti. T. 2: Rasteniya [Red List of the Ulyanovsk region. T. 2: Plants]. Ulyanovsk, Izdatel'stvo ULGU, 220. (in Russian)
22. Розенберг Г.С. (ред.). 2007. Красная книга Самарской области. Т.1: Редкие виды растений, лишайников и грибов. Тольятти, ИЭВБ РАН, 372.
- Rozenberg G.S. (red.). 2007. Krasnaya kniga Samarskoj oblasti. T.1: Redkie vidy rastenij, lishajnikov i gribov [Red List of the Samara region. T.1: Rare species of plants, lichens and mushrooms]. Tolyatti, IEVB RAN, 372. (in Russian)
23. Самойлов Б.Л., Морозова Г.В. (отв. ред.). 2011. Красная книга города Москвы. М., 928.
- Samoylov B.L., Morozova G.V. (otv. red.). 2011. Krasnaya kniga goroda Moskvy [Red List of the city of Moscow]. Moscow, 928. (in Russian)
24. Силаева Т.Б. (сост.) 2003. Красная книга Республики Мордовия. Т. 1: Редкие виды растений, лишайников и грибов. Саранск, Мордовское книжное издательство, 288.
- Silaeva T.B. (sost.) 2003. Krasnaya kniga Respubliki Mordoviya. T. 1: Redkie vidy rastenij, lishajnikov i gribov [Red List of the Republic of Mordovia. Vol. 1: Rare species of plants, lichens and mushrooms]. Saransk, Mordovskoe knizhnoe izdatel'stvo, 288. (in Russian)
25. Сорокин А.С. (ред.). 2002. Красная книга Тверской области. Тверь: Вече Твери, 256.
- Sorokin A.S. (red.). 2002. Krasnaya kniga Tverskoj oblasti [Red List of the Tver region]. Tver, Veche Tveri, 256. (in Russian)
26. Тихомиров В.Н. 1997. Красная книга Республики Марий Эл. Редкие и нуждающиеся в охране растения марийской флоры. Йошкар-Ола, Марийское книжное издательство, 128.
- Tikhomirov V.N. 1997. Krasnaya kniga Respubliki Marij El. Redkie i nuzhdayushchiesya v okhrane rasteniya marijskoj flory [Red List of the Republic of Mari El. The rare and needing protection plants of the Mari flora]. Yoshkar-Ola, Mariyskoe knizhnoe izdatel'stvo, 128. (in Russian)
27. Тихомиров В.Н., Александрова К.И. и др. Новиков В.С. (науч. рук.). 2005. Красная книга Липецкой области. Т. 1: Растения, грибы, лишайники. М., Товарищество научных изданий КМК, 509.
- Tikhomirov V.N., Aleksandrova K.I. i dr. Novikov V.S. (nauch. ruk.). 2005. Krasnaya kniga Lipetskoj oblasti. T. 1: Rasteniya, griby, lishajniki [Red List of the Lipetsk region. Vol. 1: Plants, mushrooms, lichens]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdanij KMK, 509. (in Russian)
28. Туганаев В.В. (ред.). 2001. Красная книга Удмуртской Республики. Сосудистые растения, лишайники и грибы. Ижевск, Удмуртский университет, 290.



Tuganaev V.V. (red.). 2001. Krasnaya kniga Udmurtskoy Respubliki. Sosudistye rasteniya, lishayniki i griby [Red List of the Udmurt Republic. Vascular plants, lichens and mushrooms]. Izhevsk, Udmurtskiy universitet, 290. (in Russian)

29. Шляхтин Г.В. (науч. ред.). 2006. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов, Издательство Саратовской торгово-промышленной палаты, 528.

Shljahtin G.V. (nauch. red.). 2006. Krasnaja kniga Saratovskoj oblasti: Griby. Lishajniki. Rasteniya. Zhivotnye [The Red Book of the Saratov region: Mushrooms. Lichens. Plants. Animals]. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskoj torгово-promyshlennoj palaty, 528. (in Russian)

30. Щеповских А.И., Бойко В.А., Горшков М.А. и др. 2006. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). Казань: Издательство «Идел-Пресс», 831.

Shechepovskikh A.I., Boyko V.A., Gorshkov M.A. i dr. 2006. Krasnaya kniga Respubliki Tatarstan (zhivotnye, rasteniya, griby) [Red List of the Republic of Tatarstan (animals, plants, mushrooms)]. Kazan, Izdatel'stvo "Idel-Press", 831. (in Russian)

31. Щербакова А.В. (науч. ред.). 2010. Красная книга Тульской области: Растения и грибы. Тула, Гриф и К, 393.

Shherbakova A.V. (nauch. red.). 2010. Krasnaja kniga Tul'skoj oblasti: Rasteniya i griby [The Red Book of the Tula region: Plants and Fungi]. Tula, Grif i K, 393. (in Russian)

32. Resolution No. 6 (1998) of the Standing Committee listing the species requiring specific habitat conservation measures (adopted by the Standing Committee on 4 December 1998).



УДК 574.2

МАТЕРИАЛЫ К НОВОМУ ИЗДАНИЮ КРАСНОЙ КНИГИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ. РАСТЕНИЯ. ЧАСТЬ 10 . ВИДЫ, ТРЕБУЮЩИЕ ПОВЫШЕННЫХ МЕР ОХРАНЫ – КАНДИДАТЫ НА ВКЛЮЧЕНИЕ В КРАСНУЮ КНИГУ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

MATERIALS TO THE NEW EDITION OF THE RED BOOK OF THE BELGOROD REGION. PLANTS. PART 10. SPECIES, WHICH ARE DEMANDING THE RAISED PROTECTION MEASURES – CANDIDATES FOR INCLUSION INTO THE RED BOOK OF THE BELGOROD REGION

Е.И. Ермакова, А.В. Гусев
E.I. Ermakova, A.V. Gusev

*Новооскольская станция юных натуралистов, Россия, 309640, г. Новый Оскол, ул. Володарского, 32
Station of young naturalists, 32, Volodarskiy St, Novy Oskol, 309640, Russia
E-mail: sun@edunoskol.ru*

Ключевые слова: Красная книга, кандидаты на включение, зонтичные, первоцветные, губоцветные, сложноцветные.

Key words: Red book, candidates for inclusion, Umbelliferae, Primulaceae, Labiatae, Compositae.

Аннотация. Статья содержит сведения об общем ареале, распространении в средней полосе европейской части России, особенностях экологии, встречаемости, численности и состоянии локальных популяций семнадцати видов сосудистых растений, относящихся к отделу покрытосемянных (Angiospermae) рекомендуемых авторами к внесению в новое издание Красной книги Белгородской области как виды, требующие повышенных мер охраны – кандидаты на включение в Красную книгу Белгородской области.

Состояние локальных популяций, численность видов, частота встречаемости, особенности экологии, распространение на территории области, изучались в ходе маршрутных экспедиций авторами в течение нескольких лет.

Resume. Maintaining Red Lists includes collecting and the analysis of data on the objects of flora and fauna included in them as types of the demanding increased protection measures – candidates for inclusion in the Red List of the Belgorod region.

This article supplies the list of such species of plants contained in the first edition of the Red List of the Belgorod region. The presented data are based on the analysis of references, and the long-term researches which are carried out by the authors in the Belgorod region.

Each essay contains the summary of a species including: - the status of a species in area, adjacent regions; - data on the general area, distribution in the midland of the European part of Russia, in adjacent territories, in the Belgorod region; - features of ecology and number; - justification of entering into this list.

The list of 17 species of vascular plants which, according to the authors, demand the increased protection measures as candidates for inclusion in the Red List of the Belgorod region is provided.

As object of research served species of the vascular plants relating to the division Angiospermae, Dicotyledon, families Umbelliferae, Monotropaceae, Primulaceae, Polemoniaceae, Labiatae, Rubiaceae Campanulaceae and Compositae.

Their general area, distribution in a midland of the European part of Russia, feature of ecology, occurrence, number and a condition of local populations in the Belgorod region was studied.

We used traditional methods of botanical research. Studying of local floras in administrative regions of the Belgorod region, the assessment of frequency of occurrence, number of separate types were carried out during route expeditions within the last fifteen years. It is in total surveyed 15 (from 21) administrative regions of the Belgorod region. It is collected and processed more than 400 herbarium sheets.

The data on 17 species of the vascular plants relating to the above families, recommended by the authors for entering into the new edition of the Red List of the Belgorod region as ones demanding the increased protection measures – candidates for inclusion in the Red List of the Belgorod region are presented in this article.

One of them are met seldom, but the number of types and a condition of their populations allows not to include them in the general list of the protected plants now.

Distribution, occurrence frequency, number of local populations and their condition of other species are not sufficiently studied.

Some of the offered types are vulnerable, in view of their narrow ecological amplitude. Their number decreases in connection with reduction of habitats.



Введение

Ведение Красных книг включает сбор и анализ данных об объектах животного и растительного мира, включаемых в них в качестве видов требующих повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области [Присный, 2005].

Данная статья дополняет перечень таких видов растений, содержащийся в первом издании Красной книги Белгородской области [Присный, 2005]. Представленные сведения основаны на анализе литературных источников, и многолетних исследованиях осуществляемых авторами в Белгородской области.

Каждый очерк содержит краткую информацию о виде, включающую:

- статус вида в области, сопредельных регионах;
- сведения об общем ареале, распространении в средней полосе европейской части России, на сопредельных территориях, в Белгородской области;
- особенности экологии и численность;
- обоснование внесения в данный перечень.

Приводится перечень 17 видов сосудистых растений, которые, по мнению авторов, требуют повышенных мер охраны в качестве кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области.

Объектом исследования послужили виды сосудистых растений, относящихся к отряду покрытосемянных, классу двудольных, семействам зонтичных (Umbelliferae), подбельниковых (Monotropaceae), первоцветных (Primulaceae), синюховых (Polemoniaceae), губоцветных (Labiatae), мареновых (Rubiaceae), колокольчиковых (Campanulaceae), сложноцветных (Compositae).

Изучался их общий ареал, распространение в средней полосе европейской части России, особенности экологии, встречаемость, численность и состояние локальных популяций в Белгородской области.

Нами использовались традиционные методы ботанических исследований. Изучение локальных флор в административных районах Белгородской области, оценка частоты встречаемости, численности отдельных видов осуществлялись в ходе маршрутных экспедиций в течение последних пятнадцати лет. В общей сложности обследовано 15 (из 21) административных районов Белгородской области. Собрано и обработано более 400 гербарных листов.

В данной статье представлены сведения о семнадцати видах сосудистых растений, относящихся к вышеуказанным семействам, рекомендуемых авторами к внесению в новое издание Красной книги Белгородской области в качестве видов, требующие повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области.

Одни из них встречаются редко, но численность видов и состояние их популяций позволяет в настоящее время не включать их в общий список охраняемых растений. Для других видов распространение, частота встречаемости, число локальных популяций и их состояние остаются не достаточно изученными.

Некоторые из предложенных видов являются уязвимыми, ввиду их низкой экологической пластичности. Их численность уменьшается в связи с сокращением мест обитания.

Систематика и названия растений даны по «Флоре средней полосы европейской части России» [Маевский, 2006]. Сокращения названий областей, республик, районов Белгородской области даны в статье А.В. Гусева «Виды Красной книги Российской Федерации во флоре Белгородской области (материалы к новому изданию Красной книги Белгородской области) [Гусев, 2014].

Результаты исследований

Отдел Покрытосемянные – Angiospermae
Класс Двудольные – Dicotyledones
Семейство Зонтичные – Umbelliferae Juss.

1. Бутень Прескотта – *Chaerophyllum prescottii* DC.

Не внесён в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Распространён в Европе, на Кавказе, в Казахстане, Сибири, Монголии. В России произрастает в европейской части, на Северном Кавказе, в Западной Сибири [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Губ., очень редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в НО.

В Белг. растёт по лесным и кустарниковым опушкам. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

2. Горичник русский – *Peucedanum ruthenicum* Vieb.

Не внесён в Красную книгу Белг. Внесён в Красную книгу Тат. [Щеповских и др., 2006].

Преимущественно восточноевропейский вид, распространённый в России в южной половине европейской части и в Предкавказье. Редкое растение в Средней России, приуроченное к областям чернозёмной полосы [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается в Белг., Ворон., Саратов., Тамб., Ульянов. [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Вейд., Ров., редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Валуй., Вейд., НО., Ров.

В Белг. растёт по степям (в том числе засоленным песчаным, петрофитным), меловым склонам. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

3. Кадения сомнительная – *Kadenia dubia* (Schkuhr) Lavtova et V. Tichomirov [*Seseli dubium* Schkuhr; *Cnidium dubium* (Schkuhr) Thell.].

Не внесена в Красную книгу Белг. Внесена в Красные книги Иван., Ярослав. [Воронин, 2004; Исаев и др., 2010].

Распространена почти по всей Европе, кроме Арктики, Средиземноморья и Крыма, а также в Сибири и Северном Казахстане. В России произрастает в европейской части, Западной Сибири и на юге Восточной Сибири [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Волок., очень редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечена в Валуй. (окр. с. Знаменка, редко, 11.08.2012.); Бел. (Сосновка, сырой луг, редко, 5.07.2015.).

В Белг. растёт по опушкам зарослей кустарников в поймах рек. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

4. Тиселинум болотный (Горичник болотный) – *Thyselimum palustre* (L.) Rafin.

Не внесён в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Преимущественно европейское растение, распространённое в России, помимо европейской части, в Западной Сибири [Губанов и др., 2003]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Бор., Грайв.; редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Алекс. (окр. с. Варваровка, редко, 28.06.2015.); Бел. (Сосновка, сырой луг, редко, 5.07.2015.); Бор. (окр. с. Красиво, редко, 6.06.2015; 3.09.2015).

В Белг. растёт на сырых заболоченных лугах, по берегам водоёмов. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

Сем. Подъельниковые – *Monotropaceae* Nutt.

5. Подъельник обыкновенный – *Monotropa hypopitys* L.

Категория – V [здесь и далее региональный статус по: Присный, 2005]. Внесён в Красные книги Самар., Чув., г. Москва [Иванов, 2001; Розенберг, 2007; Самойлов и др., 2011].

Растёт в лесной зоне Северного полушария. В России в европейской части (кроме крайних северных и южных районов), в Предкавказье, Сибири и на Дальнем Востоке [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях, но чаще в нечернозёмной полосе [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Губ., Кргов., Шеб., нечасто [Еленевский и др., 2004]; Бор., Губ., Короч., Кргов., Шеб. [Присный, 2005]. Нами отмечен в НО.

В Белг. растёт в лесах. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

Сем. Первоцветные – *Primulaceae* Vent.

6. Первоцвет весенний – *Primula veris* L.

Категория – V. Внесён в Красные книги Влад., Волг., Иван., Костр., Рост. [Миноранский, 2004; Веденеев и др., 2006; Барышев и др., 2009; Азбукина и др., 2010; Исаев и др., 2010].

Распространён в странах Европы, в том числе на значительной части Европейской России. [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях [Губанов и др., 2004]. В Белг. указывается для: Бор., Губ., Кргов., Прох., Шеб., Яковл., нередко [Еленевский и др., 2004]; Алекс., Бор., Валуй., Волок., Губ., Короч., Красн., Кргов., НО., Шеб., Яковл. [Присный, 2005]. Нами отмечен в Алекс., Валуй., Губ., Короч., Красн., Кргов., НО., Прох., Черн., Шеб.

В Белг. Растёт на опушках, полянах и под пологом разреженных лиственных лесов, на вырубках. Встречается изредка. Декоративен. Уязвимый вид. Лимитирующими факторами являются: сбор на букеты, выкапывание для приусадебных участков местным населением. Необходимы меры по его охране.

Сем. Синюховые – *Polemoniaceae* Juss.

7. Синюха голубая – *Polemonium coeruleum* L.

Категория – VI. Внесена в Красные книги Самар., Саратов., Чув. [Иванов, 2001; Розенберг, 2007; Шляхтин, 2006].

Распространена в лесной и лесостепной полосе Европы и Западной Сибири [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях, но к юго-востоку заметно реже [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Алекс., Бор., Кргов., Прох.,



приводилась для Губ. (Ямская степь), нечасто [Еленевский и др., 2004]; Бел., Губ., Короч. [Присный, 2005]. Нами отмечена в Красн., НО.

В Белг. растёт по опушкам лесов. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

Сем. Губоцветные – Labiatae Juss.

8. Дубровник чесночный – *Teucrium scordium* L.

Не внесён в Красную книгу Белг. Внесён в Красные книги Лип., Тат., Ульянов. [Ракова, 2005; Тихомиров и др., 2005; Щеповских и др., 2006].

Европейское растение, заходящее восточным крылом ареала в Сибирь и Северный Казахстан. В России распространён в южной половине европейской части и на юге Западной Сибири. [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается в Брян., Ворон., Курск., Лип., Морд., Орл., Пенз., Саратов., Тамб., Ульянов. [Маевский, 2006]. Не указан для Белг. [Еленевский и др., 2004; Маевский, 2006]. Нами отмечен в Алекс., Шеб., Ров.

В Белг. растёт по берегам рек, заливным лугам, иногда на засоленных почвах. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

9. Тимьян Палласа – *Thymus pallasianus* Вг.Н.

Вид, требующий повышенных мер охраны – кандидат на включение в Красную книгу Белг. [здесь и далее региональный статус по: Присный, 2005]. Внесён в Красные книги Курск., Пенз., Ульянов. [Золотухин, 2001; Иванов, 2002; Ракова, 2005].

Восточноевропейский вид. В России распространён в южной половине европейской части, в Предкавказье и в Северном Дагестане [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается в Белг., Ворон., Курск., Лип., Пенз., Саратов., Тамб. [Маевский, 2006]. В Белг. на северной границе ареала. Указывается для: Вейд., Бор., Губ., НО., Шеб., нечасто. [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Валуй., Вейд., НО.

В Белг. растёт чаще всего на приречных песках. Уязвимый вид, численность которого уменьшается в связи с сокращением мест обитания. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

Сем. Мареновые – Rubiaceae Juss.

10. Ясменник сероплодный – *Asperula tephrocarpa* Czern. ex. Pop. M. et Chrshan.

Категория – VI. Внесён в Красные книги Волг., Курск. [Золотухин, 2001; Веденев и др., 2006].

Эндемик меловых обнажений южных районов европейской части России. Распространён по югу России и на Украине, на востоке до Южного Урала [Маевский, 2006]. В Средней России встречается только в Курск. и Ворон., довольно часто [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается Белг., Ворон., Лип., Самар., Саратов., Ульянов. [Маевский, 2006]. В Белг. на северной границе ареала. Указывается как обыкновенное растение [Еленевский и др., 2004]; Алекс., Валуй., Короч., НО., Ров., Шеб. [Присный, 2005]. Нами отмечен в Алекс., Валуй., Вейд., Волок., Красн., Кргв., НО., Прох., Ров.

В Белг. растёт на обнажениях меловых пород. Встречается нередко. Приуроченность к специфическим местообитаниям (обнажения меловых пород) обуславливает уязвимость вида.

Сем. Колокольчиковые – Campanulaceae Juss.

11. Азинеума сероватая – *Asyneura canescens* (Waldst. et Kit.) Griseb. et Schenk

Категория – III. Внесена в Красную книгу Ворон. [Агафонов, 2011].

Южно-европейский кальцефильно-степной вид. Произрастает на юге Средней Европы, Балканском п-ове, юге Украины и в Республике Молдове [Агафонов, 2011]. В средней полосе европейской части России указана только для Белг. (юг). [Маевский, 2006]. Встречается в Ворон. [Агафонов, 2011]. В Белг. на северной границе ареала. Указывается для: Валуй., Волок., Ров., Шеб.; нечасто [Еленевский и др., 2004]; Бел., Волок., НО., Ров., Шеб. [Присный, 2005]. Нами отмечена в Валуй., Вейд., Волок., НО., Ров.

В Белг. растёт по степным склонам. Встречается изредка. Внесение в список связано с нешироким распространением в средней полосе европейской части России.

12. Колокольчик широколистный – *Campanula latifolia* L.

Категория – IV. Внесён в Красные книги Влад., Курск., Орл., Самар., Саратов., Смол. [Круглов, 1997; Золотухин, 2001; Шляхтин, 2006; Пригоряну, 2007; Розенберг, 2007; Азбукина и др., 2010].

Евразийский вид. В России произрастает в европейской части, на Северном Кавказе, в Южном Зауралье и на Алтае [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях [Маевский, 2006]. В Белг. вид у южной границы равнинного ареала. Указывается для: Ивн., Ракит.; редко, только на северо-западе области [Еленевский и др., 2004]; Губ., НО. [Присный, 2005].

В Белг. растёт в широколиственных лесах. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

Сем. Сложноцветные – Compositae Giseke

13. Василёк Майорова – *Centaurea majorivii* Dumb.

Вид, требующий повышенных мер охраны – кандидат на включение в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Юговосточноевропейско-кавказский эндемичный вид. Распространён в восточной части бассейна Среднего Днепра, на юге Волжско-Донского бассейна, в Заволжье, на северо-востоке Причерноморья, Кавказе. Растёт на речных, приморских, суходольных песках [Губанов и др., 2004; Маевский, 2006]. В средней полосе европейской части России встречается в Белг., Брян., Ворон., Моск., Саратов., Твер. [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Бор., НО. [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Бел., Бор., Валуй., НО., Ров.

В Белг. растёт по пескам. Встречается редко. Приуроченность к специфическим местобитаниям обуславливает уязвимость вида. Требуется изучение распространения на территории Белг.

14. Лопух дубравный – *Arctium nemorosum* Lej.

Не внесён в Красную книгу Белг. Внесён в Красную книгу Тат. [Щеповских и др., 2006].

Преимущественно европейский вид. В России встречается в европейской части и в Предкавказье. В Средней России приурочен к областям чернозёмной полосы, но известен также во многих областях Нечерноземья, где встречается изредка [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается в Белг., Ворон., Калуж., Курск., Лип., Морд., Моск., Нижегород., Орл., Саратов., Тамб., Тат., Тул., Ульянов., Чув. [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Алекс.; очень редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в НО.

В Белг. растёт в широколиственных и смешанных лесах, по лесным дорогам и опушкам. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

15. Полынь понижающая (П. меловая, П. Лерха) – *Artemisia nutans* Willd. [*A. cretaea* Kotov, *A. lerchiana* Web.]

Категория – III. Внесена в Красную книгу Ульянов. [Ракова, 2005].

Восточноевропейский вид. Встречается на меловых обнажениях Ворон. [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается в Белг., Ворон., Морд. (заносное), Пенз., Самар., Саратов., Тамб., Тат., Ульянов. Объединяется с *A. santonica* L. [Маевский, 2006]. В Белг. на северной границе ареала. Указывается для: Алекс., Ров.; нечасто, только в Приосколье и на Левобережье [Еленевский и др., 2004]; Ров. [Присный, 2005]. Нами отмечена в Алекс., Валуй., Вейд., Кргв., Ров.

В Белг. растёт по мелам, петрофитным степям, занимая приподошвенные, подошвенные части склонов, по засоленным светлым глинам вблизи выхода грунтовых вод, засоленным песчаным степям. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

16. Солонечник точечный – *Galatella punctata* (Waldst. et Kit.) Nees [*G. rossica* Novopokr.]

Не внесён в Красную книгу Белг. Внесён в Красные книги Иван., Костр. [Барышев и др., 2009; Исаев и др., 2010].

Преимущественно европейско-среднеазиатский вид. В России распространён в южной половине европейской части и на юге Западной Сибири [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях (в северных редко), кроме Смол., Твер. [Маевский, 2006]. В Белг. у южной границы равнинного ареала. Указывается для: Вейд., Ров.; редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Вейд.

В Белг. растёт в лугах по днищам и склонам балок. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

17. Тромсдорфия крапчатая – *Trommsdorffia maculata* (L.) Bernh.

Не внесена в Красную книгу Белг. В списках охраняемых видов отсутствует.

Европейско-западноазиатский вид, распространённый в России в европейской части, на Кавказе, в Западной Сибири и на юге Восточной Сибири [Губанов и др., 2004]. В средней полосе европейской части России встречается во всех областях [Маевский, 2006]. В Белг. указывается для: Грайв., Губ., Шеб.; редко [Еленевский и др., 2004]. Нами отмечен в Алекс., Вейд., Красн., НО., Ров.

В Белг. растёт в разреженных лесах, на полянах и опушках, преимущественно на песчаных и супесчаных почвах. Требуется изучение распространения вида на территории Белг.

Заключение

На основе анализа литературных источников и результатов ботанических исследований, выполненных авторами в последние годы, к внесению в новое издание Красной книги Белгородской области в качестве видов, требующие повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области рекомендовано семнадцать видов сосудистых растений относящихся к отделу покрытосемянных, классу двудольных, семействам зонтичных (Umbelliferae), подбельниковых (Monotropaneae), первоцветных (Primulaceae), синюховых (Polemoniaceae), губоцветных (Labiatae), мареновых (Rubiaceae), колокольчиковых (Campanulaceae), сложноцветных (Compositae).

Список литературы References

1. Агафонов В.А. (науч. ред.). 2011. Красная книга Воронежской области. Т. 1: Растения. Лишайники. Грибы. Воронеж, МОДЭК, 472.
Agafonov V.A. (nauch. red.). 2011. Krasnaja kniga Voronezhskoj oblasti. T. 1: Rastenija. Lishajniki. Griby [The Red Book of the Voronezh region. Vol. 1: Plants. Lichens. Mushrooms]. Voronezh, MODJeK, 472. (in Russian)
2. Азбукина Р.Е., Быков Ю.А., Вахромеев И.В. и др. 2010. Красная книга Владимирской области. Владимир, Транзит-ИКС, 399.
Azbukina R.E., Bykov Yu.A., Vakhromeev I.V. i dr. 2010. Krasnaya kniga Vladimirskoj oblasti [Red List of the Vladimir region]. Vladimir, Tranzit-IKS, 399. (in Russian)
3. Алексанов В.В., Алексеев С.К., Воронкина Н.В. и др. 2006. Красная книга Калужской области. Калуга, «Золотая аллея», 608.
Aleksanov V.V., Alekseev S.K., Voronkina N.V. et al. 2006. Krasnaja kniga Kaluzhskoj oblasti [Red List of the Kaluga region]. Kaluga, «Zolotaja alleja», 608. (in Russian)
4. Барышев А.А., Бобров А.А., Василенко И.В. и др. 2009. Красная книга Костромской области. Кострома, 387.
Baryshev A.A., Bobrov A.A., Vasilenko I.V. i dr. 2009. Krasnaya kniga Kostromskoj oblasti [Red List of the Kostroma region]. Kostroma, 387. (in Russian)
5. Веденеев А.М., Землянская И.В., Игнатов М.С. и др. 2006. Красная книга Волгоградской области. Т. 2: Растения и грибы. Волгоград, 236.
Vedeneev A.M., Zemljanskaja I.V., Ignatov M.S. et al. 2006. Krasnaja kniga Volgogradskoj oblasti. T. 2: Rastenija i griby [Red List of the Volgograd region. Vol. 2: Plants and mushrooms]. Volgograd, 236. (in Russian)
6. Воронин Л.В. (ред.). 2004. Красная книга Ярославской области. Ярославль, АР, 384.
Voronin L.V. (red.). 2004. Krasnaya kniga Yaroslavskoj oblasti [Red List of the Yaroslavl region]. Yaroslavl, AR, 384. (in Russian)
7. Губанов И.А., Киселёва В.К., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. 2003. Иллюстрированный определитель растений средней России. Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М., Товарищество научных изданий КМК, 583.
Gubanov I.A., Kiseljova V.K., Novikov V.S., Tihomirov V.N. 2003. Illjustrirovannyj opredelitel' rastenij srednej Rossii. T. 2. Pokrytosemennye (dvudol'nye: razdel'nolepestnye) [Illustrated Keys of Plants of Middle Russia. Vol. 2. Angiosperms (bipartite: polypetalae)]. Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 583. (in Russian)
8. Губанов И.А., Киселёва В.К., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. 2004. Иллюстрированный определитель растений средней России. Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М., Товарищество научных изданий КМК, 520.
Gubanov I.A., Kiseljova V.K., Novikov V.S., Tihomirov V.N. 2004. Illjustrirovannyj opredelitel' rastenij srednej Rossii. T. 3. Pokrytosemennye (dvudol'nye: razdel'nolepestnye) [Illustrated Keys of Plants of Middle Russia. Vol. 3. Angiosperms (bipartite: polypetalae)]. Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 520. (in Russian)
9. Гусев А.В. 2014. Виды Красной книги РФ во флоре Белгородской области (материалы к новому изданию Красной книги Белгородской области). Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 26 (3): 27–38.
Gusev A.V. 2014. Types of Red Data Book of the Russian Federation in the flora of the Belgorod region (materials for a new edition of the Red Book of the Belgorod region). Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 26 (3): 27–38. (in Russian)
10. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. 2004. Растения Белгородской области (конспект флоры). М., МПГУ, 119.
Elenevskij A.G., Radygina V.I., Chaadaeva N.N. 2004. Rastenija Belgorodskoj oblasti (konspekt flory) [Plants of Belgorod region (synopsis of flora)]. Moscow, MPGU, 119. (in Russian)
11. Золотухин Н.И. (отв. ред.). 2001. Красная книга Курской области. Т. 2: Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Тула, Гриф и К, 165.
Zolotuhin N.I. (otv. red.). 2001. Krasnaja kniga Kurskoj oblasti. T. 2: Redkie i ischezajushhie vidy rastenij i gribov [The Red Book of the Kursk region. Vol. 2: Rare and endangered species of plants and fungi]. Tula, Grif i K, 165. (in Russian)

12. Зубакин В.А., Тихомиров В.П. (отв. ред.). 1998. Красная книга Московской области. М., Аргус, Русский университет, 560.
Zubakin V.A., Tikhomirov V.P. (otv. red.). 1998. Krasnaya kniga Moskovskoy oblasti [Red List of the Moscow region]. Moscow, Argus, Russkiy universitet, 560. (in Russian)
13. Иванов А.И. (науч. ред.). 2002. Красная книга Пензенской области. Т. 1: Растения и грибы. Пенза, Пензенская правда, 160.
Ivanov A.I. (nauch. red.). 2002. Krasnaya kniga Penzenskoy oblasti. T. 1: Rasteniya i griby [Red List of the Penza region. T. 1: Plants and mushrooms]. Penza, Penzenskaya pravda, 160. (in Russian)
14. Иванов Л.Н. (гл. ред.) 2001. Красная книга Чувашской Республики. Том 1: Редкие и исчезающие растения и грибы. Чебоксары, Чувашия, 276.
Ivanov L.N. (gl. red.) 2001. Krasnaya kniga Chuvashskoy Respubliki. Tom 1: Redkie i ischezayushchie rasteniya i griby [Red List of the Chuvash Republic. Volume 1: Rare and disappearing plants and mushrooms]. Cheboksary, Chuvashiya, 276. (in Russian)
15. Исаев В.А., Борисова Е.А., Голубева М.А., Шилов М.П., Минеева Л.Ю. и др. 2010. Красная книга Ивановской области. Том 2. Растения и грибы. Иваново, ИПК «ПресСто», 192.
Isaev V.A., Borisova E.A., Golubeva M.A., Shilov M.P., Mineeva L.Yu. et al. 2010. Krasnaya kniga Ivanovskoy oblasti. Tom 2. Rasteniya i griby [Red List of the Ivanovo region. Volume 2. Plants and mushrooms]. Ivanovo, IPK "PresSto", 192. (in Russian)
16. Круглов Н.Д. (отв. ред.). 1997. Красная книга Смоленской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Смоленск, Издательство Смоленского государственного педагогического института, 294.
Kruglov N.D. (otv. red.). 1997. Krasnaya kniga Smolenskoy oblasti. Redkie i nakhodya-shchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rasteniy i zhivotnykh [Red List of the Smolensk region. The rare and being under the threat of disappearance species of plants and animals]. Smolensk, Publishing house of Smolensk state teacher training college, 294. (in Russian)
17. Маевский П.Ф. 2006. Флора средней полосы европейской части России. М., Товарищество научных изданий КМК, 600.
Maevskij P.F. 2006. Flora srednej polosy evropejskoj chasti Rossii [Flora of the middle belt of the European part of Russia]. Moscow, Tovarishhestvo nauchnyh izdaniy KMK, 600. (in Russian)
18. Миноранский В.А. (отв. ред.). 2004. Красная книга Ростовской области. Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения грибы, лишайники и растения. Ростов-на-Дону, Малыш, 334.
Minoranskij V.A. (otv. red.). 2004. Krasnaya kniga Rostovskoy oblasti. T. 2: Redkie i nahodjashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya griby, lishajniki i rasteniya [The Red Book of the Rostov region. Vol. 2: Rare and endangered fungi, lichens and plants]. Rostov-on-Don, Malysch, 334. (in Russian)
19. Пригоряну О.М. (отв. ред.). 2007. Красная книга Орловской области: Грибы. Растения. Животные. Орел, Центр Ковыль, Издательство А.В. Воробьев, 264.
Prigoryanu O.M. (otv. red.). 2007. Krasnaya kniga Orlovskoy oblasti: Griby. Rasteniya. Zhivotnye [Red List of the Oryol region: Mushrooms. Plants. Animals]. Orel, Tsentr Kovyl', Izdatel'stvo A.V. Vorob'ev, 264. (in Russian)
20. Присный А.В. (общ. науч. ред.). 2005. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Белгород, ОАО «Белгородская областная типография», 532.
Prisniy A.V. (obsch. nach. red.). 2005. Krasnaya kniga Belgorodskoj oblasti. Redkie i ischezajushhie rasteniya, griby, lishajniki i zhivotnye [Red book of Belgorod region. Rare and endangered plants, fungi, lichens and animals]. Belgorod, ОАО "Belgorodskaja oblastnaja tipografija", 532. (in Russian)
21. Ракова Н.С. 2005. Красная книга Ульяновской области. Т. 2: Растения. Ульяновск, Издательство УлГУ, 220.
Rakova N.S. 2005. Krasnaya kniga Ul'yanovskoy oblasti. T. 2: Rasteniya [Red List of the Ulyanovsk region. T. 2: Plants]. Ulyanovsk, Iz-datel'stvo UlGU, 220. (in Russian)
22. Розенберг Г.С. (ред.). 2007. Красная книга Самарской области. Т.1: Редкие виды растений, лишайников и грибов. Тольятти, ИЭВБ РАН, 372.
Rozenberg G.S. (red.). 2007. Krasnaya kniga Samarskoy oblasti. T.1: Redkie vidy rasteniy, lishaynikov i gribov [Red List of the Samara region. T.1: Rare species of plants, lichens and mushrooms]. Tolyatti, IEVB RAN, 372. (in Russian)
23. Самойлов Б.Л., Морозова Г.В. (отв. ред.). 2011. Красная книга города Москвы. М., 928.
Samoylov B.L., Morozova G.V. (otv. red.). 2011. Krasnaya kniga goroda Moskvy [Red List of the city of Moscow]. Moscow, 928. (in Russian)
24. Сорокин А.С. (ред.). 2002. Красная книга Тверской области. Тверь: Вече Твери, 256.
Sorokin A.S. (red.). 2002. Krasnaya kniga Tverskoy oblasti [Red List of the Tver region]. Tver, Veche Tveri, 256. (in Russian)
25. Тихомиров В.Н., Александрова К.И. и др. 2005. Красная книга Липецкой области. Т. 1: Растения, грибы, лишайники. М., Товарищество научных изданий КМК, 509.
Tikhomirov V.N., Aleksandrova K.I. et al. 2005. Krasnaya kniga Lipetskoy oblasti. T. 1: Rasteniya, griby, lishayniki [Red List of the Lipetsk region. Vol. 1: Plants, mushrooms, lichens]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnyh izdaniy KMK, 509. (in Russian)
26. Шляхтин Г.В. (науч. ред.). 2006. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов, Издательство Саратовской торгово-промышленной палаты, 528.



Shljahtin G.V. (nauch. red.). 2006. Krasnaja kniga Saratovskoj oblasti: Griby. Lishajniki. Rasteniya. Zhivotnye [The Red Book of the Saratov region: Mushrooms. Lichens. Plants. Animals]. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskoj torgovo-promyshlennoj palaty, 528. (in Russian)

27. Щеповских А.И., Бойко В.А., Горшков М.А. и др. 2006. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). Казань: Издательство «Идел-Пресс», 831.

Shchepovskikh A.I., Boyko V.A., Gorshkov M.A. i dr. 2006. Krasnaya kniga Respubliki Tatarstan (zhivotnye, rasteniya, griby) [Red List of the Republic of Tatarstan (animals, plants, mushrooms)]. Kazan, Izdatel'stvo "Idel-Press", 831. (in Russian)

28. Щербакова А.В. (науч. ред.). 2010. Красная книга Тульской области: Растения и грибы. Тула, Гриф и К, 393.

Shherbakova A.V. (nauch. red.). 2010. Krasnaja kniga Tul'skoj oblasti: Rasteniya i griby [The Red Book of the Tula region: Plants and Fungi]. Tula, Grif i K, 393. (in Russian)

УДК 581.9

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АДВЕНТИВНОЙ
ФРАКЦИИ ФЛОРЫ ГОРОДА КУРСКА**
**MODERN FORMATION TRENDS OF ADVENTITIOUS FLORA FRACTION
IN KURSK**

Е.А. Скляр
E.A. Sklyar

Курский государственный университет, Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33
Kursk State University, 33 Radisheva St, Kursk, 305000, Russia
E-mail: evgenijsklyar@yandex.ru

Ключевые слова: флора города, чужеродные виды, адвентивная флора, эргасиофиты, Курск
Key words: city flora, alien species, adventitious flora, ergasiophytes, Kursk city.

Аннотация. В статье рассмотрен современный состав группы адвентивных растений, произрастающих на территории города Курска. За основу принята информация из литературных источников, дополненная материалами полевых исследований 2013–2015 гг.

На сегодняшний день адвентивная флора города представлена 270 видами. Для каждого из заносных видов приведена характеристика по степени натурализации, времени и характере заноса. Определены тенденции формирования чужеродной флоры в последнее десятилетие. Можно отметить повышенную представленность таких групп как эпекофиты и агриофиты. Это вызвано увеличением активности ряда видов и повышением уровня их натурализации. Одновременно с этим возрастает участие эргасиофитов, что связано с введением в культуру все более широкого набора растений.

В заключение приводится список наиболее интересных находок адвентивных растений, отмеченных в последние годы на территории города.

Resume. This article is about modern group structure of adventitious plants growing in Kursk city area. It is based on data from literature resources, appended by data from field research in 2013–2015. Adventitious flora of the city is represented by 270 species in present. Plants, discoveries of which haven't been proved during the past 100 years, have been excluded. Each stranger is characterized by level of naturalization, time and way of appearance. Formation trends of adventitious flora of the past decade are defined. As a result of increased activity of some species and increased level of naturalization, excessive abundance of such groups as epiphytes and agriophytes may be noted. Simultaneously participation of ergasiophytes is increasing which is influenced by domestication of wide plants variety. Such species as *Euphorbia marginata* Pursh, *Lavatera trimestris* L., *Persicaria orientalis* (L.) Spach, *Sedum aizoon* L. have been noted to fall out of cultivation for the first time.

Введение

Адвентивный элемент флоры чаще всего определяется в отечественной литературе как совокупность видов растений, не свойственных местной флоре, занос которых на данную территорию не связан с естественным ходом флорогенеза, а является результатом прямой или косвенной деятельности человека [Виноградова и др., 2009].

В условиях городской среды повышение уровня адвентизации является одним из проявлений общей антропогенной трансформации флоры. Ее негативными последствиями можно считать унификацию растительного покрова и размытие естественных флористических границ [Мальшев, 1981; Бурда, 1991; Березуцкий, 1999]. Чужеродные растения способны оказывать влияние на состав и структуру естественных фитоценозов. За счет вытеснения аборигенных видов снижается общее флористическое разнообразие. Чрезмерное развитие сообществ с доминированием адвентиков может приводить к существенному экономическому ущербу [Виноградова и др., 2009; Майоров и др., 2012]. Весь набор негативных последствий, вызываемых процессом адвентизации, делает его изучение приоритетным вопросом современной ботаники. Актуальность темы также определяется скоротечностью процессов взаимодействия местного и адвентивного компонентов флоры.

Особенно активно процессы адвентизации наблюдаются на урбанизированных территориях. Этому способствует ряд причин: наличие крупных путей сообщения, торгово-экономические и транспортные потоки, разнообразные агроценозы. Немаловажным является географическое положение территории. Так, например, существует ряд трудностей при выделении адвентивного компонента во флорах городов лесостепной зоны. Прежде всего они обу-



словлены пограничным положением городских территорий, а также размытостью северных и северо-западных границ ареалов многих степных и лесостепных видов [Полуянов, 2003]. Не является исключением и Курск, расположенный на стыке Европейской широколиственной и Евразийской лесостепной областей [Лавренко, 1950].

В данной статье представлен современный состав адвентивной фракции флоры города Курска. В ходе исследования выявлены основные направления формирования данной группы в последнее десятилетие.

Объекты и методы исследования

Объектом нашего исследования является адвентивный компонент флоры города Курска. Первые источники, содержащие в себе информацию об этой группе, имеют более чем столетнюю историю [Мизгер, 1896; Алехин, 1909]. Основой же для составления перечня адвентивных растений послужила сводка по флоре Курской области [Полуянов, 2005], дополненная информацией о находках последних лет [Полуянов и др., 2006; Золотухин и др., 2008; Полуянов, Золотухин, 2009; Полуянов, Дегтярев, 2013; Арешьева, 2014]. Основные данные о нынешнем состоянии адвентивной фракции были получены в ходе полевых исследований 2013–2015 годов.

Для анализа адвентивных видов нами используется классификация, давно устоявшаяся в отечественной литературе [Kognas, 1978; Чичев, 1981; Тунгаев, Пузырев, 1988]. Характеристика видов приводится по трем параметрам: время заноса, способ заноса и уровень натурализации. Следует отметить, что европейские авторы придерживаются иных подходов, основанных на степени инвазивности видов [Richardson et al., 2000]. Кроме того, в зарубежных классификациях зачастую не учитывается способ заноса на исследуемую территорию. Эти особенности ведут к существенным отличиям в терминологии, используемой в странах постсоветского пространства и за рубежом. Однако, для разрешения ряда вопросов, связанных с адвентивными видами и последствиями их влияния, существует необходимость выработки общего понятийного аппарата. Эти идеи находят место как в работах европейских ботаников [Pysek et al., 2004], так и в отечественных работах [Гельтман, 2003; Виноградова и др., 2009].

Среди рассматриваемых категорий классификации адвентивных видов наиболее проблематичным представляется разграничение таких групп как археофиты и неофиты. Это связано прежде всего с трудностями определения времени первого появления вида на исследуемой территории. Второй особенностью является проблема выбора временной точки, разделяющей эти две группы. Обычно выбор временного параметра связан с каким-либо значимым событием, повлекшим за собой своеобразную волну адвентизации флоры. Поэтому для разных континентов и областей время появления неофитов отличается. Так, для большинства европейских стран точкой отсчета служит открытие Нового Света в 1492 году [Mandak, Pysek, 1998]. В Австралии разделение этих групп основано на времени европейской колонизации [Kloot, 1987]. Для европейской части России в качестве рубежа принимается период широкого расселения русских с традиционной культурой земледелия, что для Центрального Черноземья соответствует началу XVI в. [Игнатов и др., 1990]. Учитывая обширную территорию нашей страны, а также особенности исторического развития отдельных регионов, неудивительно, что вопросы определения временного критерия рассматриваются и сегодня [Чепинова, 2015].

Для определения времени заноса адвентивных видов специальные исследования нами не проводились. При анализе этого параметра использовалась сводка по флоре Курской области [Полуянов, 2005]. Степень натурализации указывалась на основе последних данных, полученных в ходе полевых исследований.

Результаты и их обсуждение

На сегодняшний день адвентивная фракция флоры города Курска представлена 270 видами растений, что совсем незначительно отличается от данных 2003 года [Полуянов, 2003]. При составлении списка нами был исключен ряд видов, не отмечавшихся со времен исследований В.В. Алехина [1909]. Среди них можно выделить ряд растений, часто культивировавшихся в этот период: *Linum usitatissimum* L., *Lens culinaris* Medik. и их специализированных паразитов, исчезнувших по причине изменения агротехники: *Cuscuta epilinum* Weihe, *Orobancha cumanica* Wallr., а также случайные растения, по всей видимости не натурализовавшиеся, повторный занос которых не отмечался: *Argusia sibirica* (L.) Dandy, *Lepidium perfoliatum* L., *Hibiscus trionum* L. и другие.

Соотношение основных групп адвентивных растений города Курска представлено в таблице.

Таблица

Группы адвентивных растений Курска (абсолютное число видов/доля от общего числа, в %)

Table

Groups of adventitious plants in Kursk city (absolute number of species/share of the total number in percents %)

		Эфемеро- фиты	Колонофиты	Эпекофиты	Агрофиты	Всего
Ксенофиты	Археофиты	9/3.3	–	21/7.8	3/1.1	33/12.2
	Кенофиты	32/11.9	15/5.6	60/22.2	12/4.4	119/44.1
	Всего	41/15.2	15/5.6	81/30.0	15/5.5	152/56.3
Эргазиофиты	Археофиты	10/3.7	–	1/0.4	1/0.4	12/4.4
	Кенофиты	27/10.0	27/10.0	33/12.2	19/7.0	106/39.3
	Всего	37/13.7	27/10.0	34/12.6	20/7.4	118/43.7
Итого		78/28.9	42/15.6	115/42.6	35/12.9	270/100

Как известно, адвентивные растения являются наиболее подвижным и изменяющимся компонентом флоры. Поэтому данные таблицы иллюстрируют современный состав этой группы растений, но не дают нам полноценного представления о протекающих в ней процессах. Для выявления закономерностей развития адвентивной фракции мы провели сравнение соотношения основных групп с учетом более ранних данных. Результаты представлены на рисунке.

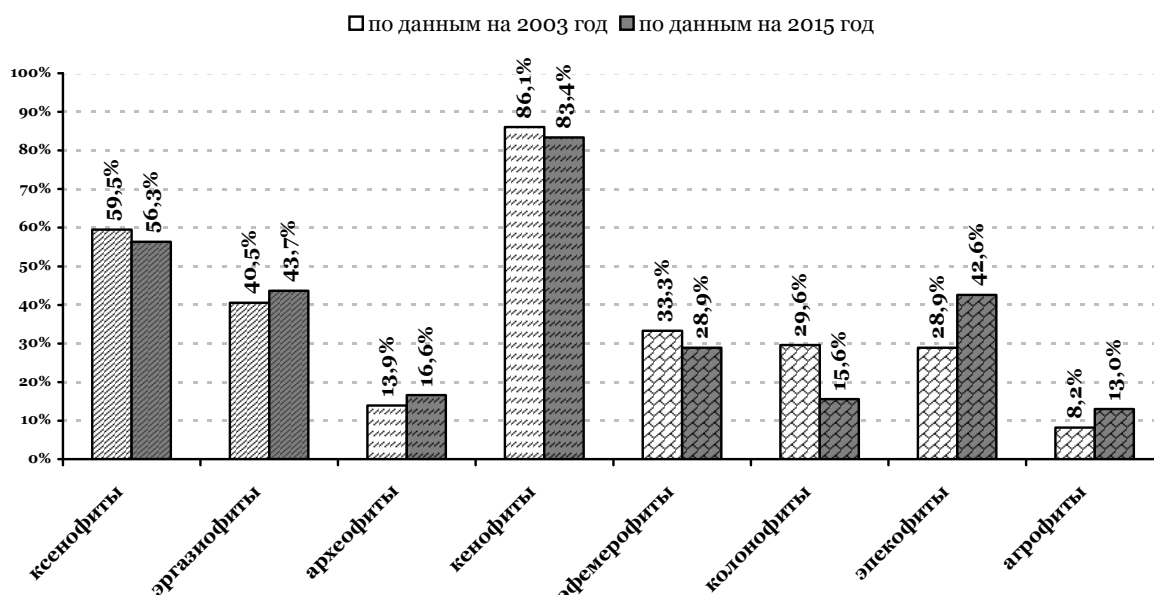


Рис. Изменение соотношения групп адвентивных растений Курска в последние годы
Fig. The change of balance in adventitious plant groups in Kursk city for the past years

Первая особенность, на которую хотелось бы обратить внимание, это увеличение долевого участия эргазиофитов. Повышение представительства этой группы мы связываем с бурными темпами внедрения в культуру все новых и новых видов растений. Эта тенденция особенно ярко проявляется в последние годы. Местами разведения новых, иногда экзотических растений служат садовые товарищества, цветники и палисадники частных владений, элементы озеленения и ландшафтного дизайна на улицах города. Кроме этого в Курске работают несколько частных питомников. К сегодняшнему дню значительно возросло разнообразие и доступность посадочного материала. Практически не представляется возможным провести оценку численности культивируемых видов. Результатом является бесконтрольная интродукция, а ее следствием – уход растений из культуры. В качестве примеров можно привести находки целого ряда видов. На разного рода нарушенных местообитаниях нами отмечены *Euphorbia marginata* Pursh, *Lavatera trimestris* L., *Phytolacca acinosa* Roxb., *Persicaria orientalis* (L.) Spach. Активно дичают популярные сейчас представители семейства толстянковых, а именно *Sedum ai-*



zoon L., *S. sexangulare* L., *S. spurium* M. Bieb. Среди натурализующихся древесных форм отметим находку *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. под пологом саженного сосняка, активное семенное возобновление *Quercus rubra* L. на территории урочища «Сухое Хмелевое». Впервые на территории города отмечен *Juglans mandshurica* Maxim., а также *Acer saccharinum* L. семенного происхождения. Общая тенденция увеличения числа эргазофитов наблюдается и в других регионах Центрального Черноземья [Хлызова, Агафонов, 2003].

Интересен характер распространения в окрестностях города такого вида как *Linum perenne* L. В сводке В.В. Алехина [1909] указано, что лен часто встречался вдоль дорог, попадая туда при транспортировке сена со степных участков Центрально-Черноземного заповедника. С ростом темпов индустриализации лен перестал встречаться в окрестностях города в одичавшем состоянии, но в последние годы все чаще отмечался в палисадниках и на альпийских горках. В 2014 году нами отмечено плодоносящее растение на обочине дороги в жилом районе западной части города. Источником заноса диаспор, вероятно, послужила культурная популяция, что позволяет нам относить лен многолетний к группе эргазофитов.

При сравнении имеющихся у нас данных (см. рис.) обращает на себя внимание увеличение долевого участия археофитов. Безусловно, с ходом времени представительство наиболее ранней группы адвентивных растений может только уменьшаться. Это связано с возможным исключением некоторых археофитов из флоры, а также с постоянным и необратимым увеличением числа неофитов. Полученный прирост, отраженный на рисунке, можно объяснить лишь различными методологическими подходами, которые использовал автор. Проблема выделения такой группы как археофиты нами уже была затронута выше. Вероятно, к моменту создания более поздней работы по флоре Курской области [Полуянов, 2005] для ряда видов был изменен статус времени заноса, что и привело к данному несоответствию.

Интересными и значимыми, на наш взгляд, являются изменения представленности групп, выделяемых на основе степени натурализации. За последнее десятилетие адвентивная флора Курска дополнена 30 новыми видами. Большая часть из них представлена эфемерофитами (16 видов) и колонофитами (10 видов). Несмотря на это мы отмечаем увеличение долевого участия эпекофитов и агриофитов. Сохранение доли эфемерофитов или ее сокращение объясняется прежде всего непостоянством состава данной группы. Растения, преодолевшие географический барьер, могут закрепиться на новой территории и начать расселяться, переходя на новую ступень натурализации. Однако, чаще они просто исчезают, не приспособившись к изменившимся условиям. Эти процессы определяют постоянную ротацию видового состава эфемерофитов.

Почему же увеличивается доля участия двух последних рассматриваемых групп? На примере городской флоры нам неизвестны случаи снижения уровня натурализации у эпекофитов и агриофитов. Напротив, мы можем приводить примеры расширения видового набора этих групп. Пополнение происходит за счет новых активно натурализующих вселенцев, а также видов, которые со временем повышают свой статус натурализации. К таким прогрессирующим видам можно отнести *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Dipsacus laciniatus* L., *Euphorbia peplus* L., *Hordeum murinum* L., *Rudbeckia hirta* L., *Setaria verticillata* (L.) P. Beauv. все они сейчас классифицируются нами как эпекофиты. Возможно, в скором времени к этой же группе будут отнесены *Bromus commutatus* Schrad. и *Camelina sativa* (L.) Crantz. Эти виды отмечаются все чаще, хотя причины этого не совсем ясны. Также к эпекофитам отнесем недавно отмеченный для Курской области [Полуянов, Скляр, 2015] *Papaver stevenianum* Mikheev. Этот вид мака активно распространяется по щебнистым откосам железных дорог.

Пополнение группы агриофитов выражено не так ярко. Однако, не стоит забывать, что каждый новый вид этой группы может нести в себе угрозу целостности растительного покрова. Повышенная активность при захвате новой территории отмечена нами для *Robinia pseudoacacia* L., *Xanthium albinum* (Widder) Scholz & Sukopp, *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Solidago canadensis* L., Наблюдая за расселением *Lupinus polyphyllus* Lindl. по многолетним залежам в окрестностях города, можно предположить возможность скорого внедрения люпина в естественные сообщества. Вызывает вопросы способ расселения *Hemerocallis fulva* (L.) L. Лилейник все чаще отмечается вне мест культивирования.

На примере флоры города Курска можно привести яркий пример того как скоро вид может перейти в состояние инвазионно опасного. В сводке по Курской области [Полуянов, 2005] для *Lonicera caprifolium* L. указано на то, что вид используется в озеленении и не дичает. В 2014 году нами обнаружена популяция жимолости в урочище «Сухое Хмелевое». Общая площадь популяции превышала 50 м², а проективное покрытие вида достигало 100%. В 2015 году обнаружена популяция со сходными характеристиками в урочище «Крутой лог». Вероятнее всего, диаспоры жимолости разносятся птицами. В случае успешного образования семян и

устойчивости растений к зимним температурам жимолость может нести серьезную опасность для состояния травяного яруса широколиственных лесов города.

Так выглядят основные особенности развития адвентивной фракции флоры города Курска. В заключение приведем некоторые интересные на наш взгляд находки адвентивных видов, отмеченные в ходе полевых сезонов 2014–2015 годов. Находки новых для области видов были приведены в отдельной работе [Полуянов, Скляр, 2015]. Цитируемые гербарные образцы хранятся в KURS.

Agastache rugosa (Fisch. & C.A. Mey.) Kuntze: Курск, Центральный округ, окрестности ул. Бойцов 9-й дивизии, замусоренный кленовник на берегу руч. Кур, 2 цветущих экз., 08.08.2014. – Новый вид для флоры города, эргазиофит – эфемерофит;

Chorispora tenella (Pall.) DC.: Курск, Сеймский округ, ул. Черняховского, обочина дороги, 11 цветущих экз., 05.08.2015. – Новый вид для флоры города, ксенофит – эфемерофит;

Crepis rhoeadifolia M. Bieb.: Курск, Центральный округ, пр. Победы, двор многоэтажного дома, 1 цветущий экз., 17.06.2015. – Вторая находка вида для флоры области, ксенофит – эфемерофит;

Duchesnea indica (Andrews) Focke: Курск, Центральный округ, Знаменский пруд, в посадках лиственницы на берегу пруда, популяция общей площадью 6 м², 19.06.2014. – Вторая находка вида для флоры города, эргазиофит – эпекофит;

Galega orientalis Lam.: Курск, Центральный округ, ул. 50 лет октября, небольшая залежь у дроги, 1 цветущий экз., 10.07.2014. – Новый вид для флоры города, эргазиофит – эпекофит;

Hyssopus officinalis L.: Сев.-зап. окраина Курска, территория СНТ «Курск», окраина заброшенного дачного участка, 3 цветущих экз., 11.08.2015. – Первая современная находка для флоры города, эргазиофит – колонофит;

Lavatera trimestris L.: Зап. окраина Курска, долина руч. Моква, замусоренный сырой луг-выгон, 1 цветущий экз., 18.07.2014. – Первая находка для флоры города, эргазиофит – эфемерофит;

Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt.: Курск, Центральный округ, окрестности Кожзавода, саженный сосняк, 1 экз., 08.07.2015. – Первая находка для флоры города, эргазиофит – колонофит;

Melilotus wolgicus Poir.: Зап. окраина Курска, разбитые пески надпойменной террасы правобережья р. Сейм, 1 плодоносящий экз., 24.07.2015. – Вторая находка для флоры города, ксенофит – эфемерофит;

Phalaris canariensis L.: Курск, Центральный округ, окрестности Кожзавода, сорное место на вырубке под ЛЭП, 5 плодоносящих экз., 15.07.2015. – Вторая находка для флоры города, ксенофит – эфемерофит;

Poterium sanguisorba L.: Курск, Сеймский округ, ул. Гагарина, газон, 3 цветущих экз., 13.07.2015. – Первая находка для флоры города, видимо занесен с грунтом, ксенофит – эфемерофит;

Sedum spurium M. Bieb.: Сев.-зап. окраина Курска, окрестности СНТ «Курск», окраина широколиственного леса, популяция площадью 3 м², 11.08.2015. – Первая находка для флоры города, эргазиофит – колонофит;

Sedum sexangulare L.: Курск, Центральный округ, перекресток ул. Сумская и Энгельса, придорожный газон, популяция площадью 1 м², 07.2015. – Первая находка для флоры города, эргазиофит – колонофит;

Veronica polita Fr.: Курск, Центральный округ, ул. К. Маркса, территория мемориала памяти ВОВ, популяция 3 м², 18.07.15. – Первая находка для флоры города, ксенофит – эпекофит;

Vitis vinifera L.: Курск, Центральный округ, ул. ВЧК, обочина дороги, 1 плодоносящее растение, 08.07.2015. – Первая находка для флоры города, эргазиофит – колонофит.

Заключение

Под действием ряда факторов происходит стремительное развитие адвентивного компонента флоры города Курска. К значимым явлениям относится рост долевого участия таких групп как эргазиофиты, эпекофиты и агриофиты. Для ряда растений отмечено изменение степени натурализации, что вызвано повышением их инвазивной активности. Выявлены виды, натурализовавшиеся в течение последнего десятилетия.

Сегодня перед нами стоит серьезная задача мониторинга процессов взаимодействия чужеродного элемента с другими компонентами городской флоры. Регулярное наблюдение за



растительным покровом позволит лучше разобраться в особенностях процесса адвентизации и оценить его возможные последствия.

Список литературы References

1. Алехин В.В. 1909. Очерк растительности и ее последовательной смены на участке «Стрелецкая степь» под Курском. Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, 40 (1): 1–112.
Alekhin V.V. 1909. Outline of vegetation and its sequential change in the area "Streletskaaya step" Kursk. Trudy Sankt-Peterburgskogo obshchestva estestvoispytateley [Proceedings of St. Petersburg society of Naturalists], 40 (1): 1–112. (in Russian)
2. Арепьева Л.А. 2014. Флористические находки в г. Курске. Бюллетень МОИП. Отдел биологический, 119 (3): 71.
Arep'eva L.A. 2014. Floristic records in the city of Kursk. Byulleten' MOIP. Otdel biologicheskii [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series], 119 (3): 71. (in Russian)
3. Березуцкий М.А. 1999. Антропогенная трансформация флоры. Ботанический журнал, 84 (6): 8–19.
Berezutskiy M.A. 1999. Anthropogenic Flora Transformation. Botanicheskii zhurnal [Botanical journal], 84 (6): 8–19. (in Russian)
4. Бурда Р.И. 1991. Антропогенная трансформация флоры. Киев, Наукова думка, 168.
Burda R.I. 1991. Antropogennaya transformatsiya flory [Anthropogenic Flora Transformation]. Kiev, Naukova dumka, 168. (in Russian)
5. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. 2009. Черная книга флоры Средней России. М., ГЕОС, 494.
Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. 2009. Chernaya kniga flory Sredney Rossii [Black book of the flora of Central Russia]. Moscow, GEOS, 494. (in Russian)
6. Гельтман Д.В. 2003. Понятие «инвазивный вид» и необходимость изучения этого явления. В кн.: Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. Материалы научной конференции (г. Тула, 2003 г.). М.–Тула, Ботанический сад МГУ – Гриф и К^о: 35–36.
Gel'tman D.V. 2003. The concept of "invasive species" and the need to study it. In: Problemy izucheniya adventivnoy i sinantropnoy flory v regionakh SNG. Materialy nauchnoy konferentsii (g. Tula, 2003 g.) [Problems of studying and adventive synanthropic flora in the CIS. Proceedings of the conference (Tula, 2003)]. Moscow–Tula, Botanicheskii sad MGU – Grif i K^o: 35–36. (in Russian)
7. Золотухин Н.И., Майоров С.Р., Полуянов А.В. 2008. Новые флористические находки в Курской области. Бюллетень МОИП. Отдел биологический, 113 (3): 73–75.
Zolotukhin N.I., Mayorov S.R., Poluyanov A.V. 2008. New floristic records from Kursk province. Byulleten' MOIP. Otdel biologicheskii [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series], 113 (3): 73–75. (in Russian)
8. Игнатов М.С., Макаров В.В., Чичев А.В. 1990. Конспект флоры адвентивных растений Московской области. В кн.: Флористические исследования в Московской области. М., Наука: 5–105.
Ignatov M.S., Makarov V.V., Chichev A.V. 1990. List of adventive plants in Moscow region. In: Floristicheskie issledovaniya v Moskovskoy oblasti [Floristic study in the Moscow region]. Moscow, Nauka: 5–105. (in Russian)
9. Лавренко Е.М. 1950. Основные черты ботанико-географического разделения СССР и сопредельных стран. Проблемы ботаники, 1: 530–548.
Lavrenko E.M. 1950. The main features of the phyto-geographical division of the USSR and adjacent countries. Problemy botaniki [Botanical problems], 1: 530–548. (in Russian)
10. Майоров С.Р., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Шербаков А.В. 2012. Адвентивная флора Москвы и Московской области. М., КМК, 412+120.
Mayorov S.R., Bochkin V.D., Nasimovich Yu.A., Shcherbakov A.V. 2012. Adventivnaya flora Moskvy i Moskovskoy oblasti [Adventive flora of Moscow and Moscow region]. Moscow, KMK, 412+120. (in Russian)
11. Малышев Л.И. 1981. Изменение флор земного шара под влиянием антропогенного давления. Биологические науки, 3: 5–20.
Malyshev L.I. 1981. Changes in the flora of the globe under the influence of anthropogenic pressure. Biologicheskie nauki [Biological sciences], 3: 5–20. (in Russian)
12. Мизгер А. 1896. Конспект растений, дикорастущих и разводимых в Курской губернии. Курск, 115.
Mizger A. 1896. Konspekt rasteniy, dikorastushchikh i razvodimykh v Kurskoy gubernii [Abstract plants, wild and farmed in the Kursk province]. Kursk, 115. (in Russian)
13. Полуянов А.В. 2003. Адвентивный компонент во флоре города Курска. В кн.: Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. Материалы научной конференции (г. Тула, 2003 г.). М.–Тула, Ботанический сад МГУ – Гриф и К^о: 81–82.
Poluyanov A.V. 2003. Adventive component in the flora of the city of Kursk. In: Problemy izucheniya adventivnoy i sinantropnoy flory v regionakh SNG. Materialy nauchnoy konferentsii (g. Tula, 2003 g.) [Problems of studying and adventive synanthropic flora in the CIS. Proceedings of the conference (Tula, 2003)]. Moscow–Tula, Botanicheskii sad MGU – Grif i K^o: 81–82. (in Russian)
14. Полуянов А.В. 2005. Флора Курской области. Курск, Курский государственный университет, 263.

- Poluyanov A.V. 2005. Flora Kurskoy oblasti [Flora Kursk region]. Kursk, Kurskiy gosudarstvenniy universitet, 263. (in Russian)
15. Полюянов А.В., Дегтярев Н.И. 2013. Новые дополнения к флоре Курской области. Бюллетень МОИП. Отдел биологический, 118 (6): 65–66.
- Poluyanov A.V., Degtyarev N.I. 2013. New additions to the flora of Kursk province. Byulleten' MOIP. Otdel biologicheskiiy [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series], 118 (6): 65–66. (in Russian)
16. Полюянов А.В., Золотухин Н.И. 2009. Новые дополнения и уточнения к флоре Курской области. Бюллетень МОИП. Отдел биологический, 114 (6): 68–69.
- Poluyanov A.V., Zolotukhin N.I. 2009. New additions and corrections to the flora of Kursk province. Byulleten' MOIP. Otdel biologicheskiiy [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series], 114 (6): 68–69. (in Russian)
17. Полюянов А.В., Золотухин Н.И., Золотухина И.Б. 2006. Новые дополнения к флоре Курской области. Бюллетень МОИП. Отдел биологический, 111 (3): 63–64.
- Poluyanov A.V., Zolotukhin N.I., Zolotukhina I.B. 2006. New additions to the flora of Kursk province. Byulleten' MOIP. Otdel biologicheskiiy [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series], 111 (3): 63–64. (in Russian)
18. Полюянов А.В., Скляр Е.А. 2015. Дополнения и уточнения к флоре Курской области по материалам 2014 года. Бюллетень МОИП. Отдел биологический, 120 (3): 63–64.
- Poluyanov A.V., Sklyar E.A. 2015. Additions and corrections to the flora of Kursk province based on records of 2014. Byulleten' MOIP. Otdel biologicheskiiy [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series], 120 (3): 63–64. (in Russian)
19. Туганаев В.В., Пузырев А.Н. 1988. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск, Издательство Уральского университета, 124.
- Tuganaev V.V., Puzyrev A.N. 1988. Gemerofity Vyatsko-Kamskogo mezhdurech'ya [Hemerophyts of Vyatka Kamsk Country Between Two Rivers]. Sverdlovsk, Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta, 124. (in Russian)
20. Хлызова Н.Ю., Агафонов В.А. 2003. Особенности новейшего этапа формирования адвентивного компонента флоры Воронежской области. В кн.: Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. Материалы научной конференции. М.–Тула, Ботанический сад МГУ – Гриф и К°: 115–116.
- Khlyzova N.Yu., Agafonov V.A. 2003. Features of the latest stage of the formation of adventitious flora component of the Voronezh region. In: Problemy izucheniya adventivnoy i sinantropnoy flory v regionakh SNG. Materialy nauchnoy konferentsii (g. Tula, 2003 g.) [Problems of studying and adventive synanthropic flora in the CIS. Proceedings of the conference (Tula, 2003)]. Moscow–Tula, Botanicheskiiy sad MGU – Grif i K°: 115–116. (in Russian)
21. Чепинога В.В. 2015. Растения-неофиты в гидрофильной флоре Байкальской Сибири. Вестник Томского государственного университета. Биология, 1 (29): 68–85.
- Chepinoga V.V. 2015. Plants-neophytes in the hydrophilic flora of the Baikal in Siberia Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya [Bulletin of Tomsk State University. Biology], 1 (29): 68–85. (in Russian)
22. Чичев А.В. 1981. Синантропная флора города Пушино. В кн.: Экология малого города: Сборник научных трудов. Пушино: 18–42.
- Chichev A.V. 1981. Synanthropic Flora of the City of Pushchino. In: Ekologiya malogo goroda: Sbornik nauchnykh trudov [Ecology of a Small City: Collection of scientific papers]. Pushchino: 18–42. (in Russian)
23. Kloot P.M. 1987. The naturalised flora of South Australia. 1. The documentation of its development. Journal of the Adelaide Botanical Gardens, 10: 81–90.
24. Kornas J. 1978. Remarks in analysis of a synanthropic flora. Acta Bot. Slov. Acad. Sci. Slov. Ser. A, Bratislava, 3: 385–393.
25. Mandak B., Pysek P. 1998. History of spread and habitat preferences of *Atriplex sagittata* (Chenopodiaceae) in the Czech Republic. Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses (ed. by U. Starfinger, K. Edwards, I. Kowarik & M. Williamson). Leiden, The Netherlands: 209–224.
26. Pysek P., Richardson D.M., Rejmanek M., Webster G., Williamson M., Kirschner J. 2004. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. Taxon, 53 (1): 131–143.
27. Richardson D.M., Pysek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and distributions, 6 (2): 93–107.



УДК 581.524:582.287.237:582.632.2

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА ПАТОГЕННЫХ
ТРУТОВЫХ ГРИБОВ НА ДУБЕ ЧЕРЕШЧАТОМ (*P*-МИКОЦЕНОЗА)
В БИОЦЕНОЗАХ НАГОРНЫХ ДУБРАВ ЮГО-ЗАПАДА СРЕДНЕРУССКОЙ
ВОЗВЫШЕННОСТИ**

**THE FUNCTIONAL STRUCTURE OF COMMUNITY TREE-PATHOGENIC FUNGI
ON ENGLISH OAK (*P*-MYCOCECENOSIS) IN BIOCENOSSES OF UPLAND OAK
FORESTS IN THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND**

**А.В. Дунаев, Е.Н. Дунаева, С.В. Калугина, О.В. Афанасенкова
A.V. Dunaev, E.N. Dunaeva, S.V. Kalugina, O.V. Afanasenkova**

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

Belgorod State National Research University, 85, Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: kiryushenko@bsu.edu.ru

Ключевые слова: дуб черешчатый, *P*-микоценоз, *Q-P*-ксиломикокомплекс, функциональная структура, патогенное направление *P*-микогенной биодеструкции, сапротрофно-патогенный путь *P*-микогенной биодеструкции.

Key words: English oak, *P*-mycocenosis, *Q-P*-xylomycocomplex, functional structure, pathogenic direction of *P*-mycogenic biodestruction, saprotrophs-pathogenic way of *P*-mycogenic biodestruction.

Аннотация. В статье освещается функциональное строение сообщества трутовых грибов на дубе черешчатом, или *P*-микоценоза, в порослевых нагорных дубравах южной лесостепи. В качестве функциональных элементов рассматриваются совокупности видов, входящих в состав *P*-микоценоза и обладающих сходными функциональными свойствами. Это своего рода ценоэлементы *P*-микоценоза, представляющие разные направления (патогенное или сапротрофное), пути (биотрофно-патогенный, сапротрофно-патогенный или сапротрофный) и типы (коррозийный или деструктивный) микогенной биодеструкции древесины дуба. Проанализировано строение элементарного экофункционального компонента дубравного биоценоза – *Q-P*-ксиломикокомплекса – включающего структуру *P*-микоценоза как активную составляющую. В составе патогенного направления выделены биотрофно-патогенный и сапротрофно-патогенный пути биодеструкции. Выявлены два различных типа функциональной структуры *P*-микоценоза. Первый тип характерен для дубравных сообществ, включающих дубовые древостои лучшего санитарного состояния. Второй – для дубравных сообществ, включающих дубовые древостои худшего санитарного состояния. В первом случае в функциональной структуре патогенный элемент выражен сравнительно слабее, во втором – сравнительно сильнее. Типы функциональных структур воплощены в единой аналитической модели.

Resume. This article is the culmination of five years (2010-2014) research into the functional structure of the community of pathogenic Polypore fungi on English oak (*P*-mycocenosis) in the oak forest cenoses of upland coppice oak forests in the South-West of Belgorod region of the Russian Federation. Functional structure of *P*-mycocenosis in anthropogenically transformed the southern forest-steppe oak forests has not been studied. In this regard, following target has been set of studies. To recreate a functional structure in the form of some analytical models, in other words – to build a model of the functional structure of the *P*-mycocenosis. The mission of the research were: 1. Identification of functional structural components involved in the implementation of the clarified functions *P*-mycocenosis, in their subordination and relationships. 2. Identification of functional elements *P*-mycocenosis and determining the ratio of their quantitative representation. 3. Building a model of a functioning system *P*-mycocenosis reflecting the ratio of the quantitative representation of different functional elements in the stands of the different states. The object of this research was *P*-mycocenosis, tropho-a topically associated with *Quercus*-xylocenosis in biocenosis upland coppice oak forests in the South-West of Belgorod region growing under the conditions D₁₋₂ and D₂. Field surveys were conducted in accordance with the basic recommendations and the General methods mycocenologists studies. A detailed survey was carried out in the continuous strip of accounting. In the analysis process as the functional elements are considered cenoelement exercising pathogenic or saprotrophic direction of *P*-micogenic biodestruction of wood, as well as causing corrosion or destructive type of decay of oak wood. In the pathogenic composition are highlighted the directions of biotrophs-pathogenic and saprotrophs-pathogenic ways of biodestruction. Two different types of functional structure *P*-mycocenosis were identified. The first type is characteristic of forest communities, including oak stands of the best sanitary condition. The second is for forest biocenosis, including oak stands of the worst sanitary conditions. In the first case, in the functional structure of plant pathogenic element is expressed relatively weaker, and the second relatively stronger. A model of the functional structure of the *P*-mycocenosis was built.

Введение

Под функциональной структурой сообщества ксилотрофных грибов принято подразумевать [Мухин, 1993; Сафонов, 2005, 2006; Стороженко, 2008; Сафонов и др., 2013; Дунаев и др., 2015] его строение в аспекте выполняемых его членами функций по микогенной деструкции древесины.

Функциональная структура патогенных трутовых на дубе в антропогенно трансформированных дубравах южной лесостепи практически не изучена. В связи с этим была поставлена следующая цель исследований: воссоздать функциональную структуру *P*-микоценоза в виде некоторой аналитической модели, отражающей процессы *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба в дубовых древостоях разного санитарного состояния.

В круг задач исследований входило: 1) выявление функциональных структурных компонентов, участвующих в осуществлении функций *P*-микоценоза в их субординации и взаимосвязи; 2) выявление функциональных элементов *P*-микоценоза, определение их количественной представленности и оценка соотношения их количественной представленности; 3) построение модели функционирующей системы *P*-микоценоза, отражающей соотношение количественной представленности разных функциональных элементов в дубовых древостоях разного состояния.

Объекты и методика

Объектом исследований являлся *P*-микоценоз, трофотопически связанный с *Quercus*-ксилоценозом в биоценозах нагорных порослевых дубрав юго-запада Белгородской области, произрастающих в условиях свежаватой дубравы (переходной тип условий произрастания от сухой D_1 к свежей D_2 дубраве) (D_{1-2}) и свежей дубравы (D_2). В формировании *P*-микоценоза в сообществах нагорных дубрав исследуемого региона, так или иначе, принимают участие следующие виды *Polyporaceae* s. l.: печеночница обыкновенная *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With., серно-желтый трутовик *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill., ложный дубовый трутовик *Fomitiporia robusta* (P. Karst.) Fiasson & Niemelä [= *Phellinus robustus* (P. Karst.) Bourdot & Galzin], дуболюбивый трутовик *Inocutis dryophila* (Berk.) Fiasson & Niemelä [= *Inonotus dryophilus* (Berk.) Murrill], дубравный корневой трутовик *Pseudoinonotus dryadeus* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch. [= *Inonotus dryadeus* (Pers.) Murrill], дубовая губка *Daedalea quercina* (L.) Pers., шафранный трутовик *Hapalopilus croceus* (Pers.) Donk., грифола курчавая *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, настоящий трутовик *Fomes fomentarius* (L.) Fr., чешуйчатый трутовик *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr. (Полные названия видов трутовых грибов даны по Kirk et. al., [2008])

Основные полевые обследования проводились в 2011-2014 гг. в порослевых древостоях с преобладанием дуба черешчатого *Quercus robur* L. как главной породы, среднего и приспевающего возраста, средней полноты, среднего бонитета (страта Д.ПП.ПВ.СП.СБ [Руководство по планированию ..., 2007]. Всего было обследовано 14 дубовых древостоев в составе 5 нагорных дубрав региона. Из них 5 древостоев лучшего санитарного состояния (средняя категория жизнеспособности $KC = 2.1 \pm 0.04$ балла) и 9 древостоев худшего санитарного состояния (средняя категория жизнеспособности $KC = 2.4 \pm 0.03$ балла).

Полевые обследования проводились в соответствии с базовыми рекомендациями [Руководство по планированию ..., 2007] и общими методами микоценологических исследований [Мухин, 1993; Сафонов, 2006]. Камеральная обработка данных осуществлялась с позиций системно-структурного анализа [Ушаков, 2005; Сафонов, 2006] с помощью методов лесной микоценологии [Мухин, 1993; Сафонов, 2006] и биометрии [Лакин, 1990].

Результаты и обсуждение

Сообщество патогенных трутовых, приуроченных к дубу черешчатому, или *P*-микоценоз, является специфической единицей в экологической структуре биоценоза дубравы. *P*-микоценоз входит в состав микоценоза – одного из основополагающих сообществ единого дубравного сообщества [Сафонов, 2006; Стороженко, 2008, 2009, 2010]. *P*-микоценоз является также элементом функциональной структуры биоценоза дубравы. Он входит в состав *Q-P*-ксиломикокомплекса – части консорции дуба, включающей сообщество патогенных трутовых (*P*-микоценоз) и сообщество *Quercus robur* L. (*Q*-ксилоценоз), функционально связанные друг с другом. Экофункциональная структура *Q-P*-ксиломикокомплекса схематично изображена на рисунке 1. В функциональном аспекте система *Q-P*-ксиломикокомплекса состоит из двух подсистем: *Q-P*-биоценокомплекса и *Q-P*-мортценокомплекса (см. рис. 1). *Q-P*-биоценокомплекс включает в качестве обобщенного продуцента (субстратной составляющей) *Q*-дендроценоз – совокупность живых и свежесохших деревьев дуба в составе дубравного фитоценоза и в качестве обобщенного консумента *P*-микопатоценоз – совокупность патогенных трутовых на живых и свежесохших деревьях дуба. *Q-P*-мортценокомплекс включает в качестве обобщенного продуцента (субстратной составляющей) *Q*-мортценоз – совокупность мертвых (косных) единиц дуба (старого сухостоя, бурелома, пней) в составе дубравного фитоценоза и в качестве обоб-

щенного редуцента *P*-микосапроценоз – совокупность патогенных трутовых на косных древесных единицах дуба (см. рис. 1).

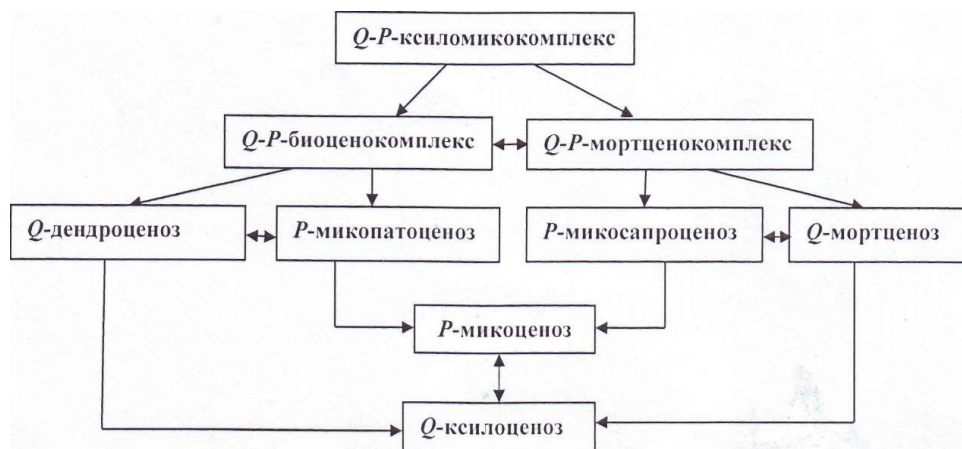


Рис. 1. Блок-схема, отображающая экофункциональное строение *Q-P*-ксиломикокомплекса с участием *P*-микоценоза в порослевых нагорных дубравах

Fig. 1. A block diagram showing ecofunctional structure *Q-P*-xylomycocomplex involving *P*-mycocenosis in upland coppice oak forests

Следует отметить, что понятие «микоценоз» и представление о нем раскрываются и развиваются в работах по лесной микоценологии [Сафонов, 2006; Стороженко, 2008, 2009, 2010; Богомолова, 2014]. Понятия «ксиломикокомплекс» и «ценокомплекс» раскрываются в работах также микоценологической направленности [Арефьев, 2008, 2010; Ставишенко, 2008]. Понятие «дендроценоз» традиционно используется в фитоценологии, часто в качестве синонима понятия «древостой». Здесь мы различаем эти понятия и используем понятие «древостой» в более широком смысле [Руководство по планированию ..., 2007]. Понятие «мортценоз» и представление о нем используется и развивается в лоне лесной микоценологии [Стороженко, 2009]. Понятие «микопатоценоз» используется и развивается в рамках сельскохозяйственной фитопатологии [Якуба, 2010]. Понятия «микосапроценоз» (по аналогии с «микопатоценозом») и «ксилоценоз» (как объединение дендроценоза, в смысле совокупности живых и свежесохших деревьев, и мортценоза) вводятся и используются нами как определения отдельных своеобразных, объективно существующих сообществ, вполне ясно дополняющих и логически завершающих структуру *Q-P*-ксиломикокомплекса (см. рис. 1).

С экосистемных позиций *P*-микоценоз следует рассматривать как компонент *Q-P*-ксиломикокомплекса. В лесной микоценологии микоценозы исследуются как некоторые самостоятельные структуры в составе биоценозов [Сафонов, 2008; Стороженко, 2009]. Субстратная составляющая ксиломикокомплексов остается в тени и проявляется только в экобиологии видов, активных потребителей и преобразователей субстрата, входящих в состав микоценозов, и косвенным образом закрепляется в их структуре. Такой подход вполне оправдан, если непосредственным объектом исследований является именно грибное сообщество – неслучайное сочетание и соотношение видов грибов в составе природного сообщества.

P-микоценоз как неслучайное образование обладает собственной структурой, ценоэлементами которой выступают совокупности видов, в него входящих и имеющих сходные свойства. В многоплановой архитектонике общей структуры *P*-микоценоза выделяется и функциональная структура [Дунаев и др., 2015], которая может быть представлена функциональными ценоэлементами – совокупностями видов, поддерживающих то или иное направление, тот или иной путь биодеструкции, вызывающих тот или иной тип гниения древесины. При этом, качественную сторону функциональной структуры отражает наличие различных функциональных ценоэлементов, а количественную – их соотношение.

Выделяют два основных направленных процесса биодеструкции: 1) осуществляемых грибами-кислотрофами биотрофного комплекса [Сафонов, 2006; Стороженко, 2008; Сафонов и др., 2013; Богомолова, 2014; Дунаев и др., 2015] и 2) грибами-кислотрофами сапротрофного комплекса, соответственно, патогенный (фитопатогенный) и сапротрофный. При этом отмечается, что существуют определенные различия в представленности и соотношении функциональных элементов сходных сообществ кислотрофных грибов в биоценозах лесного типа разной антропогенной нарушенности и в разных природных зонах [Стороженко, 2008; Сафонов и др., 2013].

др., 2013; Дунаев и др., 2015]. В качестве более дифференцированных элементов патогенного направления различают биотрофный и патогенный сапротрофный пути биодеструкции [Дунаев и др., 2015]. Второй путь в контексте дальнейшего изложения именуется сапротрофно-патогенным. В качестве функциональных элементов дополнительно выделяют группы видов в зависимости от типа вызываемой гнили: одну группу представляют виды – возбудители коррозийной гнили, другую – возбудители деструктивной гнили [Мухин, 1993; Сафонов, 2006, Стороженко, 2008; Дунаев и др., 2015].

Вероятнее всего, существующие характерные направления и пути деструкции древесины дуба видами *P*-микоценоза как реальные природные процессы представляют в своей взаимосвязи достаточно сложную картину.

В исследовательской практике, на текущий момент, как правило, отчетливо можно констатировать только факт присутствия представителя того или иного вида *P*-микоценоза на вегетирующем и свежесушеном субстрате или на старом косном субстрате. В первом случае мы отмечаем осуществление патогенного направления биодеструкции, во втором – сапротрофного. Т.е., одного из двух вышеназванных основных направлений микоценозной деструкции на которую указывают и другие авторы [Мухин, 1993; Сафонов, 2006; Стороженко, 2008; Богомолова, 2014]. Но и в составе патогенного направления, лежащего в основе микоценозических сукцессий [Харченко, 2003; Богомолова, 2014], зная биоэкологию видов (их экотрофические особенности), достаточно четко можно выделить биотрофно-патогенный путь и сапротрофно-патогенный путь. Первый поддерживается биотрофными патогенами, жизнедеятельными на вегетирующих деревьях в составе *Quercus*-ценопопуляции, но теряющими жизнедеятельность на косном субстрате, переходящем в разряд единиц *Quercus*-морткомплекса. Второй – сапротрофными патогенами и патогенными сапротрофами, развивающимися, в данный момент, на живой древесине (на ксилоэлементах *Q*-дендроценоза), но в дальнейшем способные длительное время нормально существовать и на косной древесине (на ксилоэлементах *Q*-мортценоза). Т. е., в реальных условиях исследования мы можем достоверно различить и учесть представителей видов *P*-микоценоза, осуществляющих в данный момент один из трех путей микоценозной биодеструкции древесины дуба: биотрофно-патогенный, сапротрофно-патогенный или сапротрофный.

Таким образом, исходя из собственного опыта и принимая во внимание экотрофические особенности видов *P*-микоценоза, можно попытаться отобразить действительную картину микоценозных деструктивных процессов древесных единиц *Quercus*-ксилоценоза видами *P*-микоценоза следующей схемой (рис. 2).



Рис. 2. Пути биодеструкции осуществляемые представителями разных трофических групп в составе *P*-микоценоза: БП – биотрофные патогены; СП – сапротрофные патогены; ПС – патогенные сапротрофы

Fig. 2. The ways of biodestruction carried out by representatives of different trophic groups of *P*-mycocenosis: БП – biotrophic pathogens; СП – saprotrophic pathogens; ПС – pathogenic saprotrophs

Биотрофно-патогенный путь (рис. 2) осуществляют следующие биотрофные патогены: *F. robusta*, *I. dryophila*, *P. dryadeus*, *G. frondosa*.

Сапротрофно-патогенный путь осуществляют следующие сапротрофные патогены: *F. hepatica*, *L. sulphureus*, *H. croceus*, *P. squamosus*, *F. fomentarius* и патогенный сапротроф *D. quercina*.

Сапротрофный путь осуществляют следующие сапротрофные патогены: *F. hepatica*, *L. sulphureus*, *H. croceus*, *P. squamosus*, *F. fomentarius* и патогенный сапротроф *D. quercina*.

Следует заметить, что *F. fomentarius* на некоторых породах обнаруживает черты сходства и с типичными патогенными сапротрофами и с типичными сапротрофными патогенами. Однако на дубе в регионе исследований чаще отмечался на живом субстрате, отчего мы и относим его к функциональным сапротрофным патогенам в составе *Q-P*-ксиломикокомплекса.

Видовая представленность ценоэлементов *P*-микоценоза в разных аспектах функциональной структуры приведена в таблице 1.

Таблица 1

Виды *P*-микоценоза в качестве элементов его функциональной структуры

Table 1

Species of *P*-mycocenosis as elements of its functional structure

Вид в составе <i>P</i> -микоценоза	Элементы функциональной структуры <i>P</i> -микоценоза в аспекте		
	направления мико-генной биодеструкции древесины	пути микогенной биодеструкции древесины	типа вызываемой гнили
<i>Fistulina hepatica</i> (Schaeff.) With.	патогенное, сапротрофное	сапротрофно-патогенный: первичный – патогенный, вторичный – сапротрофный	бурая деструктивная
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill.	патогенное, сапротрофное	сапротрофно-патогенный: первичный – патогенный, вторичный – сапротрофный	бурая деструктивная
<i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers.	сапротрофное, патогенное	патогенно-сапротрофный: первичный – сапротрофный, вторичный – патогенный	бурая деструктивная
<i>Fomitiporia robusta</i> (P. Karst.) Fiasson & Niemelä	патогенное	биотрофно-патогенный	белая коррозионная
<i>Inocutis dryophila</i> (Berk.) Fiasson & Niemelä	патогенное	биотрофно-патогенный	белая (пестрая) коррозионная
<i>Pseudoinonotus dryadeus</i> (Pers.) T. Wagner & M. Fisch.	патогенное	биотрофно-патогенный	белая коррозионная
<i>Hapalopilus croceus</i> (Pers.) Donk	патогенное, сапротрофное	сапротрофно-патогенный: первичный – патогенный, вторичный – сапротрофный	белая (пестрая) коррозионная
<i>Grifola frondosa</i> (Dicks.) Gray	патогенное	биотрофно-патогенный	белая коррозионная
<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	патогенное, сапротрофное	сапротрофно-патогенный: первичный – патогенный, вторичный – сапротрофный	белая коррозионная
<i>Polyporus squamosus</i> (Huds.) Fr.	патогенное, сапротрофное	сапротрофно-патогенный: первичный – патогенный, вторичный – сапротрофный	белая коррозионная

Выделенные функциональные ценоэлементы (см. табл. 1) – совокупности видов, осуществляющих разные направления и пути биодеструкции, а также вызывающие разные типы гнили – характеризуют качественную сторону функциональной структуры *P*-микоценоза.

Количественные показатели, характеризующие функциональную структуру могут быть построены как соотношение: 1) числа видов *P*-микоценоза, входящих в разные функциональные ценоэлементы, и 2) численностей представителей видов *P*-микоценоза, входящих в разные функциональные ценоэлементы.

Видовая представленность в функциональных элементах *P*-микоценоза (см. табл. 1) свидетельствует о преобладании в функциональной структуре факультативных видов, осуществляющих и патогенный и сапротрофный пути биодеструкции. При этом преобладает число видов с коррозионным типом гнили (см. табл. 1), среди которых имеются как чисто патогенные так и факультативные виды.

Видовая представленность, как можно заметить (см. табл. 1), все же не отражает реальной конфигурации и соотношения функциональных ценоэлементов *P*-микоценоза, так как не позволяет дифференцировать виды факультативной группы (сапротрофных патогенов и патогенных сапротрофов) на представителей сапротрофного или патогенного направлений. Но с точки зрения видовой целостности освещает функциональную структуру в соответствующем ракурсе.

Подход к оценке количественных показателей, характеризующих функциональную структуру *P*-микоценоза, основанный на учете численностей представителей видов, входящих в разные ценоэлементы, более приемлем. Он позволяет осветить близкую к реальной картину вовлечения ксилоэлементов *Q*-ксилоценоза в процессы *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба.

Представления о протекающих в дубравных экосистемах направленных процессах *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба удобно, на наш взгляд, описывать с помощью понятия «поток». Если принять, что все ксилоэлементы *Q*-ксилоценоза равноценны между собой,

то можно констатировать, что в общий поток *P*-микогенной биодеструкции на момент обследований вовлечено некоторое относительное количество ксилоэлементов, заселенных представителями видов *P*-микоценоза. Значение величины потока – процентное отношение количества заселенных ксилоэлементов к общему их учетному числу в данном временном срезе. Точнее – это значение величины, измеряющей состояние *P*-микоценоза, обеспечивающего общий поток *P*-микогенной биодеструкции или отдельного его ценоэлемента, обеспечивающего данный частный поток. Но, заметим, при всех прочих равных условиях, значения величин, измеряющих потоки, будут пропорциональны величинам, измеряющим состояние ценоэлементов и обеспечивающих. Так что картина соотношения значений величин потоков в функциональной структуре *P*-микоценоза не будет искажена при использовании оценок потоков, как динамических по своей природе сущностей, через оценки состояния структур ценоэлементов, как статических по своей природе сущностей.

Общий поток *P*-микогенной биодеструкции разветвляется на патогенное и сапротрофное направления. В формировании первого играют роль биотрофные (в основном – *F. robusta*) и сапротрофные (в основном – *F. hepatica* и *L. sulphureus*) патогены, и, отчасти, патогенный сапротроф *D. quercina*. В формировании второго – сапротрофные патогены (в основном те же – *F. hepatica* и *L. sulphureus*) и патогенный сапротроф *D. quercina*. Значение величины потока первого направления оценивается как процентная доля ксилоэлементов *Q*-дендроценоза, заселенных представителями *P*-микопатогеноза. Значение величины потока второго направления оценивается как процентная доля ксилоэлементов *Q*-мортценоза, заселенных представителями *P*-микосапроценоза.

Далее патогенный поток *P*-микогенной биодеструкции еще более дифференцируется и распадается на 2 пути: биотрофно-патогенный и сапротрофно-патогенный. Первый поддерживается биотрофными патогенами (в основном – *F. robusta*) и сапротрофными патогенами в стадии патогенеза (в основном – *F. hepatica* и *L. sulphureus*). Изредка в осуществление потока этого пути вовлекается патогенный сапротроф *D. quercina*. Второй – продолжает сапротрофное направление и поддерживается представителями сапротрофных патогенов (в основном – *F. hepatica* и *L. sulphureus*) и патогенным сапротрофом *D. quercina*, входящими в состав *P*-микосапроценоза. Значения потоков в пределах путей *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба оцениваются аналогично значениям потоков в пределах направлений *P*-микогенной биодеструкции.

Далее пути биодеструкции дифференцируются по типу разложения древесины и разветвляются на потоки, представленные ксилоэлементами, пораженными коррозийной или деструктивной гнилью.

Вышеизложенная описательная схема функционального строения *P*-микоценоза, безусловно, есть некоторая абстрактная конструкция, построенная в соответствии с собственным исследовательским опытом и основанная на представлениях других исследователей [Сафонов, 2006; Богомолова, 2014]. Но она не противоречит известным фактам и может служить качественной основой для построения аналитической модели функциональной структуры *P*-микоценоза. Представленная конфигурация ценоэлементов (схема ветвления потоков) едина для качественного описания функциональной структуры всех локальных *P*-микоценозов в дубовых древостоях как лучшего, так и худшего состояния и может служить качественной моделью функциональной структуры регионального *P*-микоценоза в дубовом биоценозе нагорных дубрав. Количественное же соотношение ценоэлементов в функциональной структуре испытывает значительные вариации.

Исходя из положения, что функциональная структура определяется видовым составом и численностью отдельных видов *P*-микоценоза [Дунаев и др., 2015], а также основываясь на предположении, что количественная представленность некоторых функциональных ценоэлементов *P*-микоценоза существенно различается в дубравных экосистемах разной степени нарушенности, мы оценили средние значения потоков *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба для древостоев лучшего ($\overline{КС} = 2.1 \pm 0.04$ балла, см. «Объекты и методика») и худшего ($\overline{КС} = 2.4 \pm 0.03$ балла, см. «Объекты и методика») санитарного состояния. В основу оценок были положены первичные опытные данные о распространенности видов *P*-микоценоза в отдельных обследованных дубовых древостоях.

Наконец, используя описанную конфигурацию функциональных ценоэлементов *P*-микоценоза и количественную их представленность (%) в общем потоке биодеструкции, осуществляемой участниками *P*-микоценоза в древостоях разного состояния, мы построили соответствующие аналитическую модель его функциональной деятельности.

На рисунке 3 представлена аналитическая модель функциональной структуры *P*-микоценоза, характерная для дубравных биоценозов, включающих дубовые древостои лучшего (оценки величин потоков приведены в числителе) и худшего (оценки величин потоков приведены в знаменателе) санитарного состояния.

Выявляется различие функциональной структуры в зависимости от состояния дубового древостоя. Как и предполагалось, в соответствии с видовым структурным состоянием могут быть поставлены функциональные структурные состояния. Одно представлено функциональной структурой *P*-микоценоза в дубовых древостоях лучшего санитарного состояния ($\overline{КС} = 2.1 \pm 0.04$ балла) (см. рис. 3), другое – функциональной структурой *P*-микоценоза в дубовых древостоях худшего санитарного состояния ($\overline{КС} = 2.4 \pm 0.03$ балла) (см. рис. 3).

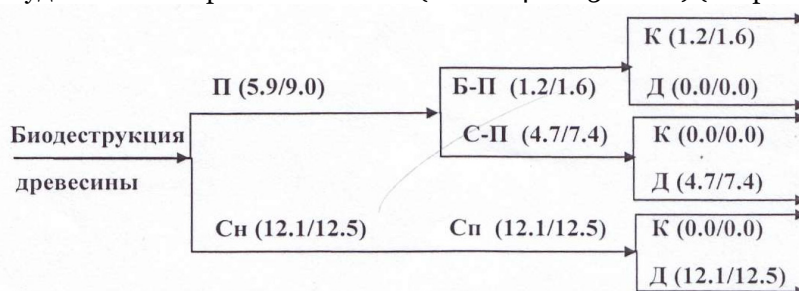


Рис. 3. Модель функциональной структуры *P*-микоценоза в составе *Q-P*-ксиломикокомплекса, полученная для древостоев лучшего (оценки величин потоков приведены в числителе) и худшего (оценки величин потоков приведены в знаменателе) санитарного состояния: П – патогенное направление, Сп – сапротрофное направление, Б-П – биотрофно-патогенный путь, С-П – сапротрофно-патогенный путь, Сп – сапротрофный путь; К – коррозийная гниль, Д – деструктивная гниль

Fig. 3. The model of functional structure of *P*-mycocenosis consisting of *Q-P*-xylomycocomplex obtained for oak stands best (estimation of the values of the fluxes given in the numerator) and worst (estimation of the values of the fluxes given in the denominator) sanitary conditions: П – pathogenic direction, Сп – saprotrophic direction; Б-П – biotrophs-pathogenic way, С-П – saprotrophs-pathogenic way, Сп – saprotrophic way; К – corrosion rot (decay), Д – destructive rot (decay)

Проверка существенности разницы [Лакин, 1990, стр. 122, 323] между оценочными значениями потоков патогенного направления *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба в дубовых древостоях лучшего ($\overline{КС} = 2.1 \pm 0.04$ балла) и худшего ($\overline{КС} = 2.4 \pm 0.03$ балла) состояния – соответственно, 5.9 и 9.0% (см. рис. 3) – указывает на наличие достоверной разности между этими значениями. Необходимые для проверки существенности данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Данные для оценки существенности разницы между значениями потоков патогенного направления *P*-микогенной биодеструкции в древостоях разного санитарного состояния

Table 2

Data to assess the materiality of the difference between the values of flows of pathogenic direction of *P*-mikogenic biodestruction in stands of different sanitary condition

Группы (выборки) дендроценозов	Доля заселенных патогенами	Доля не заселенных патогенами	Абсолютное число обследованных деревьев, шт.
Лучшего состояния	5.9% (0.059)	94.1% (0.941)	917
Худшего состояния	9.0% (0.090)	91.0% (0.910)	1785

Подобная картина наблюдается при сравнении значений потоков сапротрофно-патогенного пути в древостоях разного состояния (см. рис. 3). Необходимые для проверки существенности данные приведены в таблице 3.

Критерий $t_{\phi} = 2.70$ превосходит критическую точку $t_{st} = 1.96\%$ для $P = 95\%$, $k \rightarrow \infty$ [Лакин, 1990, с. 323], т.е. разница существенна. Следовательно, в дубовых древостоях худшего состояния сапротрофно-патогенный путь *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба более значим (оценка значения величины потока 7.4%), чем в древостоях лучшего состояния (оценка значения величины потока 4.7%) (см. рис. 3). Преобладание сапротрофно-патогенного потока в древостоях худшего состояния также объясняется высокой численностью в них таких факультативных видов как *F. hepatica* и *L. sulphureus*.

Таблица 3

Данные для оценки существенности разницы между значениями потоков сапротрофно-патогенного пути *P*-микогенной биодеструкции в древостоях разного санитарного состояния

Table 3

Data to assess the materiality of the difference between the values of flows of saprotrophs-pathogenic way of *P*-mikogenic biodestruction in stands of different sanitary condition

Группы (выборки) дендроценозов	Доля заселенных сапротрофными патогенами	Доля не заселенных сапротрофными патогенами	Абсолютное число обследованных деревьев, шт.
Лучшего состояния	4.7% (0.047)	95.3% (0.953)	917
Худшего состояния	7.4% (0.074)	92.6% (0.926)	1785

Деструктивный тип гнили древесины дуба значим как в сапротрофно-патогенном, так и в сапротрофном потоках (см рис. 3), что объясняется весомым численным участием в составе и микопатогеноза и микосапроценоза таких видов как *F. hepatica* и *L. sulphureus* – возбудителей деструктивной гнили, а также и участием *D. quercina* (в основном – в составе микосапроценоза).

Выводы

1. В дубовых древостоях худшего санитарного состояния (в составе нагорных порослевых дубрав юго-запада Среднерусской возвышенности) патогенное направление *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба более значимо, чем в древостоях лучшего состояния, и его значение приближается к значениям, характеризующим сапротрофное направление *P*-микогенной биодеструкции как в древостоях лучшего, так и в древостоях худшего состояния. Преобладание патогенного направления в древостоях худшего состояния объясняется высокой численностью в них таких факультативных видов как *F. hepatica* и *L. sulphureus*.

2. В дубовых древостоях худшего состояния сапротрофно-патогенный путь *P*-микогенной биодеструкции древесины дуба более значим, чем в древостоях лучшего состояния. Преобладание сапротрофно-патогенного потока в древостоях худшего состояния также объясняется высокой численностью в них таких факультативных видов как *F. hepatica* и *L. sulphureus*.

3. Деструктивный тип гнили древесины дуба значим как в сапротрофно-патогенном, так и в сапротрофном потоках, что объясняется весомым численным участием в составе и микопатогеноза и микосапроценоза таких видов как *F. hepatica* и *L. sulphureus* – возбудителей деструктивной гнили, а также и участием *D. quercina* (в основном – в составе микосапроценоза).

Список литературы

References

1. Арефьев С.П. 2008. Использование широтно-зональных спектров видового состава ксиломикокомплекса при индикации состояния леса. В кн.: Материалы 2-го Съезда микологов России. Тезисы докладов. М., Национальная академия микологии: 216–217.

Aref'ev S.P. 2008. Use of width and zone ranges of specific structure of xylomycocomplex at indication of a condition of the wood. In: Materialy 2-go S"ezda mikologov Rossii [Materials of the 2nd Congress of mycologists Russia]. Moscow, Natsional'naya akademiya mikologii: 216–217. (in Russian)

2. Арефьев С.П. 2010. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск, Наука, 260.

Aref'ev S.P. 2010. Sistemnyy analiz bioty derevorazrushayushchikh gribov [Systematic analysis of the biota of wood-destroying fungi]. Novosibirsk, Nauka, 260. (in Russian)

3. Богомоллова О.И. 2014. Характеристика процесса микогенного разложения древесины *Quercus robur* L. на территории Оренбургского Предуралья. Фундаментальные исследования. Биологические науки, (9): 2191–2194.

Bogomolova O.I. 2014. Kharakteristika protsessa mikogennogo razlozheniya drevesiny *Quercus robur* L. na territorii Orenburgskogo Predural'ya. Fundamental'nye issledovaniya. Biologicheskie nauki [Fundamental research. Biological Sciences], (9): 2191–2194. (in Russian)

4. Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В. 2015. Некоторые аспекты структуры комплекса патогенных видов трутовых грибов (Polyporaceae s. L.), приуроченных к дубу черешчатому (*Quercus robur* L.), в древостоях заповедной дубравы «Лес на Ворскле». Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 30 (3): 41–50.

Dunaev A.V., Dunaeva E.N., Kalugina S.V. 2015. Nekotorye aspekty struktury kompleksa patogennykh vidov trutovykh gribov (Polyporaceae s. L.), priurochennykh k dubu chereschatomu (*Quercus robur* L.), v drevostoyakh zapovednoy dubravyy "Les na Vorskle". Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennyye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 30 (3): 41–0. (in Russian)

5. Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М., Высшая школа, 352.

Lakin G.F. 1990. Biometriya [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola, 352. (in Russian)

6. Мухин В.А. 1993. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург, Наука, 231.

Mukhin V.A. 1993. Biota ksilotrofnykh bazidiomitsetov Zapadno-Sibirskoy ravniny [Biota xylophilic basidiomycetes of the West Siberian plain]. Ekaterinburg, Nauka, 231. (in Russian)

7. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований. 2007. Приложение 3 к Приказу Рослесхоза от 29.12.2007 №523. URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (9 февраля 2013).

Rukovodstvo po planirovaniyu, organizatsii i vedeniyu lesopatologicheskikh obsledovaniy [A guide to planning, organizing and conducting forest surveys]. 2007. Annex 3 to the Order of the Federal Forestry Agency of 29.12.2007 №523. Available at: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (accessed 9 february 2013). (in Russian)

8. Сафонов М.А. 2005. Ресурсный потенциал биоты ксилотрофных грибов. Вестник ОГУ, 9 (47): 159–163.

Safonov M.A., 2005. Resursnyy potentsial bioty ksilotrofnykh gribov. Vestnik OGU [Vestnik Of the Orenburg State University], 9 (47): 159–163. (in Russian)

9. Сафонов М.А. 2006. Ресурсное значение ксилотрофных грибов лесов Южного Приуралья. Дис. ... д-ра биол. наук. Оренбург, 468.

Safonov M.A., 2006. Resursnoe znachenie ksilotrofnykh gribov lesov Yuzhnogo Priural'ya [Resource value of xylophilic fungi forests of the southern Urals]. Dis. ... dr. biol. sciences. Orenburg, 468. (in Russian)

10. Сафонов М.А., Каменева И.Н., Булгаков Е.А. 2013. Функциональная структура сообществ дереворазрушающих базидиальных грибов Южного Приуралья. Успехи современного естествознания, (10): 222–227.

Safonov M.A., Kameneva I.N., Bulgakov E.A. 2013. Funktsional'naya struktura soobshchestv derevorazrushayushchikh bazidial'nykh gribov Yuzhnogo Priural'ya. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances In Current Natural Sciences], (10): 222–227. (in Russian)

11. Ставищенко И.В. 2008. Основные закономерности преобразования сообществ ксилотрофных грибов под воздействием природно-климатических и антропогенных факторов. В кн.: Материалы 2-го Съезда микологов России. Тезисы докладов. М., Национальная академия микологии: 235–236.

Stavishenko I.V. 2008. The main regularities of transformation of communities of the xylophilic fungus under the influence of climatic and anthropogenic factors. In: Materialy 2-go S"ezda mikologov Rossii [Materials of the 2nd Congress of mycologists Russia]. Moscow, Natsional'naya akademiya mikologii: 235–236. (in Russian)

12. Стороженко В.Г. 2008. Структура и функции грибного комплекса лесного биогеоценоза. Хвойные бореальной зоны [Coniferous boreal], (1–2): 16–20.

Storozhenko V.G. 2008. Structure and function of fungal complex forest biogeocenosis. Khvoynye boreal'noy zony [Conifers of the boreal area], (1–2): 16–20. (in Russian)

13. Стороженко В.Г. 2009. Микоценология – раздел лесной биогеоценологии. Хвойные бореальной зоны, 1: 132–133.

Storozhenko V.G. 2009. Mikotsenologiya - section timber biogeocenology. Khvoynye boreal'noy zony [Conifers of the boreal area], (1): 132–133. (in Russian)

14. Стороженко В.Г. 2010. Древесный отпад в структурах лесного биогеоценоза. Хвойные бореальной зоны, (3–4): 279–283.

Storozhenko V.G. 2010. Drevesnyy otpad v strukturakh lesnogo biogeotsenoza. Khvoynye boreal'noy zony [Conifers of the boreal area], (3–4): 279–283. (in Russian)

15. Ушаков Е.В. 2005. Введение в философию и методологию науки. М., Изд-во Экзамен, 528.

Ushakov E.V. 2005. Vvedenie v filosofiyu i metodologiyu nauki [Introduction to the philosophy and methodology of science]. Moscow, Izd-vo Ekzamen, 528. (in Russian)

16. Харченко А.А. 2003. Экология и биоценотическое значение дереворазрушающих грибов в порослевых дубравах (на примере Воронежской области). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 24.

Kharchenko A.A., 2003. Ekologiya i biotsenoticheskoe znachenie derevorazrushayushchikh gribov v poroslevykh dubravakh (na primere Voronezhskoy oblasti) [Ecology and biocenotic importance of wood-destroying fungi in coppice oak forests (on the example of Voronezh region)]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Voronezh, 24. (in Russian)

17. Якуба Г.В. 2010. Разработка механизмов управления микопатозом сада яблони. Плодоводство и виноградарство Юга России, 4 (3): 1–9. URL: <http://journal.kubansad.ru/archive/> (10 июля 2015).

Yakuba G.V. 2010. Razrabotka mekhanizmov upravleniya mikopatotsenozom sada yablони. Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii [Horticulture and viticulture in the South of Russia], 4 (3): 1–9. Available at: <http://journal.kubansad.ru/archive/> (accessed 10 July 2015). (in Russian)

18. Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. 2008. Dictionary of the Fungi. Wallingford, CABT Europe-UK: 771.

УДК 581.522.4+582.477

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ХВОЕ
МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО *JUNIPERUS COMMUNIS* L.****VARIABILITY OF PLASTID PIGMENT ACCUMULATION IN *JUNIPERUS
JUNIPERUS COMMUNIS* L. NEEDLES****Е.А. Тишкина, Л.А. Семкина
Е.А. Tishkina, L.A. Semkina***Ботанический сад УрО РАН, Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а*
*Botanical Garden of the Urals Branch of the RAS, Ekaterinburg, 202^a 8 Marta St, PO, 620144, Russia**E-mail: elena.mlob1@yandex.ru; lidia.semkina@botgard.uran.ru*

Ключевые слова: *Juniperus communis* L., хлорофиллы, каротиноиды, сезонная динамика.
Key words: *Juniperus communis* L., chlorophyll, carotins, seasonal dynamics.

Аннотация. Для характеристики состояния *Juniperus communis* L. наряду с морфометрическими показателями проведено исследование сезонной динамики накопления фотосинтетических пигментов в хвое в созданных в 2007 г. интродукционных популяциях (в Ботаническом саду УрО РАН и на окраине лесопарка им. Лесоводов России). Уровень накопления пигментного состава в хвое можжевельника обыкновенного, а также их процентное соотношение на обоих участках идентичен. Максимальное накопление пигментов наблюдается в летние месяцы, затем идет постепенное снижение накопления хлорофилла а и b, и изменяется соотношение этих пигментов, от 1.23 – в летний период, до 1.1 – в зимний. Годичная динамика каротиноидов в течение года изменяется в меньшей степени (в пределах 0.43–0.83 мг/г сырого веса).

Resume. To evaluate the state *Juniperus communis* L. populations created in 2007 (in the Botanical Garden and at the Lesovodov Rossii park forest of Ekaterinburg) concurrent with the analysis of morphometric indices we investigated seasonal dynamics in the accumulation in the needles of photosynthetic pigments. The levels of the pigments accumulation and their percentage were similar in both sites. Maximum accumulation was observed in summer months, then a and b chlorophyll accumulation gradually decreased, the ratio changed from 1.23 (summer) to 1.1 (winter). Carotenoid annual dynamics changed less.

Введение

Можжевельник обыкновенный из всех вечнозеленых растений имеет самый широкий ареал, встречается во всех частях света. Кроме того, он является одним из самых долгоживущих, в среднем его возраст достигает 500–800 лет, но имеются данные, что в Латвии найдены экземпляры в возрасте до 2000 лет [Хантемиров и др., 1999]. Можжевельник обыкновенный морфологически очень полиморфен, у него встречаются различные жизненные формы – от дерева-кустарника до стелющихся форм. Приспособительные особенности этого вида очень велики, так как он встречается почти во всех типах леса, и экологическая амплитуда его разнообразна. По аллозимному составу не найдено различий между изолированными популяциями, а также между древесными и кустарниковыми формами [Хантемирова, Семериков, 2009].

Изучение физиологических механизмов приспособления и их изменчивости очень важно для характеристики состояния растений. Интенсивность и продуктивность фотосинтеза во многом зависит от количественных показателей пигментов. В связи с этим было проведено исследование особенностей сезонной динамики накопления хлорофиллов и каротиноидов в хвое можжевельника обыкновенного.

Объекты и методы исследования

В 2007 году из семян можжевельника обыкновенного, собранных в Государственном Башкирском заповеднике, создана интродукционная популяция на окраине лесопарка им. Лесоводов России в разреженном сосновом древостое. Сеянцы выращены при укрытии и в 3-х летнем возрасте высажены на постоянное место. Второй участок находится на территории Ботанического сада УрО РАН. Растения выращены из черенков, взятых в 2000 году в Шалинском районе Свердловской области.

Для определения количественного состава пигментов брали не менее трех навесок хвои 2-х летнего возраста с южной стороны кроны на высоте 1.3 м у пяти экземпляров можжевельника обыкновенного. У каждой особи можжевельника проводили замеры высоты, диаметра кроны в двух взаимноперпендикулярных направлениях, диаметра их корневой шейки и угла



отхождения боковых ветвей. Для определения объема кроны использовали формулу объема пирамиды [Красова, 1999].

Определение хлорофиллов a/b и каротиноидов проводили прямым спектрофотометрированием на спектрофотометре Odyssey DR/2500 (НАСН, США) в период с января по декабрь 2014 года. Экстрагирование пигментов проводили 100% ацетоном. Навеску (0.5 гр.) свежего материала тщательно измельчали в фарфоровой ступке со стеклянным порошком и 5 мл ацетона, с целью получения усредненного образца. Для нейтрализации органических кислот вносили небольшое количество $CaCO_3$. Спектрофотометрирование проводили в кювете с толщиной слоя 1 см, при длине волны 644, 662 и 440 нм в трех повторностях.

Расчеты концентрации пигментов в вытяжке проводили по следующим формулам:

$$C_{\text{хл.а}} = 9.784 \times E_{662} - 0.990 \times E_{644} \text{ (мг/л)}$$

$$C_{\text{хл.б}} = 21.426 \times E_{644} - 4.650 \times E_{662} \text{ (мг/л)}$$

$$C_{\text{хл.а+хл.б}} = 5.134 \times E_{662} + 20.436 \times E_{644} \text{ (мг/л)}$$

$$C_{\text{кар.}} = 4.75 \times E_{440} - 0.226 \times C_{\text{хл(а+б)}}$$

Содержание каждого пигмента (после расчета концентрации пигментов в вытяжке) с учетом объема экстракта и навески определяли по формуле:

$$X = (C \times V) / (P \times 1000),$$

где X – содержание пигмента, мг/г сырого веса; C – концентрация пигмента мг/мл; V – объем экстракта, мл; P – навеска хвой, г.

Результаты и их обсуждение

Растения в интродукционной популяции, произрастающие в лесопарке им. Лесоводов России, имеют форму дерева и варьируют по высоте от 1.4 до 2 м, в Ботаническом саду растения также имеют форму дерева и высоту от 1.34 до 1.72 м (табл. 1).

Таблица 1
Некоторые морфологические показатели можжевельника *Juniperus communis* L.

Table 1

Some morphological indices of *Juniperus communis* L.

№ п/п	Высота, м	Диаметр корневой шейки, см	Угол отхождения ветвей, град.	Объем кроны, м ³
Лесопарк им. Лесоводов России				
1	1.82	2.49	55	0.111
2	1.59	2.15	70	0.006
3	1.66	1.72	60	0.076
4	1.39	2.31	60	0.070
5	2	2.69	30	0.227
среднее ($\bar{X} \pm m_x$)	1.69±0.1	2.27±0.16	55±6.71	0.1±0.04
коэфф. вариации (V)	13.7	16.2	27.3	83.1
Ботанический сад УрО РАН				
1	1.72	2.1	120	0.175
2	1.34	1.84	80	0.082
3	1.57	2.58	70	0.091
4	1.45	1.92	90	0.133
5	1.41	2.56	65	0.103
среднее ($\bar{X} \pm m_x$)	1.5±0.07	2.2±0.16	85±9.75	0.12±0.02
коэфф. вариации (V)	10	15.9	25.6	32.4

Достаточные различия и по диаметру корневой шейки. По рассчитанному объему кроны особенно отличается особь №5, произрастающая в лесопарке им. Лесоводов России.

Полученные данные по динамике изменения фотосинтетических пигментов в хвое можжевельника обыкновенного свидетельствуют о типичных изменениях для вечнозеленых растений [Герлинг, 2010; Яцко и др., 2009]. Максимальное содержание пигментов наблюдается в летний период (рис. 1, 2), затем идет постепенное равномерное снижение как хлорофилла а, так и хлорофилла б до октября.

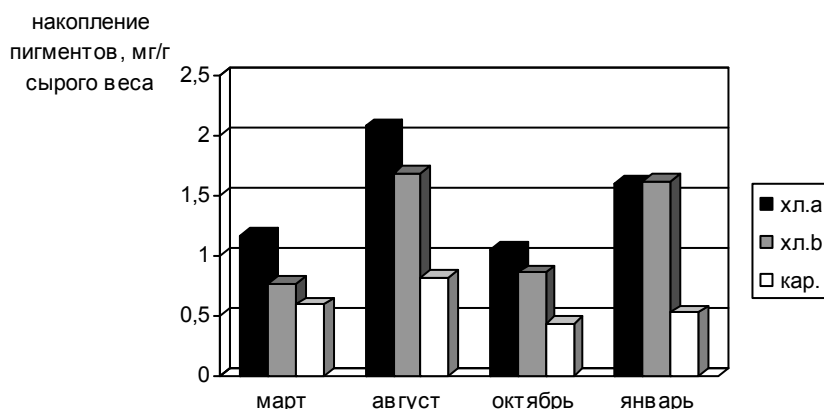


Рис. 1. Сезонная динамика накопления пигментов в хвое можжевельника обыкновенного (лесопарк им. Лесоводов России)
 Fig. 1. Seasonal dynamics in pigment accumulation in *Juniperus communis* L. needles (Russian Foresters Park Forest)

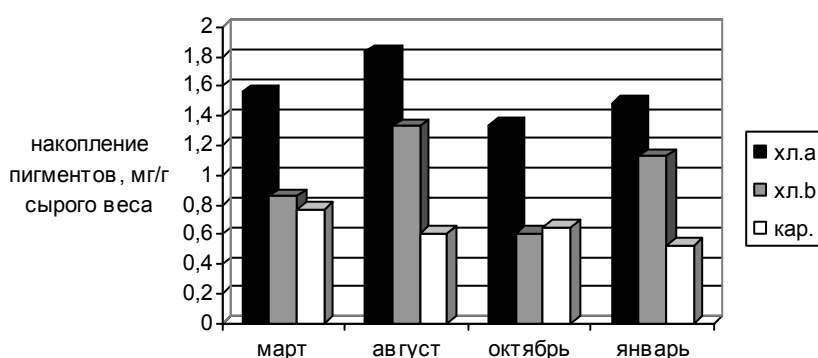


Рис. 2. Сезонная динамика накопления пигментов в хвое можжевельника обыкновенного, произрастающего на территории Ботанического сада УрО РАН
 Fig. 2. Seasonal dynamics in pigment accumulation in *Juniperus communis* L. needles (Botanical Garden, RAS Ural Div)

Уровень накопления пигментного состава в хвое можжевельника обыкновенного, а также их процентное соотношение на обоих участках идентичен (табл. 2). Годичная динамика каротиноидов в течение года изменяется в меньшей степени (в пределах 0.43–0.82 мг/г сырого веса).

Процентное соотношение пигментов в хвое можжевельника обыкновенного в течение года

Таблица 2

Table 2

Percentage of pigments in *Juniperus communis* L. needles during a year

Накоплене пигмента	Январь	Март	Август	Октябрь
Лесопарк им. Лесоводов России				
Хлорофилла а, %	43	46	46	45
Хлорофилла в, %	43	30	37	36
Каротиноидов, %	14	24	17	19
Ботанический сад УрО РАН				
Хлорофилла а, %	47	49	49	51
Хлорофилла в, %	36	27	35	24
Каротиноидов, %	17	24	16	25

В октябре отмечается некоторое увеличение накопления пигментов в результате неблагоприятных погодных условий 2014 г. (16 октября выпал снег, затем через две недели он растаял, и установилась положительная теплая погода +2–4° и растения отреагировали на эти стрессовые ситуации). Также изменилось накопление хлорофиллов а и в, что отразилось на соотношении этих пигментов, от 1.23 в летний период до 1.1 – в зимний. В связи с этим можно констатировать, что количественный и качественный состав фотосинтетических пигментов может служить диагностическим признаком состояния древесных растений. Подобные данные приведены в работах следующих авторов [Титова, 2013; Федяев, 2002].

Максимальное содержание хлорофиллов отмечено в августе (3.75 мг/г) и значительно отличается от количества его, например, в марте (1.94 мг/г) (табл. 3). Различия составили 1.81 мг/г (НСР_{0.95}=1.65). Доля влияния времени года на этот показатель составила 54.2%, генотипа –



22.6%, случайные отклонения – 23.2%. Следовательно, наследственный фактор в данном случае не влиял на динамику накопления пигментов.

Таблица 3

Индивидуальная изменчивость накопления хлорофиллов в хвое можжевельника обыкновенного по месяцам (лесопарк им. Лесоводов России)

Table 3

Individual variability of chlorophyll accumulation *Juniperus communis* L. needles in various months (Russian Foresters Park Forest)

№ особи	Накопления хлорофиллов, мг/г			Накопления хлорофиллов, %		Соотношение хлорофилла a/b
	a	b	a + b	a	b	
	$\bar{X} \pm m_x$			V		
март						
1	1±0.13	0.74±0.36	1.74±0.49	23.3	85.6	1.35
2	1.35±0.06	0.8±0.14	2.15±0.2	7.3	31.1	1.68
3	0.97±0.13	0.76±0.21	1.73±0.34	22.4	48.1	1.27
4	1.68±0.41	1.07±0.6	2.75±0.47	42.4	96.3	1.57
5	0.84±0.06	0.48±0.07	1.32±0.13	13.3	25	1.75
среднее	1.17±0.16	0.77±0.28	1.94±0.44	21.7	57.2	1.52
август						
1	1.45±0.03	1.27±0.07	2.72±0.1	3.5	9.2	1.14
2	1.64±0.27	1.3±0.44	2.94±0.71	28.9	59.1	1.26
3	3.27±0.23	2.47±0.37	5.74±0.6	11.9	26.2	1.32
4	2.12±0.15	1.81±0.12	3.93±0.27	11.9	11.1	1.17
5	1.91±0.49	1.53±0.41	3.44±0.9	44.4	46.1	1.24
среднее	2.08±0.23	1.68±0.28	3.76±0.51	20.1	30.3	1.23
октябрь						
1	0.96±0.17	0.82±0.19	1.78±0.36	29.9	40.7	1.17
2	1.35±0.17	1.15±0.26	2.60±0.43	22	38.8	1.17
3	0.97±0.13	0.86±0.21	1.83±0.33	23.4	43	1.13
4	1.31±0.09	1.01±0.10	2.32±0.19	17.6	32.9	1.30
5	0.96±0.06	0.72±0.07	1.68±0.13	10.3	16.8	1.33
среднее	1.11±0.12	0.91±0.17	2.02±0.29	20.6	34.4	1.22
декабрь						
1	1.12±0.11	0.95±0.10	2.07±0.21	17.4	17.5	1.18
2	1.09±0.14	0.73±0.23	1.82±0.37	21.7	54.8	1.49
3	1.19±0.22	1.21±0.35	2.40±0.57	32.6	50.6	0.98
4	1.75±0.60	1.70±0.92	3.45±1.52	59.8	93.6	1.03
5	1.48±0.23	1.36±0.28	2.84±0.51	27.1	35.8	1.09
среднее	1.33±0.26	1.19±0.38	2.52±0.64	31.7	50.5	1.15

Заключение

1. Ритмика накопления хлорофилла и каротиноидов в хвое можжевельника обыкновенного согласуется с другими вечнозелеными видами хвойных. Максимальное содержание отмечено в августе, затем постепенное снижение, но уровень поддержания пигментов в зимнее время довольно высок, в основном за счет хлорофилла а.

2. Индивидуальная изменчивость отдельных особей велика и хаотична, не подчиняется строгой закономерности накопления пигментов по месяцам.

3. По количественному содержанию пигментов на обоих участках также не обнаружено различий, хотя растения должны быть генетически разнородны.

Список литературы

References

1. Герлинг Н.В. 2010. Структура и фотосинтез хвои видов р. *Juniperus* на Северо-Востоке европейской части России. Автореф. дис... канд. биол. наук. Сыктывкар, 20.

Gerling N.V. 2010. Struktura i fotosintez hvoi vidov r. *Juniperus* na Severo-Vostoke evropejskoj chasti Rossii [The structure and photosynthesis of *Juniperus* needles in the Northeast of European part of Russia]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Syktyvkar, 20. (in Russian)

2. Красова Н.Г., Жданов В.В., Долматов Е.А., Можар Н.В. 1999. Семечковые культуры (яблоня, груша, айва). В кн.: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, ВНИИСПК: 253-299.

Krasova N.G., Zhdanov V.V., Dolmatov E.A., Mozhar N.V. 1999. Pip cultures (apple tree, pear tree, quince). *In: Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur* [Program and methods of studies of fruit, baccate and nuciferous cultures]. Oryol, VNIISPK: 253–299. (in Russian)

3. Титова М.С. 2013. Особенности фотосинтезирующей активности хвои интродуцированных видов *Picea A. Dietr.* в дендрарии горнотаежной станции. *Фундаментальные исследования*, (11): 128–132.

Titova M.S. 2013. Peculiarities of photosynthesing activity of needles of *Picea A. Dietr* species introduced in the arboretum of the mountain taiga station. *Fundamentalnie issledovania* [Fundamental research], (11): 128–132. (in Russian)

4. Федяев В.В. 2002. Соотношение дыхательных путей у растений с разной устойчивостью к дефициту элементов минерального питания. Автореф. дис... канд. биол. наук. Уфа, 21.

Fedyayev V.V. 2002. Sootnoshenie dyhatel'nyh putej u rastenij s raznoj ustojchivost'ju k deficitu jelementov mineral'nogo pitaniija [The ratio of airway in plants with various resistance to the deficiency of elements of mineral nutrition]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Ufa, 21. (in Russian)

5. Хантемиров Р.М., Шиятов С.Г., Горланова Л.А. 1999. Дендроклиматический потенциал можжевельника сибирского. *Лесоведение*, (6):33–38.

Khantemirov R.M., Shiyatov S.G., Gorlanova L.A. 1999. Dendroclimatic potential of *Juniperus sibirica*. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], (6): 33–38. (in Russian)

6. Хантемирова Е.В., Семериков В.Л. 2009. Аллозимный полиморфизм разновидностей можжевельника обыкновенного. *Лесоведение*, (1): 74–77.

Khantemirov R.M., Semericov V.L. 2009. Allozyme polymorphism of varieties of *Juniperus communis* L. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], (1): 74–77. (in Russian)

7. Яцко Я.Н., Дымова О.В., Головки Т.К. 2009. Пигментный комплекс зимне- и вечнозеленых растений в подзоне средней тайги европейского Северо-Востока. *Ботанический журнал*, 94 (12): 1812–1820.

Yatsko Ya.N., Dymova O.V., Golovko T.K. 2009. Pygmet complex of winter- and evergreen plants in the subzone of middle taiga in the european North-East. *Botanicheskij zhurnal* [Botanical Journal], 94 (12): 1812–1820. (in Russian)



УДК 631.5:633.812.754

**ПРОДУКТИВНОСТЬ МАТОЧНИКА *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.
СОРТА СТЕПНАЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И НАГРУЗКИ
ПРИ ЗАГОТОВКЕ ЧЕРЕНКОВ**

**PRODUCTIVITY OF THE MOTHER BUSHES *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA*
MILL. VARIETY STEPNAAYA IN DEPENDING OF THE AGE
AND THE INTENSITY OF EXERCISE IN HARVESTING CUTTINGS**

**О.Б. Скипор, А.В. Мишнёв
O.B. Skipor, A.V. Mishnev**

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Россия, 295453, АР Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150

Research Institute of Agriculture of the Crimea, Kievskaya str., 150, Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia

E-mail: isg.krym@gmail.com

*Ключевые слова: Lavandula angustifolia Mill. сорт Степная, укореняемость, черенки, маточник.
Key words: Lavandula angustifolia Mill. variety Stepnaya, rooting, cuttings, mother bush.*

Аннотация. Лаванда узколистная по объемам получаемого эфирного масла являлась второй, после кориандра, эфиромасличной культурой в Советском Союзе. Целью проведения исследований являлось выявить потенциал продуктивности размножения лаванды узколистной сорта Степная в зависимости от долговечности использования маточных посадок и нагрузки на маточный куст при заготовке черенков с целью увеличения выхода посадочного материала. Наиболее продуктивными по выходу черенков с куста оказались варианты с сильной нагрузкой на маточный куст: двухразовая и трехразовая срезка черенков в течение года (53–67 черенков с куста в среднем за годы исследований). Следует отметить, что максимальный выход черенков в самых продуктивных вариантах опыта приходится на 4–5 годы вегетации маточника и составлял 92–122 черенков с куста. В последующие годы выход черенков уменьшается и в целом, остается стабильным. Для более эффективного использования земли имеет значение не выход черенков с одного растения, а выход их с единицы площади. В связи с этим, пересчитали выход черенков лаванды узколистной с одного растения на их выход со 100 м² маточника. Максимальное количество черенков по средним показателям за семь лет можно получить в тех же вариантах с двухразовым и трёхразовым срезом черенков (42.3–54.2 тыс. шт.). Процент укоренившихся черенков при заготовке с молодых маточников составлял 64–85% в зависимости от варианта опыта. Для большинства вариантов снижение укореняемости наступает с 5–7 годов вегетации маточника. В результате полученных данных, установлено, наибольший выход кондиционных саженцев лаванды получают при значительной нагрузке на маточный куст при заготовке черенков. В эти случаях со 100 м² маточника на протяжении 7 лет можно получать в среднем от 24.6 до 34.6 тысяч кондиционных саженцев в год. Максимальный выход посадочного материала наблюдался на 4–5-й годы вегетации маточника (53.6–79.0 тысяч саженцев).

Resume. Lavender narrow-leaved was second to coriander only in its volumes of produced essential oils in the Soviet Union. The aim of this study was to identify the potential productivity of breeding varieties of narrow-leaved lavender Stepnaya, depending on the longevity of the use of the fallopian plantations and the load on the mother bush during harvesting cuttings for the purpose of increasing the yield of the planting material. The most productive of the output from the bush cuttings appeared versions with strong loads on the mother bush: three-time and double-entry truncation of the cuttings during the year (53–67 cuttings from the bush in the average for the years of research). It should be noted that the maximum yield of cuttings in the most productive experimental variants account for 4-5 years, and the vegetation of mother bush was 92-122 cuttings from the bush. In subsequent years, the output of the cuttings is decreasing and remains generally stable. For more efficient use of the land is important not the yield of cuttings per plant, but the yield of cuttings per area. In this connection, we counted output narrow-leaved lavender cuttings from one plant, on their way to 100 m² mother bush. The maximum number of cuttings on average for seven years, can be obtained in the same versions with half and full cut of cuttings (42.3–54.2 thousand). The percentage of rooted cuttings in the harvesting of a young mother bush was 64–85%, depending on the variant of the experiment. For most rooting reduction occurs from 5–7 years of vegetation uterus. As a result On the basis of the data, it was found that the highest yield conditioned lavender seedlings is obtained by significant load on the mother bush when harvesting cuttings. In these cases, the mother bush from 100 m² for 7 years can be obtained from an average of 24.6 to 34.6 thousand conditional seedlings per year. The maximum output of planting material was observed in the 4th-5th years of vegetation mother bush (53.6–79.0 thousand seedlings).

Введение

Одной из перспективных, прибыльных и наиболее рентабельных является эфиромасличная отрасль Крыма, до 10–12% дохода в бюджет давала именно она. Во времена расцвета отрасли (середина 70-х – середина 80-х годов прошлого века) в СССР ежегодно производилось около 1150 т эфирных масел. Около 50 т продукции экспортировалось [Бойко, Зайцев, 1988]. Республика Крым с её уникальными природно-климатическими и почвенными

условиями может и должна восстановить плантации под эфиромасличными культурами и занять достойное место среди производителей натуральных эфирных масел.

Лаванда узколистная по объемам получаемого эфирного масла являлась второй, после кориандра, эфиромасличной культурой в Советском Союзе. В 1985 году эфирного масла этой культуры производилось около 180 т. На долю Крыма приходилось около 60% общесоюзного объема производства – 90–100 т [Тютюнник и др., 1987]. Площадь под крымской лавандой занимала около 4,5 тысяч гектар. К сожалению, за последние годы плантации под данной культурой значительно сократились и в 2014 году составили – 2099 га, а более половины насаждений относятся к старовозрастным, нередко заложенным еще во времена СССР.

Лаванда узколистная (*Lavandula angustifolia* Mill.) это многолетний, вечнозелёный полукустарник семейства Яснотковые (*Lamiaceae*).

Основным продуктом переработки соцветий лаванды узколистной является эфирное масло, которое используют при производстве парфюмерно-косметических изделий (духов, одеколонов, мыла, кремов, мазей и др.), в медицине, бытовой химии, лакокрасочной и ликёроводочной промышленности [Николаев и др., 1998].

Основная ценность лавандового эфирного масла заключается в составляющих его компонентах, главным образом в линалилацетате (40–50%) и линалооле (30–40%) [Войткевич, 1999].

Родиной узколистной лаванды считается французское и испанское побережье Средиземного моря, выращивают ее повсеместно в Европе, Северной Африке, Северной Америке. В Крыму эта культура выращивается в предгорной, южнобережной и степной зонах в семи административных районах полуострова. Лаванда неприхотливое растение, может произрастать на щебенистых, шиферных и карбонатных почвах. При возделывании на недостаточно плодородных землях лаванда даёт достаточно высокие урожаи.

Собственником пяти сортов лаванды (Степная, Ранняя, Изида, Синева и Вдала), внесенных в Реестр селекционных достижений РФ, является ГБУ РК «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма».

Для поддержания сортов и производства чистосортного посадочного материала высших репродукций в институте заложены маточники выше перечисленных сортов.

Объект исследования – маточник лаванды узколистной высаженный саженцами, полученными из зелёных черенков сорта Степная.

Предмет исследования – приёмы технологии размножения лаванды узколистной зелёными и однолетними одревесневшими черенками.

Цель работы – выявить потенциал продуктивности размножения лаванды узколистной сорта Степная, в зависимости от долговечности использования маточных посадок и нагрузки на маточный куст при заготовке черенков с целью увеличения выхода посадочного материала.

Материал и методы исследования

Исследование проведено в научном севообороте ГБУ РК «НИИСХ Крыма» в селе Крымская Роза Белогорского района Республики Крым.

Маточник лаванды сорта Степная заложен в ноябре 2006 г. саженцами, полученными при укоренении зеленых черенков. Использована уплотненная схема посадки: ширина междурядий 0,50 м, расстояние между растениями в ряду 0,25 м.

Заготовку и укоренение зелёных черенков лаванды начали проводить с 2008 года в два срока: июнь и июль, в первую декаду месяца. Однолетние одревесневшие черенки заготавливали в ноябре. Длина черенка 8–10 см, диаметр не менее 2-х мм. Повторность опыта трехкратная. В каждой повторности брали по 50 черенков.

Укоренение зелёных черенков проводили в стационарных селекционных теплицах при мелкодисперсном увлажнении по методике разработанной в ТСХА [Тарасенко, Габричидзе, 1987]. Частоту и длительность увлажнения регулировали при помощи командного аппарата КЕП-12У. Режим увлажнения устанавливали в зависимости от погодных условий и фазы корнеобразования.

Одревесневшие черенки высаживали в гряды в условиях открытых, не отапливаемых теплиц. На зиму гряды укрывали соломой для предохранения от вымерзания или выпирания. Весной с началом вегетации гряды с черенками содержали в чистом от сорняков состоянии. Полив до момента корнеобразования проводили ежедневно, не менее одного раза в сутки, не допуская подсыхания субстрата.

Для укоренения в качестве субстрата использовали почвосмесь – торф, чернозем, песок в соотношении 1:1:1.



В ноябре проводилась выкопка всех саженцев, подсчитывался процент укоренения черенков. Учитывались только кондиционные саженцы 1–2 классов, согласно технических условий на саженцы лаванды [ДСТУ 3658-97].

Математическая обработка полученных результатов проводилась по общепринятой методике [Доспехов, 1979].

Результаты и их обсуждение

В маточнике лаванды узколистной сорта Степная проведён анализ выхода черенков при заготовке их с одного растения, и с единицы площади питомника (100 м²) в целом. Результаты анализа выхода черенков с одного растения при разной нагрузке на маточный куст приведены в таблице 1.

Таблица 1

Выход черенков лаванды сорта Степная в зависимости от интенсивности заготовки черенков и возраста маточника, шт. с куста

Table 1

Output of cuttings of lavender variety Stepnaya depending on the intensity of harvesting cuttings and age of the mother plant, pcs. from the bush

Варианты опыта (фактор А)	Годы проведения исследований и вегетации маточника (фактор В)							Среднее (фактор В)
	2008 2-й	2009 3-й	2010 4-й	2011 5-й	2012 6-й	2013 7-й	2014 8-й	
1. Одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	16	27	28	28	16	16	4	19
2. Одноразовая заготовка зелёных черенков	10	14	19	41	43	32	66	32
3. Двухразовая заготовка зелёных черенков	30	24	122	84	74	69	65	67
4. Одноразовая заготовка зелёных и одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	24	37	74	110	54	50	91	63
5. Двухразовая заготовка зелёных и одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	30	32	87	92	61	19	49	53
Среднее по фактору А	22	27	66	71	50	37	55	

НСР₀₅ фактор А – 11.9; НСР₀₅ фактор В – 14.1; НСР₀₅ фактор АВ – 31.6

Как следует из полученных данных, уже на второй год вегетации маточника с каждого куста может быть заготовлено от 10 до 30 черенков в зависимости от варианта опыта. За все годы исследований наименьший выход черенков с куста наблюдался в варианте №1 с одноразовой заготовкой однолетних одревесневших черенков, в среднем за семь лет можно заготовить 19 черенков. Немного больше (32 шт.) даёт одноразовая заготовка зелёных черенков. Остальные варианты оказались более продуктивными и различия между ними являются недостоверными (53–67 черенков с куста). Следует отметить, что максимальный выход черенков в самых продуктивных вариантах опыта приходится на 4–5 год вегетации маточника и составляет для варианта 3–122 черенка (4-й год вегетации маточника) и для вариантов 4 и 5 – 110 и 92 черенка с куста, соответственно (5-й год вегетации). В последующие годы выход черенков уменьшается и в целом, остается стабильным.

Для более эффективного использования земли имеет значение не выход черенков с одного растения, а выход их с единицы площади, поскольку чем больше площадь будет занята маточником, тем больше затраты на его содержание, а значит и выше себестоимость выращиваемых саженцев. Поэтому многие исследователи, при разработке приёмов возделывания маточников для заготовки черенков, учитывают их выход с единицы площади [Тарасенко, Габричидзе, 1987]. В связи с этим, мы пересчитали выход черенков лаванды узколистной с одного растения, на их выход с единицы площади. При этом исходили из того, что при схеме посадки 0,50×0,25м количество растений на 100 м² составляет 800 шт. Результаты приведены в таблице 2. Максимальное количество черенков по средним показателям за семь лет можно получить в тех же вариантах с двухразовым и трёхразовым срезом черенков (42.3–54.2 тыс. шт.).



Таблица 2
Выход черенков лаванды сорта Степная с единицы площади в зависимости от интенсивности заготовки черенков и возраста маточника, тыс. шт. (S=100 м²)

Table 2
Output of cuttings of lavender variety Stepnaya per unit area depending on the intensity of harvesting cuttings and age of the mother plant varies from, thousand pcs. (S=100 m²)

Варианты опыта (фактор А)	Годы проведения исследований и вегетации маточника (фактор В)							Среднее (фактор В)
	2008 2-й	2009 3-й	2010 4-й	2011 5-й	2012 6-й	2013 7-й	2014 8-й	
1. Одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	12.8	21.6	22.4	22.4	12.8	12.8	3.2	15.4
2. Одноразовая заготовка зелёных черенков	8.0	11.2	15.2	32.8	34.4	25.6	52.8	25.7
3. Двухразовая заготовка зелёных черенков	30.2	19.2	97.6	67.2	57.9	55.2	52.0	54.2
4. Одноразовая заготовка зелёных и одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	19.2	29.6	59.2	88.0	43.2	40.0	72.8	50.3
5. Двухразовая заготовка зелёных и одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	24.0	25.6	69.6	73.6	48.8	15.2	39.2	42.3
Среднее по фактору А	18.8	21.4	52.8	56.8	39.4	29.8	44.0	

НСР₀₅ фактор А – 9.5; НСР₀₅ фактор В – 11.3; НСР₀₅ фактор АВ – 25.2

По данным некоторых исследователей возраст маточных насаждений может оказывать влияние и на регенерационные способности черенков, поскольку при этом может изменяться физиологическое состояние растений [Ермаков, 1981]. Результаты исследований укореняемости черенков лаванды узколистной свидетельствуют о том, что, вероятно, эти показатели взаимосвязаны (табл. 3). Для варианта с одноразовой заготовкой одревесневших черенков максимальное укоренение отмечено на второй и третий год вегетации маточника (или соответственно, на первый и второй год эксплуатации в плане заготовки черенков) 81–76%. Для варианта с однократной заготовкой зеленых черенков укореняемость черенков на уровне 64–69% отмечена на второй и четвертый-шестой годы вегетации маточника. Для вариантов с сильной нагрузкой на маточный куст максимальное укоренение черенков наблюдалось: для варианта 3 – на 4–5 год вегетации маточника (81–77%), для варианта 4 – на 3–4 год (85–76%), для варианта 5 – на второй – четвертый годы (85–77%). Для варианта 1 начиная с 4 года вегетации маточника, процент укоренившихся черенков достоверно уменьшается. Для других вариантов снижение укореняемости наступает с 5–7 годов вегетации.

Таблица 3
Укореняемость черенков лаванды сорта Степная в зависимости от интенсивности заготовки черенков и возраста маточника, %

Table 3
Rooting ability of cuttings of lavender variety Stepnaya depending on the intensity of harvesting cuttings and age of the mother plant varies from, %

Варианты опыта (фактор А)	Годы вегетации маточника (фактор В)							Среднее (фактор В)
	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	
1. Одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	81	76	46	47	53	47	31	54
2. Одноразовая заготовка зелёных черенков	65	47	64	66	69	30	13	51
3. Двухразовая заготовка зелёных черенков	69	66	81	77	56	42	44	62
4. Одноразовая заготовка зелёных и одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	69	85	76	62	64	24	56	62
5. Двухразовая заготовка зелёных и одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	81	85	77	57	44	19	29	56
Среднее по фактору А	73	72	69	62	57	32	35	

НСР₀₅ фактор А – 8.9; НСР₀₅ фактор В – 10.5; НСР₀₅ фактор АВ – 23.6



В результате полученных данных, установлено, наибольший выход саженцев лаванды получают при значительной нагрузке на маточный куст при заготовке черенков (варианты 3–5) (табл. 4). В эти случаях со 100 м² маточника на протяжении 7 лет можно получать в среднем от 24.6 до 34.6 тысяч кондиционных саженцев в год. Максимальный выход посадочного материала наблюдался на 4-й год вегетации маточника (для вариантов 3 и 5, соответственно 79.0 и 53.6 тысяч саженцев). Для варианта 4 наибольшее количество саженцев (54.5 тыс. шт.) было получено от 5-ти летних маточных кустов.

Таблица 4

Выход саженцев лаванды сорта Степная с единицы площади в зависимости от интенсивности заготовки черенков и возраста маточника, тыс. шт. (S=100 м²)

Table 4

Output of seedlings of lavender variety *Stepnaya* per unit area depending on the intensity of harvesting cuttings and age of the mother plant varies from, thousand pcs. (S=100 м²)

Варианты опыта (фактор А)	Годы проведения исследований и вегетации маточника (фактор В)							Среднее (фактор В)
	2008 2-й	2009 3-й	2010 4-й	2011 5-й	2012 6-й	2013 7-й	2014 8-й	
1. Одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	10.4	16.4	10.3	10.5	6.8	6.2	1.0	8.8
2. Одноразовая заготовка зелёных черенков	5.2	5.3	9.7	21.7	25.9	7.7	6.9	11.8
3. Двухразовая заготовка зелёных черенков	20.8	12.6	79.0	51.7	32.4	23.2	22.8	34.6
4. Одноразовая заготовка зелёных и одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	13.2	25.1	45.0	54.5	27.6	9.6	40.8	30.8
5. Двухразовая заготовка зелёных и одноразовая заготовка однолетних одревесневших черенков	19.4	21.7	53.6	42.0	21.5	2.9	11.4	24.6
Среднее по фактору А	13.8	16.2	39.5	36.1	22.8	9.9	16.6	

НСР₀₅ фактор А – 7.8; НСР₀₅ фактор В – 9.2; НСР₀₅ фактор АВ – 20.6.

Выводы

1. Максимальный выход черенков с маточного растения в самых продуктивных вариантах опыта приходится на 4-5 год вегетации маточника и составляет для варианта 3 – 122 черенка (4-й год вегетации маточника) и для вариантов 4 и 5 – 110 и 92 черенка с куста, соответственно (5-й год вегетации). В последующие годы выход черенков уменьшается и в целом, остается стабильным.

2. Максимальное количество черенков с единицы площади по средним показателям за семь лет можно получить в вариантах с двухразовым и трёхразовым срезом черенков (42.3–54.2 тыс. шт.).

3. Для большинства вариантов опыта максимальный процент укоренившихся черенков наблюдался при заготовке черенков с 2–4 летних маточных кустов.

4. Установлено, что наибольший выход кондиционных саженцев лаванды получают при значительной нагрузке на маточный куст при заготовке черенков (варианты 3–5). В эти случаях со 100 м² маточника на протяжении 7 лет можно получать в среднем от 24.6 до 34.6 тысяч саженцев в год. Максимальный выход посадочного материала наблюдался на 4-й год вегетации маточника (для вариантов 3 и 5 соответственно 79.0 и 53.6 тысяч саженцев). Для варианта 4 наибольшее количество саженцев (54.5 тыс.шт) было получено от 5-тилетних маточных кустов.

Список литературы References

1. Бойко И.Я., Зайцев Л.В. 1988. Роль машиностроения в ускорении НТП в эфиромасличной отрасли. В кн.: Труды ВНИИЭМК. Селекция эфиромасличных культур, технология их возделывания и переработки. Т. XIX. Симферополь: 229–234.

Boiko Y.A., Zaytsev L.V. 1988. The role of engineering in accelerating scientific and technological progress in the essential oil industry. In: Trudy VNIEMK. Seleksiya efiromaslichnykh kul'tur, tekhnologiya ikh vozdelevaniya i pererabotki. T. XIX [Proceedings VNIEMK. Selection of oil-bearing crops, the technology of their cultivation and processing. Vol. XIX]. Simferopol: 229–234. (in Russian)

2. Войткевич С.А. 1999. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М., Пищевая промышленность, 329.
Voytkovich S. A. 1999. Efirnyye masla dlya parfyumerii i aromaterapii [Essential oils for perfumes and aromatherapy]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost, 329. (in Russian)
3. Доспехов Б.А. 1979. Методика полевого опыта. М., Колос: 416.
Dospekhov B.A. 1979. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moscow, Kolos, 416. (in Russian)
4. ДСТУ 3658-97 (ГОСТ 3579-98) Саджанці лаванди вузьколистої Технічні умови. Дата введення в дію 01.07.1999.
DSTU 3658-97 (GOST 3579-98). Narrow-lavender seedlings. Specifications. Date of introduction 01.07.1999. (in Ukrainian)
5. Ермаков Б.С. 1981. Размножение древесных и кустарниковых растений зелёными черенками. Кишинёв: Штинца, 222.
Yermakov B.S. 1981. Razmnozheniye drevesnykh i kustarnikovykh rasteni-y zelonymi cherenkami [The reproduction of trees and shrubs green cuttings]. Chisinau: Shtintsa, 222. (in Russian)
6. Николаев Е.В., Назаренко Л.Г., Мельников М.М. 1998. Крымское полеводство. Симферополь: Таврида, 284.
Nikolayev Ye.V., Nazarenko L.G., Mel'nikov M.M. 1998. Krymskoye polevodstvo [Crimean husbandry]. Simferopol: Tavrida, 284. (in Russian)
7. Тарасенко М.Т., Габричидзе З.Ш., Кобалия О.А. 1987. Совершенствование способов выращивания маточных растений чая. Известия ТСХА, (3): 126–136.
Tarasenko M.T., Gabrichidze Z.Sh., Kobaliya O.A. 1987. Improved methods of cultivation of tea plants uterine. Izvestiya TSKHA [Izvestia of Timiryazev Agricultural Academy], (3): 126–136. (in Russian)
8. Тарасенко М.Т., Ермаков Б.С., Прохорова З.А., Фаустов В.В. 1968. Новая технология размножения зелёными черенками (методическое пособие). М., 68.
Tarasenko M.T., Yermakov B.S., Prokhorova Z.A., Faustov V.V. 1968. Novaya tekhnologiya razmnozheniya zelonymi cherenkami (metodicheskoye posobiye) [The new technology of green cuttings reproduction (handbook)]. Moscow, 68. (in Russian)
9. Тютюнник В.И., Персидская К.Г., Мельников В.Н., Сажина Н.Г. 1987. О состоянии качества эфирных масел, выработанных заводами в 1984-1985 гг. В кн.: Труды ВНИИЭМК. Селекция эфиромасличных культур, технология их возделывания и переработки. Т. XVIII. Симферополь: 156–163.
Tyutyunnik V.I., Persidskaya K.G., Mel'nikov V.N., Sazhina N.G. 1987. On the state of the quality of essential oils, plants developed in 1984-1985 years. In: Trudy VNIEMK. Seleksiya efiromaslichnykh kul'tur, tekhnologiya ikh vzdelyvaniya i pererabotki. T. XIX [Proceedings VNIEMK. Selection of oil-bearing crops, the technology of their cultivation and processing. Vol. VIII]. Simferopol: 156–163. (in Russian)



УДК 579.64:581.1

**ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ЭМБИКО®
НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РОСТ ПРОРОСТКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**
**THE INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATION “EMBIKO®”
ON SEED GERMINATION AND GROWTH OF WINTER WHEAT SEEDLINGS**

В.С. Ржевская¹, А.В. Омельченко²
V.S. Rzhetskaya¹, A.V. Omelchenko²

¹ ООО «Компания «ГринКо», Россия, 295050, г. Симферополь, ул. Лизы Чайкиной, 1, оф. 430

¹ LTD “Companу” GreenCo”, str. Lisa Chaikina, 1 of. 430, Simferopol, 295050, Russia

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Россия, 295033, г. Симферополь, пр. Вернадского, 4

² V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academician Vernadsky Ave., 4, Simferopol, 295033, Russia

E-mail: viktoriyar45@mail.ru

Ключевые слова: микробиологический препарат Эмбико®, пшеница, набухание семян, интенсивность дыхания, активность каталазы, всхожесть, накопление биомассы.

Key words: microbiological preparation Embiko®, wheat, seed swelling, respiration rate, catalase activity, germination, biomass accumulation.

Аннотация. В статье приводятся данные исследований по влиянию микробиологического препарата Эмбико® на процесс прорастания семян и начальный рост проростков озимой пшеницы сортов Смуглянка и Подольянка. Установлено, что при обработке семян пшеницы раствором микробиологического препарата в вариантах с разведением 1:100, 1:500, 1:1000 наблюдалась незначительная активация интенсивности набухания семян. Показана более высокая интенсивность дыхания семян по сравнению с контролем в вариантах с разведением препарата 1:1000, в то время как активность фермента каталазы – в варианте 1:500. В варианте с неразведенным препаратом наблюдалось ингибирование этих показателей. В результате обработки семян раствором препарата в вариантах с разведением отмечалась стимуляция энергии прорастания и повышение процента всхожести семян по сравнению с контролем, а также увеличение массы сухого вещества надземной части и особенно корней у проростков пшеницы сорта Смуглянка.

Resume. In connection with the environmental degradation there is a need for pretreatment of seeds by microbiological agents that maintain friendly plant composition of soil microflora and produce biologically active substances (gibberellins, cytokinins, auxins) that have multifunctional action on plants. This contributes to intensify the exchange of plants and growth processes, which ultimately results in higher harvest.

The aim of the research was to study the impact of preplant treatment of winter wheat by microbiological preparations Embiko® on the process of seed germination and initial growth of seedlings.

The objects for research were varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) – Smuglyanka and Podolyanka. The treatment was carried out by soaking seeds in solutions of microbiological preparation Embiko® with dilution 1:100, 1:500, 1:1000 and undiluted drug within 24 hours. Seeds soaked in tap water served as control.

During the experiment the intensity of swelling of seeds was determined to change their wet weight every 4 hours in a day. Based on the obtained data the humidity was calculated as percentage of moisture to initial seed weight. The respiration rate of germinating seeds was determined by the method Boysen-Jensen and expressed as mg of CO₂ emission per 1 g of seeds per hour. The activity of catalase was determined by the method of A.N. Bach and A.I. Oparin and expressed as micromole of decomposed H₂O₂ for 1 min per 1 g wet weight of the seeds. To determine the growth parameters, the treated seeds were placed in a Petri dish on filter paper soaked with Knop's nutrient solution according to Hoagland microelements and germinated seven days in an incubator at 24°C. Experiments were performed in five biological replicates.

It was found that the treatment of wheat seeds with microbiological preparation in a dilution of 1:100, 1:500, 1:1000 causes a slight activation of swelling intensity of the seeds. A higher respiration rate against seed control was obtained in a dilution of 1:1000, whereas the activity of the enzyme catalase was higher in a dilution of 1:500. In the group with undiluted preparation inhibition of these indicators was observed. Generally, treatment of the seeds with the preparation solution in different concentrations showed stimulation of vigor and germination percentage compared to control, as well as increase of dry biomass of the aboveground parts and roots of the seedlings. The results on the effect of the drug on the process of seed germination and seedling growth were in line with figures for the rate of respiration and activity of the enzyme catalase, which were more pronounced in varieties Smuglyanka compared with variety ‘Podolyanka’.

Введение

Получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур возможно при условии соблюдения комплекса технологических приемов с учетом агробиологических особенностей сорта. Важную роль в решении этой задачи играет предпосевная обработка семян биологически активными препаратами, которая способствует реализации генетически обусловленного потенциала продуктивности [Персикова, 2001; Завалин, 2005].

В связи с ухудшением экологической обстановки возникает необходимость для предпосевной обработки семян микробиологическими препаратами, которые поддерживают благоприятный для растений состав почвенной микрофлоры и продуцируют биологически активные вещества (гиббереллины, цитокинины, ауксины), полифункционально действующие на растения. Последнее, способствует активизации в растениях обменных и ростовых процессов, что в конечном итоге приводит повышению урожайности [Патыка, 1993; Кожемяков, Хотянович, 1997; Бердников, 2001].

В последние годы достигнут значительный прогресс в создании биопрепаратов на основе ассоциативных микроорганизмов комплексного действия, хорошо зарекомендовавших на широком спектре сельскохозяйственных культур в России и за рубежом. Микроорганизмы, входящие в состав биопрепаратов, способны выполнять ряд функций, обеспечивая повышение урожайности сельскохозяйственных культур [Петров и др., 2002; Завалин, 2005; Berg, 2009; Spaeren et al., 2009; Trabelsi, Mhamdi, 2013].

Целью проведенных исследований явилось изучение влияния предпосевной обработки озимой пшеницы микробиологическим препаратом Эмбико® на процесс прорастания семян и начальный рост проростков.

Объекты и методы исследования

Объектами для проведения исследований служили сорта мягкой озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) – ‘Смуглянка’ (короткостебельчатый, высокоинтенсивный, вегетационный период – 278–281 сут, урожайность – от 60 до 115 ц/га) и ‘Подольянка’ (среднерослый, универсального использования, вегетационный период – 305–310 сут, урожайность – от 60 до 96 ц/га). В качестве биопрепарата для предпосевной обработки семян использовали комплексный микробиологический препарат Эмбико®, включающий молочнокислые гомоферментативные стрептобактерии и стрептококки, фототрофные аноксигенные пурпурные несерные бактерии, дрожжи из рода *Saccharomyces* и продукты их жизнедеятельности [Кочка, 2007]. Обработку семян проводили путем замачивания в растворах микробиологического препарата Эмбико® с разведением 1:100, 1:500, 1:1000 и с неразведенным препаратом в течение 24 часов. Контролем служили семена, замоченные в водопроводной воде.

В процессе опыта определяли интенсивность набухания семян по изменению их сырой массы каждые 4 ч в течение суток. На основании полученных данных рассчитывали влажность в % к исходной массе семян [Рогожин, Рогожина, 2013]. Интенсивность дыхания прорастающих семян определяли по методу Бойсен-Йенсена и выражали в мг выделенного CO_2 на 1 г семян в час [Воскресенская и др., 2008]. Активность каталазы определялась методом А.Н. Баха и А.И. Опарина и выражалась в мкмоль разложившейся H_2O_2 за 1 мин в расчете на 1 г сырой массы семян [Плешков, 1985].

Для определения ростовых показателей обработанные семена в количестве 25 шт, помещали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную 10 мл питательного раствора Кнопа с микроэлементами по Хогланду, и проращивали 7 дней в термостате при температуре 24°C. Энергию прорастания и всхожесть семян определяли по ГОСТу 12038-84 [ГОСТ 12038-84]; биомассу корней и надземной части – путем взвешивания на торсионных весах после фиксации растительного материала в течение 5 мин при 110°C и доведения до постоянной массы при 60°C [Воскресенская и др., 2008]. Эксперименты проводили в пяти биологических повторностях.

Полученные данные обработаны стандартными методами математической статистики с использованием компьютерной программы Microsoft® Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Стимуляция прорастания семян биологически активными веществами основана на двух факторах: 1) более интенсивная мобилизация запасных веществ семени, вызывающая активацию ферментов, в том числе и окислительно-восстановительных, что прямо зависит от активности поступления воды при набухании; 2) действие стимуляторов на генетический потенциал зародыша, которое обуславливает изменение его гормонального фона, что активизирует ростовые процессы [Обручева, Антипова, 2007; Рогожин, Рогожина, 2011].

Как следует из данных рисунка 1 и 2, в первые (4–8 ч) от начала опыта не наблюдалось практически разницы в скорости набухания семян между отдельными вариантами. В последующем интервале времени (12–24 ч) отмечалось изменение этого показателя, которое выражалось в уменьшении по сравнению с контролем в варианте с неразведенным препаратом. В вариантах с разведением препарата интенсивность набухания несколько

превышала контроль, что было более выражено в конце эксперимента (24 ч). Различие между опытными вариантами с разведением было незначительно и находилось в пределах ошибки опыта.

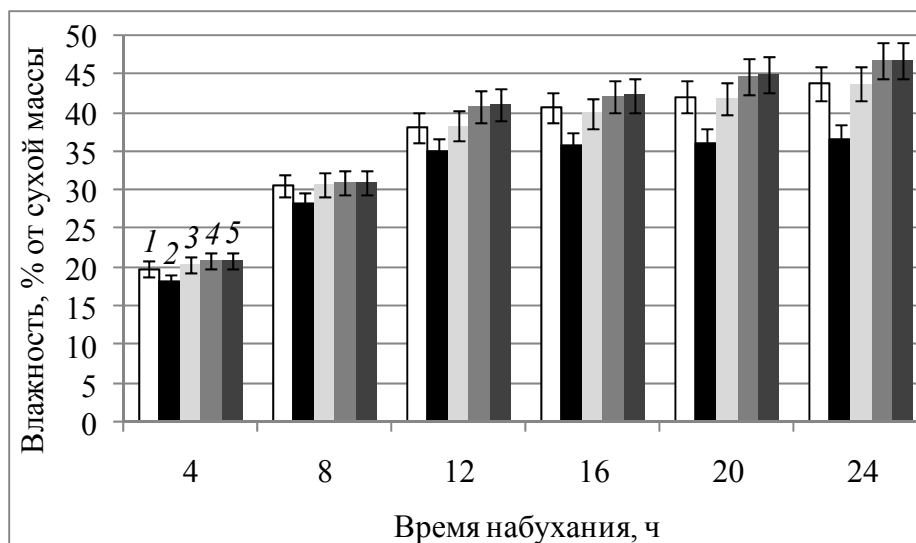


Рис. 1. Влияние микробиологического препарата Эмбико® на процесс набухания семян пшеницы сорта Смуглянка: 1 – контроль, 2 – Эмбико®, 3 – Эмбико® 1:100, 4 – Эмбико® 1:500, 5 – Эмбико® 1:1000

Fig. 1. The effect of a microbiological preparation process Embiko® on the process of swelling of wheat seeds Smuglyanka: 1 – control, 2 – Embiko®, 3 – Embiko® 1:100, 4 – Embiko® 1:500, 5 – Embiko® 1:1000

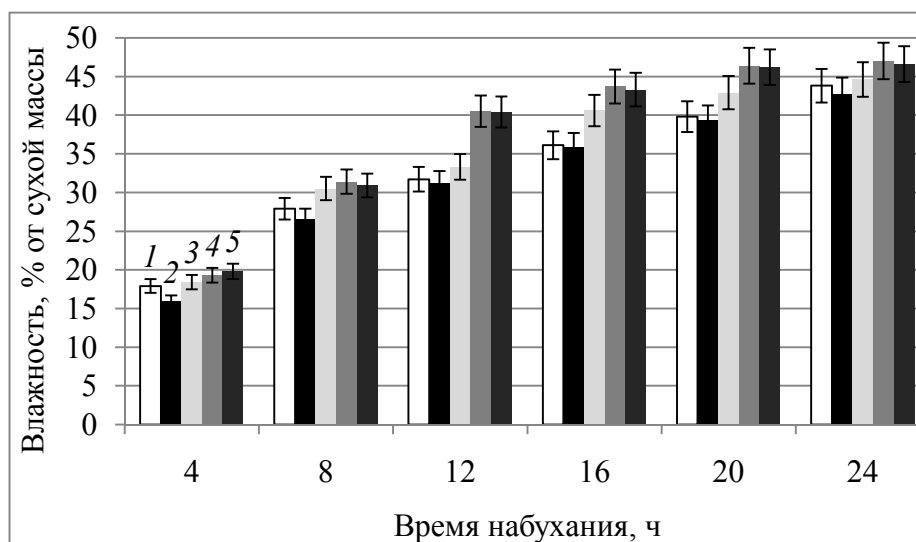


Рис. 2. Влияние микробиологического препарата Эмбико® на процесс набухания семян пшеницы сорта Подольянка: 1 – контроль, 2 – Эмбико®, 3 – Эмбико® 1:100, 4 – Эмбико® 1:500, 5 – Эмбико® 1:1000

Fig. 2. The effect of a microbiological preparation process Embiko® on the process of swelling of wheat seeds Podolyanka: 1 – control, 2 – Embiko®, 3 – Embiko® 1:100, 4 – Embiko® 1:500, 5 – Embiko® 1:1000

Наблюдалась разница в изменении скорости набухания семян под действием препарата у отдельных сортов: для сорта Смуглянка была характерна высокая скорость набухания во всех вариантах опыта.

В ходе проведенных исследований нами было установлено, что при обработке семян раствором микробиологического препарата в разведении 1:100, 1:500, 1:1000 у обоих сортов наблюдалось увеличение интенсивности дыхания семян (рис. 3).

В варианте с неразведенным препаратом наблюдалось ингибирование этого показателя. Максимальный эффект усиления интенсивности дыхания был отмечен в вариантах с разведением 1:1000. Значения показателя в вариантах с разведением препарата у сорта Смуглянка увеличились на 34.5–68.8%, а у сорта Подолянка – на 10.9–47.9% по сравнению с контролем.

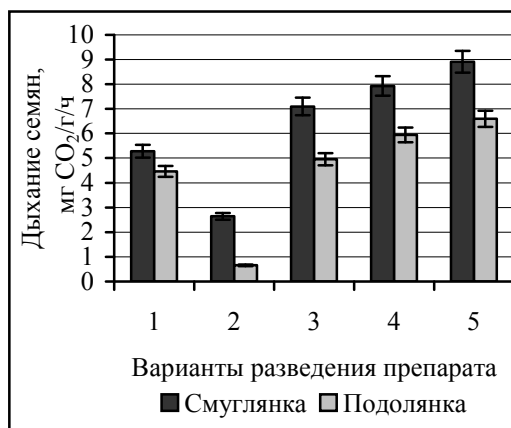


Рис. 3. Влияние микробиологического препарата Эмбико® на дыхание семян озимой пшеницы: 1 – контроль, 2 – Эмбико®, 3 – Эмбико® 1:100, 4 – Эмбико® 1:500, 5 – Эмбико® 1:1000

Fig. 3. The effect of microbiological preparation Embiiko® on the breathing of winter wheat seed: 1 – control, 2 – Embiiko®, 3 – Embiiko® 1:100, 4 – Embiiko® 1:500, 5 – Embiiko® 1:1000

Интенсивность дыхания прорастающих семян можно рассматривать как результат мобилизации запасных веществ семени, подготавливающей ростовую активность зародыша. Таким образом, в вариантах с разведением 1:100, 1:500, 1:1000 наблюдалось позитивное влияние препарата на активность ферментов прорастающего семени, в том числе и окислительно-восстановительных. Это подтвердилось данными по изменению активности фермента каталазы в вариантах опыта.

Как следует из рисунка 4, активность каталазы в варианте с неразведенным препаратом резко снижалось, в то время как в вариантах с разведением этот показатель у сорта Смуглянка увеличился на 4.8–17.9%, а у сорта Подолянка на 1.2–15.1% по сравнению с контролем. Наиболее высокая активность фермента отмечена в вариантах с разведением препарата 1:500.

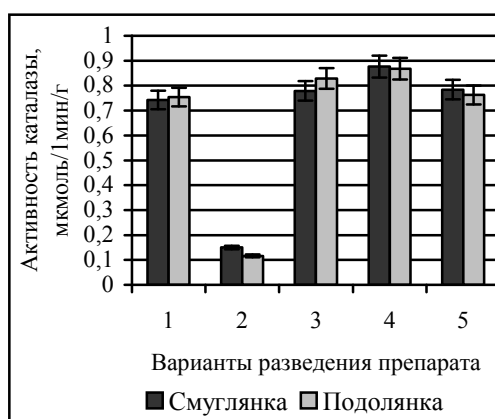


Рис. 4. Влияние микробиологического препарата Эмбико® на активность каталазы в семенах озимой пшеницы: 1 – контроль, 2 – Эмбико®, 3 – Эмбико® 1:100, 4 – Эмбико® 1:500, 5 – Эмбико® 1:1000

Fig. 4. The effect of microbiological preparation Embiiko® on catalase activity in seeds of winter wheat: 1 – control, 2 – Embiiko®, 3 – Embiiko® 1:100, 4 – Embiiko® 1:500, 5 – Embiiko® 1:1000

Различие по вариантам действия препарата на интенсивность дыхания и активность каталазы можно объяснить тем, что дыхание является интегральным процессом, зависящим от деятельности многих ферментов.

Данные, представленные на рисунке 5, показывают, что при обработке семян микробиологическим препаратом в разведениях 1:100, 1:500, 1:1000 наблюдалось повышение энергии прорастания и всхожести семян у обоих сортов пшеницы.

Так, под влиянием препарата энергия прорастания у сорта Смуглянка увеличилась на 4–14%, а всхожесть – на 4–9%, тогда как эти показатели у сорта Подолянка повысились на 3–10% и 2–7%, соответственно по сравнению с контролем. Микробиологический препарат оказал большее влияние на энергию прорастания и всхожесть семян у сорта Смуглянка по сравнению с сортом Подолянка, что находится в соответствии с показателями по интенсивности дыхания и активности фермента каталазы.

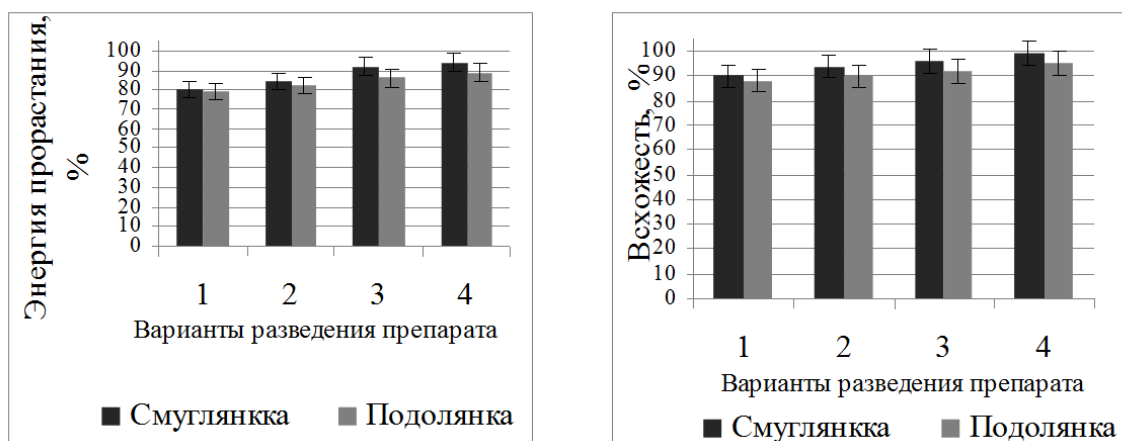


Рис. 5. Влияние микробиологического препарата Эмбико® на прорастание семян озимой пшеницы: 1 – контроль, 2 – Эмбико®, 3 – Эмбико® 1:100, 4 – Эмбико® 1:500, 5 – Эмбико® 1:1000
 Fig. 5. The effect of microbiological preparation Embiko® on the germination of seeds of winter wheat: 1 – control, 2 – Embiko®, 3 – Embiko® 1:100, 4 – Embiko® 1:500, 5 – Embiko® 1:1000

Результаты исследований по влиянию препарата на накопление биомассы показали, что большая активность ростовых процессов отмечена у проростков пшеницы в опытном варианте с разведением 1:500. У сорта Смуглянка в этом варианте наблюдалось увеличение сухой массы корней на 18.7%, а надземной части – на 6.9% по сравнению с контролем, тогда как у сорта Подольянка эти показатели составили – для корней 16.2%, а для надземной части – 5.4% (рис. 6).

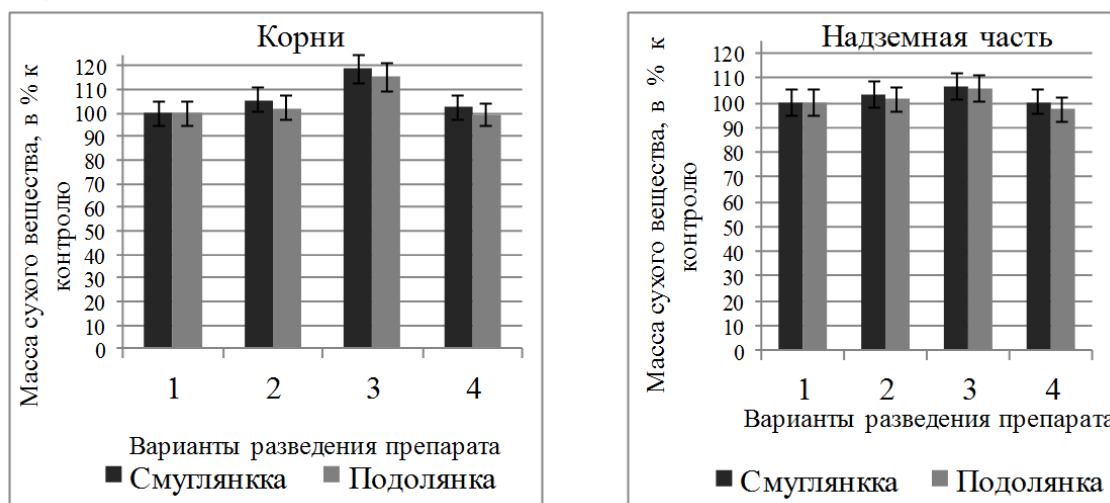


Рис. 6. Влияние микробиологического препарата Эмбико® на накопление биомассы 7-дневных проростков пшеницы: 1 – контроль, 2 – Эмбико®, 3 – Эмбико® 1:100, 4 – Эмбико® 1:500, 5 – Эмбико® 1:1000

Fig. 6. The effect of microbiological preparation Embiko® on biomass accumulation of 7-day old wheat seedlings: 1 – control, 2 – Embiko®, 3 – Embiko® 1:100, 4 – Embiko® 1:500, 5 – Embiko® 1:1000

Таким, образом, мы можем предположить, что препарат в разведении 1:500 более интенсивно реализует генетический потенциал семени, что ведет к повышению гормонального фона у проростков. Учитывая, что более значительно возросла биомасса корней, мы считаем, что под влиянием препарата в проростках повышалось содержание ауксинов.

Выводы

1. Установлено, что скорость набухания семян в вариантах с разведением микробиологического препарата Эмбико® 1:100, 1:500, 1:1000 незначительно повышается по сравнению с контролем.

2. Показано, что интенсивность дыхания прорастающих семян наиболее высокая в вариантах с разведением препарата 1:1000, в то время как активность фермента каталазы – в варианте 1:500.

3. Под влиянием препарата в опытных вариантах с разведением отмечалась большая стимуляция энергии прорастания и повышение всхожести семян по сравнению с контролем, а также увеличение сухой массы надземной части и особенно корней.

4. Полученные результаты по влиянию препарата на процесс прорастания семян и рост проростков находились в соответствии с показателями по интенсивности дыхания и активности фермента каталазы, что больше были выражены у сорта Смуглянка по сравнению с сортом Подолька.

Список литературы References

1. Бердников В.В. 2001. Эффективность биопрепаратов на посевах яровой пшеницы. Бюллетень ВИУА, 115: 117.
Berdnikov V.V. 2001. The effectiveness of biological products on the spring wheat. Byulleten' Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta udobreniy i agropochvovedeniya im. D.N. Pryanishnikova [Bulletin of the National Research Institute of Fertilizers and Soil name D.N. Pryanishnikova], 115: 117. (in Russian)
2. Воскресенская О.Л., Грошева Н.П., Скочилова Е.А. 2008. Физиология растений: учебное пособие. Йошкар-Ола, Марийский государственный университет, 148.
Voskresenskaja O.L., Grosheva N.P., Skochilova E.A. 2008. Fiziologija rastenij: uchebnoe posobie [Plant Physiology: study guide]. Yoshkar-Ola, Marijskij gosudarstvennyj universitet, 148. (in Russian)
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Дата введения 01.07.1986.
GOST 12038-84. Agricultural seeds. Methods for determination of germination. Date of introduction 01.07.1986. (in Russian)
4. Завалин А.А. 2005. Биопрепараты, удобрения и урожай. М., ВНИИА, 302.
Zavalin A.A. 2005. Biopreparaty, udobreniya i urozhay [Biological products, fertilizers and harvest]. Moscow, VNIIA, 302. (in Russian)
5. Кожемяков А.П., Хотянович А.В. 1997. Перспективы применения биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве. Бюллетень ВИУА, 110: 4–5.
Kozhemjakov A.P., Hotjanovich A.V. 1997. Prospects for the use of complex biologics activities in agriculture. Byulleten' Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta udobreniy i agropochvovedeniya im. D.N. Pryanishnikova [Bulletin of the National Research Institute of Fertilizers and Soil name D.N. Pryanishnikova], 110: 4–5. (in Russian)
6. Кочка К.А. 2007. Способ получения бактериального удобрения. Патент UA №10769. Бюл. 18.
Kochka K.A. 2007. A method of producing a bacterial fertilizer. Patent UA №10769. Bull. 18. (in Russian)
7. Обручева Н.В., Антипова О.В. 1997. Физиология инициации прорастания семян. Физиология растений, 44 (3): 287–302.
Obrucheva N.V., Antipova O.V. 1997. Physiology initiation of seed germination. Fiziologiya rasteniy [Plant Physiology], 44 (3): 287–302. (in Russian)
8. Патыка В.Ф. 1993. Микроорганизмы и биологическое земледелие. Микробиологический журнал, 55 (3): 95–102.
Patyka V.F. 1993. Microorganisms and biological agriculture. Mikrobiologicheskij zhurnal [Microbiological journal], 55 (3): 95–102. (in Russian)
9. Персикова Т.Ф. 2001. Эффективность бактериальных препаратов под культуры севооборота. Бюллетень ВИУА, 114: 143–144.
Persikova T.F. 2001. The effectiveness of preparations for bacterial culture rotation. Byulleten' Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta udobreniy i agropochvovedeniya im. D.N. Pryanishnikova [Bulletin of the National Research Institute of Fertilizers and Soil name D.N. Pryanishnikova], 114: 143–144. (in Russian)
10. Петров В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. 2002. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России. Достижения науки и техники АПК, 10: 12–15.
Petrov V.B., Chebotar' V.K., Kazakov A.E. 2002. Microbiological preparations in a biologization of agriculture in Russia. Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Scientific and technological agribusiness], 10: 12–15. (in Russian)
11. Плешков Б.П. 1985. Практикум по биохимии растений. М., Агропроиздат, 255.
Pleshkov B.P. 1985. Praktikum po biokhīmii rasteniy [Practical grant on biochemistry of plants]. Moscow, Agroprouzdat, 255. (in Russian)
12. Рогожин В.В., Рогожина Т.В. 2013. Практикум по физиологии и биохимии растений: учеб. пособие. СПб., ГИОРД, 352.
Rogozhin V.V., Rogozhina T.V. 2013. Praktikum po fiziologii i biokhīmii rasteniy: ucheb. posobie [Practical grant on physiology and biochemistry of plants: tutorial]. St. Petersburg, GIORD, 352. (in Russian)
13. Рогожин В.В., Рогожина Т.В. 2011. Физиолого-биохимические механизмы прорастания зерновок пшеницы. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 8 (82): 17–21.



Rogozhin V.V., Rogozhina T.V. 2011. Physiological and biochemical mechanisms of germination of wheat grains. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 8 (82): 17–21. (in Russian)

14. Berg G. 2009. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. Applied Microbiology and Biotechnology, 84 (1): 11–18.

15. Spaepen S., Vanderleyden J., Remans R. 2007. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling. FEMS Microbiology Reviews, 31, (4): 425–448.

16. Trabelsi D., Mhamdi R. 2013. Microbial Inoculants and Their Impact on Soil Microbial Communities: A Review. BioMed Research International, 11.

УДК 612.017.11: 612.014.482.4

**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА ИЗ ЭМБРИОНАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ ПТИЦ
НА АДАПТИВНЫЙ ИММУНИТЕТ У МЫШЕЙ
ПРИ ИНДУЦИРОВАННОЙ ИММУНОДЕПРЕССИИ**

**INFLUENCES OF EXTRACT FROM EMBRYONIC TISSUE OF POULTRY
ON THE ACQUIRED IMMUNITY OF MICE WITH RADIATION INDUCED
IMMUNODEPRESSION**

М.С. Погорелая, Е.А. Романова
M.S. Pogorelaya, E.A. Romanova

*Институт микробиологии и иммунологии им. И.И. Мечникова Национальной академии медицинских наук Украины,
Украина, 61057, г. Харьков, ул. Пушkinsкая, 14
Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology of NAMS of Ukraine, 14 Puschkinskaya St, Kharkov, 61057, Ukraine
E-mail: marionimmun@gmail.com*

Ключевые слова: иммунодепрессия, экстракт из эмбриональных тканей птиц, специфические антитела, вирусомальная вакцина, мыши.

Key words: immunosuppression, extract from fetal tissues of poultry, specific antibodies, virosomal vaccine, mice.

Аннотация. У особей подвергающихся действию иммунокомпрометирующих факторов формирование поствакцинального иммунитета носит не адекватный характер. Потенциальным средством, способным стимулировать образование высоких титров специфических антител в ответ на введение противовирусной вакцины у особей с радиационно-индуцированной иммунодепрессией, может служить экстракт из эмбриональных тканей птиц (ЭТП).

У мышей с радиационно-индуцированной иммунодепрессией уровень выработки специфических антител на 14 сутки после вакцинации был ниже в 4.1 раза в сравнении с группой контроля, при бустерной иммунизации титр повысился лишь в 4 раза. Таким образом, вакцинация животных с иммунодепрессией не была настолько же эффективной как у здоровых животных.

Применение ЭТП перед моделированием иммунодепрессии приводит к образованию более высоких, в 2.7 раз, титров противогриппозных антител по сравнению с мышами, которым его не вводили, к 30 суткам средний геометрический титр антител повысился в 8.9 раз в динамике. Причем на данные сутки регистрации применение ЭТП приводит к образованию более высоких, в 5.1 раз, титров антител в ответ на иммунизацию по сравнению с мышами, которым его не вводили. Таким образом, профилактическое применение ЭТП перед моделированием радиационной иммунодепрессии способствует формированию высоких титров специфических антител в ответ на вакцинацию, что свидетельствует о способности данной субстанции повышать адаптивный иммунитет у иммунокомпрометированных особей. Данные свойства ЭТП, вероятно, обусловлены входящими в его состав компонентами, в известной степени обладающими тропностью к системе иммунитета. Репертуар компонентов экстракта представлен широким рядом аминокислот и жирных кислот, цитокинами (интерлейкин-1, фактор некроза опухоли- α), факторами роста (основной фактор роста фибробластов) и др.

Resume. In individuals whose immune system is exposed to compromising factors, the formation of post-vaccination immunity is not adequate and not persistent. Potential means capable of stimulating the formation of high titers of specific antibodies in response to the antiviral vaccine in individuals with radiation-induced immunosuppression may serve extract from embryonic tissues of poultry (ETP).

On the background radiation-induced immunosuppression level production of specific antibody response to the vaccine at day 14 was lower by 4.1 times in comparison with the control group. In the dynamics it increased by 6 times. Against the background of radiation-induced immunosuppression this measure in 14 days was 4.1 times lower in comparison with the control group. On the 30th day after immunization in this group of animals, titer increased 4-fold. Thus, vaccination of immunosuppressed animals evaluated over 30 days was not as effective as in healthy animals.

Application ETP before vaccination in immunodepressed animals stimulated the production of specific anti-influenza antibodies. ETP application before modeling immunosuppression leads to higher, 2.7 times, titer of anti-influenza antibodies in response to immunization, compared to mice was not injected. On the 30th after vaccination immunodepressed mice with ETP administration geometric mean antibody titer increased 8.9 times as compared to 14 days. Moreover, on a given day registration ETP application before modeling immunosuppression leads to higher, 5.1 times, titer of anti-influenza antibodies in response to immunization, compared to mice was not injected.

Thus, the prophylactic use of ETP before modeling radiation immunosuppression contributes to the formation of high titers of specific antibodies in response to vaccination, indicating the ability of the substance to increase the adaptive immune system in immunocompromised individuals. These ETP properties, probably due to its repertoire of biologically active compounds – a wide variety of amino and fatty acids, cytokines (interleukin-1, tumor necrosis factor- α), growth factors (basic fibroblast growth factor), which have affinity for the immune system.

Введение

Как известно, искусственный активный иммунитет, адаптивный иммунитет, индуцируемый при введении в организм вакцин, содержащих микроорганизмы или их антигены, является надежной превентивной мерой в борьбе с широким рядом патогенов [Новиков и др., 2009]. Вакцинация, направленная на приобретение организмом специфического искусственного иммунитета, оказывается незаменимым мероприятием для лиц, относящихся к определенным группам риска [Костинов и др., 2001].

Сейчас представляют немалый интерес возможные средства, способствующие адекватному формированию напряженного поствакцинального иммунитета, в первую очередь у особей, находящихся в состоянии иммунодепрессии. Последнее диктуется тем, что интенсивность поствакцинальной иммунной реакции определяется не только иммуногенностью самой вакцины, а и иммунной реактивностью организма, как известно, обусловленной генетическими детерминантами и суммой онтогенетических факторов [Галицкая, 2001].

Целью нашей работы было изучить влияние экстракта из эмбриональных тканей птиц (ЭТП) на формирование адаптивного иммунитета у мышей с радиационно-индуцированной иммунодепрессией при вакцинации сезонной вакциной против гриппа «Inflexal V».

Объекты и методы исследования

Объектом исследования были самки белых беспородных мышей, массой 22 ± 1.0 г, 2 месячного возраста общей численностью 110 животных. В работе был использован экстракт из эмбриональных тканей кур, полученный по методике, разработанной в Харьковской зооветеринарной академии [Жегунов и др., 2013]. Общее однократное внешнее облучение мышей осуществлялось на установке РУМ-17 в дозе 5 Гр на протяжении 12 минут 30 секунд при кожно-фокусном расстоянии 40 см, силе тока 10 мА, напряжении в трубке 180 кВ, фильтр 0.5Cu + 1Al на базе ГУ «Институт медицинской радиологии им. С.П. Григорьева НАМН Украины», г. Харьков.

В работе использовалась инактивированная поливалентная вирусомальная вакцина для профилактики гриппа «Inflexal V» производства фирмы Berna Biotech AG (Switzerland). В её состав входят поверхностные высоко очищенные антигены гемагглютинин и нейраминидаза вирусов гриппа типа А (A/California/7/2009(H1N1) и A/Perth/16/2009(H3N2)) и типа В (B/Brisbane/60/2008). По данным производителя протективный иммунитет развивается через 2–3 недели после однократной иммунизации [Herzog et al., 2009].

Вакцинация животных осуществлялась на 14-е сутки после воздействия γ -излучения, забор крови и выделение сыворотки с целью определения специфических антител осуществлялся через 14 и 30 суток после вакцинации. Число животных в каждой группе составляло 22, половина из которых была выведена из эксперимента на 14-е сутки, вторая половина – на 30-е сутки. Группы животных: I группа – здоровые мыши, иммунизированные вакциной внутривентриально в дозе 0.25 мл; II группа – здоровые иммунизированные мыши с применением ЭТП; III группа – иммунодепрессированные облучением, иммунизированные мыши; IV группа – иммунодепрессированные иммунизированные мыши с применением ЭТП; V группа – здоровые мыши, которым вводили в той же дозе физиологический раствор (ложная вакцинация). Забор материала осуществлялся в минимальные сроки после выведения опытных и контрольных животных из эксперимента под эфирным наркозом. Работа с животными проводили согласно положениям декларации по гуманному обращению с лабораторными животными, используемыми в экспериментальных исследованиях [European Convention ..., 1986].

Титр специфических антител к антигенам вирусов гриппа, входящих в состав применявшейся вакцины, оценивали в реакции торможения гемагглютинации (РТГА) со специфическим антигеном. РТГА представляет собой метод выявления противовирусных антител в сыворотке крови, основанный на феномене отсутствия агглютинации эритроцитов под действием антигена в присутствии иммунной к нему сыворотки крови [Caïran et al., 2009]. С целью удаления неспецифических ингибиторов гемагглютинации, которые могут содержаться в исследуемых сыворотках, перед осуществлением анализа все образцы обрабатывались нейраминидазой холерных вибрионов, которая, воздействуя на специфические антитела, разрушает ингибиторы гемагглютинации к вирусам А и В в сыворотках человека и животных [US Centers for disease Control and Prevention, 2015].

После удаления неспецифических ингибиторов готовили двукратные разведения сывороток в ямках плексигласового планшета, начиная с 1:10 до 1:640 и выше в объеме 0.2 мл. К каждому разведению сыворотки добавляли 0.2 мл рабочей дозы антигена (4 АО). Смесь

перемешивали в шейкере при комнатной температуре и оставляли при $T=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ на 30 мин, затем в каждую ямку добавляли 0.4 мл 1% суспензии куриных эритроцитов. Смесь повторно перемешивали в шейкере, оставляли при $T=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ на 40–45 мин (до оседания эритроцитов в контроле), после чего проводили учет результатов реакции. При наличии специфических антител в сыворотке наблюдалась задержка агглютинации эритроцитов. Задержка гемагглютинации указывает на соответствие типа антигена и взятой сыворотки; отсутствие задержки гемагглютинации свидетельствует о несоответствии типа взятой сыворотки. Препарат учитывают как специфический, если он не реагирует в РТГА с гетерологичной сывороткой.

При проведении статистического анализа применялся критерий Стьюдента. Различия в средних арифметических считали статистически значимыми при уровне значимости $\alpha - 5\%$. Данные приведены в виде среднего геометрического титра (СГТ) с расчетом коэффициента вариации (CV).

Результаты и их обсуждение

Так, через 14 суток после однократной иммунизации противогриппозная вакцина «Inflexal V» вызвала формирование определенного уровня специфических антител в сыворотке крови здоровых мышей. В среднем по трем антигенам, входящим в состав вакцины титр антител у иммунизированных здоровых мышей составил 1:90.87 (табл.). При вакцинации на фоне применения экстракта из эмбриональных тканей птиц (ЭТП) титры специфических антител к антигенным составляющим вакцины не были существенно выше и в среднем составили 1:116.91. Далее было установлено, что на фоне радиационно-индуцированной иммунодепрессии интенсивность и уровень выработки специфических гомологических антител в ответ на введение вакцины «Inflexal V» значительно отличается, в 4.1 раза, от контрольного и в среднем по трем антигенам составил 1:21.82 по сравнению с 1:90.87 в группе иммунизированных здоровых животных.

Таблица

Средние геометрические титры специфических антител к антигенам вируса гриппа А (H1N1), (H3N2) и вируса гриппа В на 14-е и 30-е сутки после иммунизации вакциной «Inflexal V» мышей с радиационной иммунодепрессией, на фоне профилактического применения ЭТП (n = 22)

Table

Geometric mean titers of specific antibodies to the antigens of the influenza A virus (H1N1), (H3N2) and influenza B in the 14th and 30th day after immunization «Inflexal V» immunosuppressed mice with radiation, against the prophylactic application of ETP (n = 22)

Группы животных	Вирус А (H1N1)		Вирус А (H3N2)		Вирус В		Среднее по 3-м антигенам
	СГТ	CV	СГТ	CV	СГТ	CV	
14-е сутки после вакцинации							
Здоровые иммунизированные мыши	1:90.74	25.17	1:96.65	30.01	1:85.20	15.15	1:90.87
Здоровые иммунизированные мыши с применением ЭТП	1:124.35	28.28	116.76	32.09	1:109.63	30.09	1:116.91
Иммунодепрессированные иммунизированные мыши	1:24.16	37.62	1:21.30	37.76	1:20.00	41.0	1:21.82
Иммунодепрессированные иммунизированные мыши с применением ЭТП	1:51.46	30.0	1:62.17	28.28	1:66.22	22.97	1:59.95
Физиологический раствор	-	-	-	-	-	-	-
30-е сутки после вакцинации							
Здоровые иммунизированные мыши	1:529.76	22.97	1:564.22	25.00	1:681.63	15.15	1:591.87
Здоровые иммунизированные мыши с применением ЭТП	1:725.96	25.17	1:600.92	18.18	1:640.00	16.60	1:655.63
Иммунодепрессированные иммунизированные мыши	1:102.93	33.94	1:116.76	42.02	1:90.75	25.17	1:103.48
Иммунодепрессированные иммунизированные мыши с применением ЭТП	1:497.41	28.28	1:529.76	30.03	1:564.22	16.36	1:530.46
Физиологический раствор	-	-	-	-	-	-	-



При определении титра специфических антител на 14 сутки после иммунизации у животных с радиационной иммунодепрессией на фоне профилактического введения ЭТП их значения превышали таковые у группы иммунодепрессированных животных в среднем по трем антигенам в 2.7 раз, ($p \leq 0.01$).

На 30 сутки после введения вакцины СГТ специфических антител в сыворотке крови здоровых мышей в среднем по трем антигенам, входящим в состав вакцины, повысился в 6 раз по сравнению со значениями, полученными на 14 сутки после вакцинации, и составил 1:591.87 (см. табл.). Подобная картина изменений была характерна и для группы вакцинированных здоровых мышей на фоне применения ЭТП, титр специфических антител в которой повысился в 5.6 раз, и в среднем составил 1:655.63.

На 30 сутки после однократной иммунизации у иммунодепрессированных животных уровень специфических антител по сравнению со значениями на 14 сутки повысился в среднем по трем антигенам в 4.1 раз и составил 1:103.48 против 1:21.82. По сравнению со здоровыми животными вакцинация иммунодепрессированных мышей на 30 сутки опыта не была настолько же эффективной. Так уровень антител составил 17.5% от уровня у здоровых вакцинированных животных.

На 30 сутки после вакцинации иммунодепрессированных мышей с применением ЭТП средний геометрический титр антител повысился в 8.9 раз по сравнению с 14 сутками. Причем на данные сутки регистрации применение ЭТП перед моделированием иммунодепрессии приводит к образованию более высоких, в 5.1 раз, титров противогриппозных антител в ответ на иммунизацию по сравнению с мышами, которым его не вводили.

Кроме разницы в средних геометрических титрах привлекло внимание отличие в однородности антителогенеза среди экспериментальных групп, оцененное по линейному коэффициенту вариации. Последний является мерой вариации титра антител в группе образцов сывороток. Соответственно, считается, что чем ниже значение коэффициента вариации, тем ответ является более однородным.

Так, значение коэффициента вариации титра антител к каждому из антигенов в группе здоровых иммунизированных животных на 14 сутки не превышало 30.0, на 30 сутки – 25.0.

В пределах группы образцов, полученных от иммунодепрессированных животных, на 14 сутки коэффициент вариации был значительно выше и достигал значения 41.0, на 30 сутки – 42.01. При иммунизации иммунодепрессированных животных на фоне применения ЭТП на 14 и 30 сутки коэффициент вариации выработки специфических антител не превышал 30.0.

Экстракт из эмбриональных тканей птиц относится к группе адаптогенов, способных влиять на физиологические функции организма. В нем идентифицировано ряд альбуминовых белков, ксеноорганические эмбриональные пептиды, свободные аминокислоты и жирные кислоты, ряд ростовых факторов (фактор роста фибробластов), цитокинов (интерлейкин-1 и фактор некроза опухоли- α), нуклеиновых кислот. Последние представлены фрагментами ДНК и широким спектром РНК [Сизов, 1996; Кузнецова и др., 2015]. Отчасти иммуностропность данного экстракта обуславливается иммуномодулирующим влиянием аминокислот и жирных кислот, входящих в его состав. В частности, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, триптофан, аргинин, лейцин и лизин осуществляют выраженный стимулирующий эффект на количественные и функциональные показатели компонентов неспецифической резистентности и специфического иммунитета [Белокрылов, 1991; Сотникова, 2007]. В опытах, преследующих актуальную цель снижения заболеваемости и продолжительности течения инфекционных процессов в ветеринарной практике было установлено, что глицин и аланин при парентеральном введении повышают уровни эритроцитов и лейкоцитов, а также стимулируют лизоцимную, бактерицидную та фагоцитарную активность крови [Трушина и др., 1992].

Исследование влияния неэтерифицированных жирных кислот на состояние иммунной системы выявило высокую их способность влиять на число и функциональную активность В-лимфоцитов. Повышение относительного числа CD25⁺-лимфоцитов имеет место на фоне увеличения C_{20:4} арахидоновой и снижения C_{18:2} линолевой кислоты. Увеличение пролиферативного ответа в реакции бласттрансформации лимфоцитов с фитогемагглютинином (РБТЛ с ФГА) наблюдалось при увеличении C_{18:1} олеиновой и уменьшении уровня C_{18:2} и C_{18:3} неэтерифицированных жирных кислот в крови. Пролиферативная активность в ответ на митоген лактоноса (PWM) была выше при увеличении относительного содержания C_{16:0} пальмитиновой и C_{20:4} арахидоновой кислот. Авторы исследования указывают на прямую зависимость интенсивности иммунного ответа Th2-типа от содержания неэтерифицированных жирных кислот. Так авторы указывают на высокий потенциал иммуномодулирующих свойств некоторых аминокислот и жирных кислот, обусловленных их способностью к нормализации субпопуляционного соотношения лимфоцитов, пролиферативной активности лимфоцитов и продукции иммуноглобули-

нов, в целом подчеркивая значительную роль этих биомолекул в регуляции функций иммунного ответа [Шейбак и др., 2005; Сотникова, 2007].

Значительный вклад в иммуномодулирующее свойство исследуемого экстракта вносит наличие фактора роста фибробластов в его составе (ФРФ) [Joseph-Silverstein et al., 1989; Mitrani et al., 1990; Karabagli et al., 2002]. ФРФ, относясь к факторам роста, способствует пролиферации и дифференцировке комитированных клеток-предшественников в процессе базального гемопоза. В условиях патологического влияния на организм различного генеза для основного ФГФ выявлены протективные по отношению к клеткам свойства, что в совокупности с его выраженными регенеративными и пролиферативными способностями дает основания для рассмотрения его в качестве важнейшего компонента иммунопротекции в условиях иммунодепрессии внешнего влияния на организм [Loddick et al., 1998; Kawamata et al., 1997].

Заклучение

Таким образом, введение инактивированной поливалентной вирусомальной вакцины для профилактики гриппа «Inflexal V» вызывает довольно однородное образование высокого титра антител ко всем трем вакцинальным антигенам у здоровых мышей. Применение ЭТП у здоровых животных приводит к формированию адаптивного иммунитета после иммунизации вакциной «Inflexal V» сопоставимому с реакцией здоровых животных по показателям уровня средних геометрических титров специфических антител и его коэффициента вариации.

У животных с радиационной иммунодепрессией отмечены более низкие, в 4.1 раза, на 14 сутки и в 5.7 раз – на 30 сутки после вакцинации, уровни противогриппозных специфических антител, чем у здоровых животных. Профилактическое введение ЭТП особям с радиационной иммунодепрессией способствует более однородному ($cv \leq 30.0$ по сравнению с $cv \geq 42.02$) и высокому антителогенезу (СГТ в данной группе превышает значение у иммунодепрессированных мышей в 5.1 раз на 30 сутки). Изложенное свидетельствует о способности исследуемой субстанции повышать адаптивный специфический иммунитет в условиях острого действия вредных факторов.

Список литературы References

1. Белокрылов Г.А. 1991. Различия действия пептидов и составляющих их аминокислот на иммунный ответ и фагоцитоз у мышей. Иммунология, 5: 46–48.
Belokrylov G.A. 1991. Differences action of peptides and their constituent aminoacids on the immune response and phagocytosis of mice. Immunologiya [Immunology], 5: 46–48. (in Russian)
2. Галицкая М.Г. 2007. Эффективность и безопасность вакцинопрофилактики гриппа у детей с различными отклонениями в состоянии здоровья. Вопросы современной педиатрии, 5 (6): 46–48.
Galitskaya M.G. 2007. Efficacy and safety of influenza vaccine among children with different health conditions. Voprosy sovremennoy pediatrii [Current Pediatrics], 5 (6): 46–48. (in Russian)
3. Жегунов Г.Ф., Кузнецова В.Г., Тимохина Ю.О., Мершинцев Ю.О., Погоріла М.С. 2013. Отримання екстракту з ембріонів курей. Патент України №85646. Бюл. №22.
Gegunov G.F., Kuznetsova V. G., Timohina Yu. O., Mershinets Yu.O., Pogorelaja M.S. 2013. Preparations of the Extract of Chick Embryos. Patent UKR. №85646. Bull. 22. (in Ukrainian)
4. Костинова М.П., Костинова Т.А., Золотарева Т.А. 2001. Возможности вакцинации против гриппа пациентов группы риска. Лечащий врач, 10 (1). URL: <http://www.lvrach.ru/2001/10/4529128/> (19 декабря 2001).
Kostinov M.S., Kostinova T.A., Zolotarev T.A. 2001. Features of influenza vaccination of patients at risk. Lechashchiy vrach [The attending physician], 10 (01). URL: <http://www.lvrach.ru/2001/10/4529128/> (accessed 19 December 2001). (in Russian)
5. Кузнецова В.Г., Жегунов Г.Ф., Погоріла М.С. 2015. Дослідження вмісту амінокислот та жирних кислот в екстракті з ембріонів курей. Вісник проблем біології та медицини, 4 (3): 60–65.
Kuznetsova V.G., Zhegunov G.F., Pogorelaya M.S. 2015. Contents of Amino and Fatty Acids in Extract from Chick Embryos. Visnik problem biologii ta medicini [Bulletin of problems of biology and medicine], 4 (3): 60–65. (in Ukrainian)
6. Новиков Д.К., Новиков П.Д. 2009. Клиническая иммунопатология. Москва, Медицинская литература, 464.
Novikov D.K., Novikov P.D. Klinicheskaya immunopatologiya [Clinical immunopathology]. Moscow, Meditsinskaya literatura, 464. (in Russian)
7. Сизов А.А. 1996. Исследование свойств экстрактов и компонентов эмбриональных тканей птиц раннего срока развития и получение на их основе ветеринарного препарата иммуностимулирующего действия. Автореф. ... дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 20.
Sizov A.A. 1996. Issledovanie svojstv jekstraktov i komponentov jembrional'nyh tkanej ptic rannego sroka razvitija i poluchenie na ih osnove veterinarnogo preparata immunostimulirujushhego dejstvija. [Study of the properties of extracts and components of embryonic tissues of birds early period of development and recep-

tion on their basis of a veterinary drug immunostimulatory effects]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Novosibirsk, 20.

8. Сотникова Е.П. 2007. Традиционные основы и перспективы развития тканевой терапии. *Экспериментальна та клінічна фармація*, 1: 15–19.

Sotnikova E.P. 2007. Traditional foundations and prospects of tissue therapy. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya farmatsiya* [Experimental and clinical pharmacy], 1: 15–19.

9. Трушина Э.Н., Сергеева К.В., Волгарев М.Н. 1992. Влияние полиненасыщенных жирных кислот рациона на структуру периферических лимфоидных органов, иммунологические показатели и неспецифическую резистентность организма крыс. *Вопросы питания*, 2: 42–47.

Trushina E.N., Sergeyev K.V., Volgarev M.N. 1992. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids on the structure of the peripheral lymphoid organs, immunological parameters and nonspecific resistance in rats. *Voprosy pitaniya* [Nutrition], 2: 42–47.

10. Шейбак В.М., Тис А.А., Шейбак Л.Н. 2005. Фагоцитарная активность нейтрофилов пуповинной крови новорожденных *in vitro* в присутствии лейцина. *Экспериментальная и клиническая фармакология*, 1: 48–49.

Sheibak V.M., Tees A.A., Sheibak L.N. 2005. The phagocytic activity of neutrophils cord blood of newborns *in vitro* in the presence of leucine. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya farmakologiya* [Experimental and Clinical Pharmacology], 1: 48–49.

11. Caipan C., Kobasa D. 2009. Proteolytic activation of the 1918 influenza virus hemagglutinin. *Journal of virology*, 83: 3200–3211.

12. European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. 1986. Strasburg, Council Treaty Series, 123.

13. Herzog C., Hartmann K., Künzi V., Kürsteiner O., Mischler R., Lazar H., Glück R. 2009. Eleven years of Inflexal V – a virosomal adjuvanted influenza vaccine. *Vaccine*, 27 (33): 4381–4387.

14. Joseph-Silverstein J., Consigli S.A., Lyser K.M., Ver Pault C. 1989. Basic Fibroblast Growth Factor in the Chick Embryo: Immunolocalization to Striated Muscle Cells and Their Precursors. *The Journal of Cell Biology*, 108: 2459–2466.

15. Karabagli H., Karabagli P., Ladher R.K., Schoenwolf G.C. 2002. Survey of Fibroblast Growth Factor Expression During Chick Organogenesis. *The Anatomical Record*, 268: 1–6.

16. Kawamata T., Ren J., Chan T.C., Charette M. and Finklestein S.P. 1998. Intracisternal osteogenic protein-1 enhances functional recovery following focal stroke. *Neuroreport*, 9: 1441–1445.

17. Loddick S.A., Liu X.-J., Lu Z.-X., Liu C., Behan D.P., Chalmers D.C., Foster A.C., Vale W.W., Ling N., De Souza E.B. 1998. Displacement of insulin-like growth factors from their binding proteins as a potential treatment for stroke. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95: 1894–1898.

18. Mitrani E., Gruenbaum Y., Shohat H., Ziv T. 1990. Fibroblast growth factor during mesoderm induction in the early chick embryo. *Development*, 109: 387–393.

19. US Centers for disease Control and Prevention. 2015. Interim Guidance on Infection Control Measures for 2009 H1N1 Influenza in Healthcare Settings, Including Protection of Healthcare Personnel. Available at: www.cdc.gov/h1n1flu/guidelines_infection_control.htm. (accessed 15 October 2009).

УДК 599.323

**ГРЫЗУНЫ И НАСЕКОМОЯДНЫЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ МОРДОВИИ**
**RODENTS AND INSECTIVOROUS MAMMALS OF THE URBANIZED
TERRITORY OF MORDOVIA**

А.В. Андрейчев
A.V. Andreychev

*Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва, Россия, 430005, г. Саранск,
ул. Большевистская, 68*

N.P. Ogarev Mordovia State University, 68 Bolshevistskaya St, Saransk, 430005, Russia

E-mail: andreychev1@rambler.ru

Ключевые слова: грызуны, насекомоядные, антропогенное воздействие, видовой состав, численность.
Keywords: rodents, insectivores, anthropogenic impacts, species composition, abundance.

Аннотация. Впервые для урбанизированных территорий Мордовии приводится видовой состав грызунов и насекомоядных млекопитающих. В зонах населенных пунктов, подвергающихся разному антропогенному воздействию, выявлено 18 видов. Наиболее обычными из них являются домовая, малая лесная и полевая мыши, серая крыса, обыкновенная и рыжая полевки, обыкновенная бурозубка и белогрудый еж. Малая лесная мышь на многих участках выступает в качестве доминирующего вида. Кластерный анализ позволил выделить в урбосистемах региона две наиболее близкие по составу видов зоны: 1) парковая зона, сады и огороды; 2) техногенная зона.

Resume. The first time for the urbanized areas of Mordovia is listed the species composition of rodents and insectivores mammals. In areas of settlements subject to different human impacts, 18 species were identified. The most common of these are housemouse, small woodmouse and striped fieldmouse, brown rat, common and red-backed vole, common shrew and whitechest hedgehog. Small wood mouse in many areas acts as the dominant species. Cluster analysis allowed to allocate in urbosystems of region two most similar in composition of species zones: 1) park, gardens and orchards; 2) technogenic zone.

Введение

Процесс урбанизации является неотъемлемой чертой развития общества и природы. В городах формируются специфические условия для обитания животных, в том числе грызунов и насекомоядных. Это, прежде всего, выражается в создании своеобразного микроклимата в условиях города (более высокая температура, меньшая влажность), по сравнению с естественной природной средой. Наибольшим образом климатические особенности конкретного сезона влияют на динамику численности грызунов весной и в начале лета (особенно аномально теплое начало весны или ранняя весна после умеренной зимы) [Гапонов, Транквилевский, 2009]. Города и поселки городского типа являются для многих грызунов и насекомоядных источником убежищ и пищи [Andrzejewski, 1978; Babinska-Werka et al., 1981]. Мониторинг состояния численности и определение границ распространения этих зверьков является необходимым в целях предупреждения возможных вспышек тех или иных инфекций в разных городах [Речкин и др., 2001; Тагилова и др., 2012].

Изучению мелких млекопитающих города уделяется значительное место в отечественных фаунистических исследованиях [Тихонова и др., 2004, 2006; Котенкова, Мунтяну, 2007; Лучникова и др., 2010; Малышев, Холин, 2010]. В республике Мордовия фауна грызунов и насекомоядных в урбанизированной среде ранее не изучалась. Целью данной работы было выявить видовой состав и относительную численность мелких млекопитающих в городах и поселках городского типа Республики Мордовия.

Объекты и методы исследования

Материал для данной работы собран на урбанизированных территориях: г. Саранск, г. Рузаевка, п.г.т. Чамзинка, п.г.т. Комсомольский, п.г.т. Ялга. Всего в Республике Мордовия функционируют 7 городов, из них 3 города республиканского значения (Саранск, Рузаевка, Ковылкино), 4 города районного значения (Ардатов, Инсар, Краснослободск, Темников) и 19 рабочих поселков. Столицей Мордовии является г. Саранск, численность населения которого составляет 302 тыс. человек. Рузаевка является вторым по величине населения (46 тыс. человек)

городом республики. Численность населения п.г.т. Чамзинка, п.г.т. Комсомольский и п.г.т. Ялга составляет 9, 13 и 7 тыс. человек, соответственно [Геоэкология ..., 2001].

Исследованиями охвачен период с 2006 по 2015 гг. Обследованию подверглись: 1) одноэтажные застройки, представляющие собой частные дома, сараи, амбары (облавливались во всех населенных пунктах); 2) многоэтажные дома (облавливались в г. Саранск, г. Рузаевка); 3) парковые зоны, сады, огороды, т. е. те участки, которые непосредственно используются человеком для культурной или хозяйственной деятельности (облавливались во всех населенных пунктах); 4) прибрежные зоны водоемов, включающие лесополосы и луга, т.е. те участки, которые более близки к естественной природной среде мелких млекопитающих (облавливались в г. Саранск и п.г.т. Ялга); 5) техногенная зона, представляющая собой участки вокруг предприятий, где имеются нарушенный почвенный покров и загрязнения отходами производства (облавливались во всех населенных пунктах). Отлов осуществлялся ловушками Геро, живоловушками, дуговыми капканами, ловчими канавками, в зависимости от специфики зоны отлова. За единицу учета принимался относительный показатель численности – улов на 100 ловушко(цилиндро)-суток. За период учетов отработано 6150 ловушко-суток (л-с) и отловлено 734 особи мелких млекопитающих.

Исходя из полученных данных, было произведено сравнение различных зон в урбанизированной среде Мордовии по индексу биоценотической общности [Кубанцев, Васильев, 1982], по которому можно учесть не только представленность видов грызунов и насекомоядных млекопитающих, но и их обилие (относительную численность):

$Ib = Ija \times \sum Cmin / (A + B - \sum Cmin)$; где Ija – индекс Жаккара, A – сумма обилий всех видов (в ловушках-сутках) в первом биотопе, B – сумма обилий всех видов (в ловушках-сутках) во втором биотопе, $\sum Cmin$ – сумма наименьших показателей обилия каждого вида в сравниваемых биотопах.

$Ija = D / (F + E - D)$; где F – число видов в одной зоне, E – число видов в другой зоне, D – число видов, общих для обеих зон.

Кластеризация выборок была проведена на основе полученных индексов биоценотической общности средствами кластерного анализа с помощью компьютерной программы И.С. Плотникова (ЗИН РАН) для WIN-98, группирующей сходные группировки видов по среднему присоединению по количественному признаку.

Результаты и их обсуждение

В результате отловов и регистрации установлен видовой состав и распределение грызунов и насекомоядных по местообитаниям на урбанизированных территориях Мордовии (табл. 1). Всего установлено присутствие в урбосистемах Мордовии 5 видов насекомоядных и 9 видов грызунов. Для парковой зоны, садов и огородов с помощью методов отлова отмечено 11 видов грызунов и насекомоядных. Кроме того, визуально и по следам жизнедеятельности здесь зафиксированы: крот европейский (*Talpa europaea*), еж белогрудый (*Erinaceus concolor*), белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*), слепыш обыкновенный (*Spalax microphthalmus*). Для техногенной зоны отмечено 10 видов грызунов и насекомоядных, для прибрежной зоны водоемов – 9 видов, для одноэтажных застроек – 7 видов, для многоэтажных застроек – 2 вида.

Таблица 1

Относительная численность (ос./100 л-с) разных видов грызунов и насекомоядных по местообитаниям на урбанизированных территориях (– – вид отсутствовал)

Table 1

Relative number (individuals/100 lovushko-days) different species of rodents and insectivorous on habitats in the urbanized territories (– – the look was absent)

Вид	Тип местообитания				
	Одно-этажная застройка	Много-этажная застройка	Парковая зона, сад, огород	Прибрежная зона водоемов	Техногенная зона
<i>Crocidura suaveolens</i>	0.7	–	0.08	–	0.4
<i>Sorex minutus</i>	–	–	0.5	0.5	0.3
<i>Sorex araneus</i>	0.05	–	2.6	1.7	0.9
<i>Sorex isodon</i>	–	–	0.1	–	0.1
<i>Neomys fodiens</i>	–	–	–	0.3	–
<i>Cricetus cricetus</i>	–	–	1.5	–	0.5
<i>Myodes glareolus</i>	1.9	–	2.3	6.1	4.2
<i>Microtus arvalis</i> s. l.	1.1	–	2.2	2.0	2.3



Окончание таблицы 1
End of table 1

<i>Micromys minutus</i>	–	–	–	0.1	–
<i>Apodemus agrarius</i>	–	–	5.3	2.7	5.6
<i>Sylvaemus uralensis</i>	1.3	–	7.6	4.5	10.9
<i>Sylvaemus flavicollis</i>	–	–	0.8	2.9	–
<i>Mus musculus</i>	7.4	6.9	2.0	–	1.6
<i>Rattus norvegicus</i>	2.3	1.2	–	–	–

Обыкновенная бурозубка – наиболее обычный представитель среди насекомоядных в городской среде. Средняя численность *S. agrarius* в парковой зоне, садах и огородах составляет 2.6 ос./100 л-с. В городах (Саранск, Рузаевка) обыкновенная бурозубка избегает территорий, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию, численность ее здесь составляет 0.9 ос./100 л-с. В единичных экземплярах вид регистрируется в частных одноэтажных домах.

В отличие от обыкновенной бурозубки, численность малой бурозубки в парковой зоне, садах, огородах и техногенной зоне мала и составляет 0.3–0.5 ос./100 л-с. Еще более низкую встречаемость среди бурозубок в городе имеет равнозубая, вид отмечен в единичных экземплярах вне типичных биотопах для нее, что говорит скорее о случайном характере ее присутствия в урбосистеме.

Малая белозубка среди всех местообитаний в городе предпочитает селиться в одноэтажных частных домах с дворовыми постройками. Однако численность *Cr. suaveolens* повсеместно невелика – 0.08–0.7 ос./100 л-с. Наиболее часто вид отмечался в п. Чамзинка. Кутора обыкновенная отмечалась в п. Ялга в прибрежной зоне р. Инсар. Вид регистрируется в единичных экземплярах. Два последних вида являются редкими и включены в Красную книгу региона [Андрейчев, Кузнецов, 2012].

Среди городов и поселков Мордовии наблюдается несвойственная структура сообществ мелких грызунов, чем в естественных биотопах [Андрейчев, 2014]. Это, прежде всего, выражается в смене доминирующих видов. Так на урбанизированных территориях Мордовии, а именно в парковых зонах, садах, огородах, техногенных территориях, доминантом выступает *S. uralensis*. Вид является здесь фоновым, преобладая в отловах над *A. agrarius*, *M. glareolus*, *M. arvalis* s. l. Малая лесная мышь в техногенных зонах достигает численности в 15.7 ос./100 л-с. Аналогичная ситуация с замещением видов малой лесной мышью отмечена для г. Екатеринбург [Черноусова, 2010; Черноусова и др., 2012].

Другой лесной вид среди мышей – *S. flavicollis* для городской среды несвойственен и отмечался лишь в парковой и прибрежной зонах г. Саранска. Численность незначительна – 0.8–2.9 ос./100 л-с. Рыжая полевка хотя и отмечалась во многих зонах, однако всегда ее присутствие коррелировало с лесом, т.е. если она и встречалась в одноэтажных домах, садах, техногенных зонах, то только в тех, которые располагались в непосредственной близости к лесной зоне. *M. glareolus* имеет численность в урбанизированной среде 1.9–10.1 ос./100 л-с, что в 2 и более раза ниже, чем в естественной [Андрейчев, Кузнецов, 2014], и вид уступает роль доминанта другим видам. Аналогичная картина наблюдалась ранее для свалок региона, где также происходит смена видов-эдификаторов, которые в норме весьма консервативны и являются главной отличительной чертой ценоза [Андрейчев, Кузнецов, 2009]. Хомяк обыкновенный отмечался в парковой зоне, огородах, на техногенных территориях г. Саранска. В п.г.т. (Чамзинка, Комсомольский) *Cr. cricetus* отмечался лишь на огородах.

В садах, огородах, техногенной и прибрежной зонах в роли содоминанта выступает *A. agrarius*, средняя численность которого составляет 5.6 ос./100 л-с. *M. arvalis* s. l. довольно обычна в частных домах, огородах, техногенной и прибрежной зонах. Численность составляет 2.3 ос./100 л-с.

Домовая мышь проявляет эврибионтность в условиях города, заселяя всевозможные биотопы. Наибольшую численность *M. musculus* имеет в одно- и многоэтажных домах (7.4 ос./100 л-с). Отмечалась близ автозаправочных станций. Другой синантропный вид – *R. norvegicus* – придерживается в большей степени частных домов, дворовых построек, подвальных помещений. Численность составляет 2.3 ос./100 л-с. У этих двух синантропных видов наблюдается некоторое разделение зон обитания. Аналогичная ситуация наблюдалась для г. Омска [Путин и др., 2012].

Мышь-малютка отмечена в единичных экземплярах в г. Саранска в прибрежной зоне р. Инсар. Данный вид является мониторинговым для Мордовии и рекомендован к включению в следующее издание Красной книги региона.

При анализе матрицы (табл. 2) было выявлено, что видовой состав грызунов и насекомоядных в урбанизированной среде региона в большей степени схож для парковой зоны, садов, огородов и техногенной зоны ($Ib=0.61$) и образует общий кластер. Менее идентично, но довольно сходно население мелких млекопитающих парковой зоны, садов, огородов и прибрежной зоны ($Ib=0.25$), а также техногенной и прибрежной зон ($Ib=0.2$). Наименьший коэффициент сходства выявлен в видовом составе грызунов и насекомоядных для многоэтажных застроек и других зон обитания ($Ib=0.01$) (рис. 1). Это объясняется недоступностью многоэтажных застроек для большинства видов мелких млекопитающих, за исключением видов-синантропов.

Таблица 2

Матрица сходства грызунов и насекомоядных в разных зонах обитания в урбанизированной среде Мордовии по индексу биоценотической общности

Table 2

A matrix of similarity of rodents and insectivorous in different zones of dwelling in the urbanized environment of Mordovia on an index of a biotsenotichesky community

Зона	Одноэтажная застройка	Многоэтажная застройка	Парк, сад, огород	Прибрежная зона	Техногенная зона
Одноэтажные застройки	–				
Многоэтажные застройки	0.15	–			
Парки, сады, огороды	0.09	0.01	–		
Прибрежная зона	0.05	0.00	0.25	–	
Техногенная зона	0.09	0.01	0.61	0.2	–

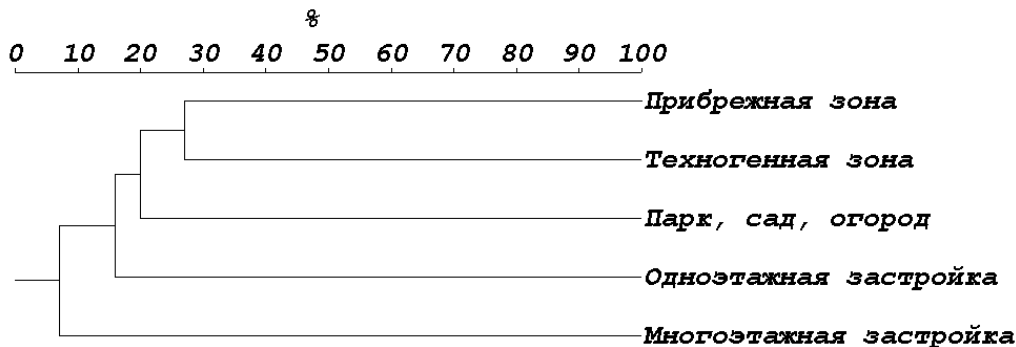


Рис. 1. Дендрограмма мер сходства населения грызунов и насекомоядных разных зон обитания в урбанизированной среде Мордовии по индексу биоценотической общности

Fig. 1. Dendrogramma of measures of similarity of rodents and insectivorous different zones of dwelling in the urbanized environment of Mordovia of a biotsenotichesky community

По результатам анализа динамики численности основных видов грызунов и насекомоядных урбоэкосистем Мордовии (рис. 2), выявлено, что 2006, 2009, 2011 и 2014 гг. характеризуются подъемами численности большинства видов. В 2008, 2010 и 2015 гг. наблюдались депрессии численности.

Наибольшие колебания в численности отмечены для *S. uralensis*, однако, они не сказываются на смене позиции доминанта в сообществах. Колебания остальных видов проходят менее резко. Отмечена общая тенденция пиков и депрессий численности *M. glareolus* и *S. uralensis*. Для *S. araneus* наблюдалась иная ситуация: данный вид имел наименьшую численность в 2009, 2011 и 2014 гг., когда для большинства видов, эти годы характеризовались, как отмечено выше, подъемом. Для *M. arvalis* s. l. пик численности отмечен в 2007 и 2014 гг. В отношении обыкновенной полевки не выявлено разницы в численности в год пика в естественной среде [Андрейчев и др., 2015] и урбанизированной.

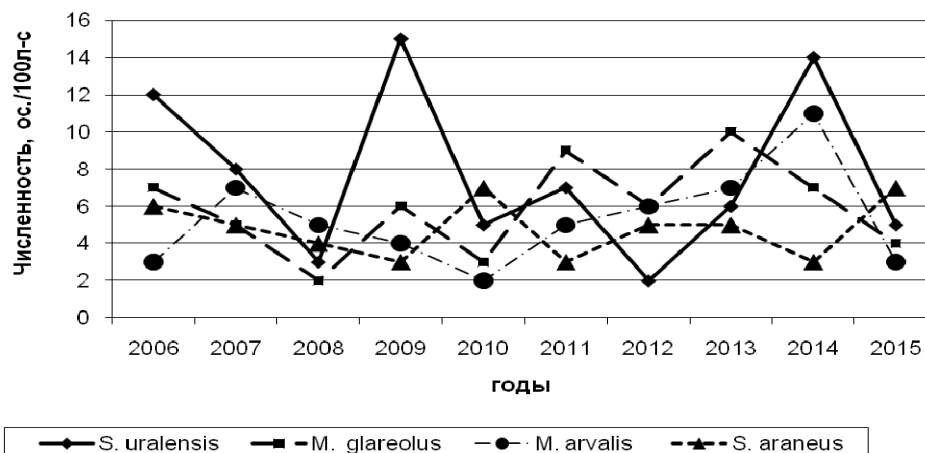


Рис. 2. Динамика численности основных видов грызунов и насекомоядных в городской среде Мордовии

Fig. 2. Dynamics of number of main types of rodents and insectivorous in an urban environment of Mordovia

Заклучение

В Мордовии за многолетний период наблюдений на урбанизированных территориях отмечена смена доминирующих видов в привычных естественных стациях обитания. В качестве вида доминанта, наряду с типичным синантропом *M. musculus*, выдвигается типичный лесной вид – *S. uralensis*. Наибольшее многообразие мелких млекопитающих зафиксировано для парковой зоны, садов и огородов, наименьшее – для многоэтажных застроек. В урбанизированной среде региона можно выделить три группы мелких млекопитающих по количественной представленности: 1) обычные виды (*S. uralensis*, *A. agrarius*, *M. musculus*, *R. norvegicus*, *M. arvalis*, *M. glareolus*, *S. araneus*, *Er. concolor*), 2) малочисленные (*S. flavicollis*, *Cr. cricetus*, *S. minutes*, *Cr. suaveolens*), 3) редко встречающиеся (*M. minutes*, *Sc. vulgaris*, *Sp. microphthalmus*, *N. fodiens*, *S. isodon*). Кластерный анализ позволил выделить в урбосистемах региона наиболее близкие по составу видов зоны: прибрежную, техногенную зоны и парки, сады, огороды.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность Кузнецовой М.А. (Саранск, Россия) и Кижяевой Ю.А (Саранск, Россия) за помощь в сборе и обработке материала.

Список литературы

References

1. Андрейчев А.В. 2014. Структура населения и динамика численности мелких грызунов и насекомоядных млекопитающих Республики Мордовия. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 16 (1): 164–168.
Andreychev A.V. 2014. Structure of the population and loudspeaker of number of small rodents and insectivorous mammals of the Republic of Mordovia. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 16. (1): 164–168. (in Russian)
2. Андрейчев А.В., Кузнецов В.А. 2012. Млекопитающие Мордовии. Саранск, Издательство Мордовского университета, 100.
Andreychev A.V., Kuznetsov V.A. 2012. Mlekoпитajushhie Mordovii [Mammals of Mordovia]. Saransk, Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta, 100. (in Russian)
3. Андрейчев А.В., Кузнецов В.А. 2014. Сравнительная оценка половой структуры популяций рыжей полевки в летний период в Республике Мордовия и в Архангельской области. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 28 (17): 82–85.
Andreychev A.V., Kuznetsov V.A. 2014. A comparative assessment of sexual structure of populations of the red vole during the summer period in the Republic of Mordovia and in the Arkhangelsk region. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 28 (17): 82–85. (in Russian)
4. Андрейчев А.В., Кузнецов В.А. 2009. Фаунистический анализ населения мелких млекопитающих свалки ТБО Чамзинского района и Саранского полигона ТБО. Вестник Мордовского университета, (1): 100–101.



Andreychev A.V., Kuznetsov V.A. 2009. Faunistic analysis of the population of small mammals of a dump of MSW of the Chamzinsky area and Saransk solid waste landfill. *Vestnik Mordovskogo universiteta* [Mordovia University Bulletin], (1): 100–101. (in Russian)

5. Андрейчев А.В., Сухарникова М.Н., Ютукова С.А., Маколова А.В., Давыдова Н.В. 2015. О массовой вспышке численности грызунов в 2014 году на территории Мордовии. *Приволжский научный вестник*, (3-1): 16–19.

Andreychev A.V., Sukharnikova M. N., Yutukova S. A., Makolova A.V., Davydova N. V. 2015. About mass flash of number of rodents in 2014 in the territory of Mordovia. *Privolzhskij nauchnyj vestnik*, (3-1): 16–19. (in Russian)

6. Гапонов С.П., Транквилевский Д.В. 2009. Динамика численности мышевидных грызунов в Воронеже и его окрестностях в 2001–2007 гг. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*, (1): 67–72.

Gaponov S.P., Trankvilevsky D. V. 2009. Dynamics of number of mouse-like rodents in Voronezh and its vicinities in 2001–2007. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod], (1): 67–72. (in Russian)

7. Геоэкология населенных пунктов Республики Мордовия. 2001. Саранск, Издательство Мордовского университета, 240.

Geocology of settlements of the Republic of Mordovia. 2001. Saransk, Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta, 240. (in Russian)

8. Котенкова Е.В., Мунтяну А.И. 2007. Феномен синантропии: адаптации и становление синантропного образа жизни в процессе эволюции домовых мышей надвидового комплекса *Mus musculus*. *Успехи современной биологии*, 127 (5): 514–528.

Kotenkova E.V., to Muntyan A.I. 2007. Sinantropiya phenomenon: adaptations and formation of a sinantropny way of life in the course of evolution of house mice of the nadvidovy *Mus musculus* complex. *Uspehi sovremennoj biologii* [Biology Bulletin Reviews], 127 (5): 514–528. (in Russian, with English summary)

9. Кубанцев Б.С., Васильев Н.Е. 1982. Состав, распределение и численность птиц на полях сельскохозяйственных культур в северных районах Нижнего Поволжья. *Экология*, (5): 62–65.

Kubancev B.S., Vasil'ev N.E. 1982. The composition, distribution and abundance of birds in the fields of agricultural crops in the northern regions of the Lower Volga. *Jekologija* [Russian Journal of Ecology], (5): 62–65.

10. Лучникова Е.М., Бибик Е.В., Теплова Н.С., Онищенко С.С., Ильяшенко В.Б. 2010. Особенности формирования населения мелких млекопитающих сосновых лесов г. Кемерово. *Перспективы науки*, (7): 10–13.

Luchnikova E.M., Bibik E.V., Teplova N.S., Onishchenko S.S., Ilyashenko V. B. 2010. Features of formation of the population of the small mammal pine woods Kemerovo. *Perspektivy nauki* [Science prospects], (7): 10–13. (in Russian)

11. Малышев Ю.С., Холин А.В. 2010. Мелкие млекопитающие пограничных территорий г. Иркутска. *Вестник Мордовского университета*, (1): 206–208.

Malyshev Yu.S., Kholin A.V. 2010. Small mammals of boundary territories of Irkutsk Is well-cared. *Vestnik Mordovskogo universiteta* [Mordovia University Bulletin], (1): 206–208. (in Russian)

12. Путин А.В., Сидоров Г.Н., Березкина Г.В., Сидорова Д.Г., Кистенева Е.Н. 2012. Грызуны города Омска: особенности их биологии и зараженность инфекциями и инвазиями. *Современные проблемы науки и образования*, (4): 283–290.

Putin A.V., Sidorov G. N., Berezkina G. V., Sidorova D. G., Kisteneva E.N. 2012. Rodents of the city of Omsk: features of their biology and contamination infections and invasions. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], (4): 283–290. (in Russian)

13. Речкин А.И., Ладыгина Г.Н., Дмитриев А.И., Заморева Ж.А. 2001. Мелкие млекопитающие города – резервуар антропопатогенных возбудителей. Особенности распределения мелких млекопитающих на территории Нижнего Новгорода. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Биология*, (1): 49–51.

Rechkin A.I., Ladygina G. N., Dmitriyev A.I., Zamoreva Zh.A. 2001. The small mammal cities – the tank of anthropopathogenic activators. Features of distribution of small mammals in the territory of Nizhny Novgorod. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Biologija* [Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Biology], (1): 49–51. (in Russian)

14. Тагирова В.Т., Лапин А.С., Рябкова А.В. 2012. Сезонная динамика численности и биотопическое распределение мелких грызунов луго-полевого комплекса окрестностей города Хабаровска. *Ученые записки Забайкальского государственного университета. Естественные науки*, (1): 59–62.

Tagirova V. T., Lapin A.S., Ryabkova A.V. 2012. Seasonal dynamics of number and biotopical distribution of small rodents of a lugo-field complex of neighborhood of the city of Khabarovsk. *Uchenye Zapiski Zabaikalskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Estestvennye nauki* [Scholarly Notes of Transbaikal State University. Natural sciences], (1): 59–62. (in Russian)

15. Тихонова Г.Н., Тихонов И.А., Богомолов П.Л. 2006. Распределение мелких млекопитающих и типизация незастроенных территорий г. Москвы. *Успехи современной биологии*, 126 (4): 308–313.

Tikhonova G. N., Tikhonov I.A., P. L. Mantises 2006. Distribution of small mammals and typification of vacant territories of Moscow. *Uspehi sovremennoj biologii* [Biology Bulletin Reviews], 126 (4): 308–313. (in Russian, with English summary)

16. Тихонова Г.Н., Тихонов И.А., Суров А.В., Богомолов П.Л. 2004. Структура населения грызунов и насекомоядных травянистых ценозов урбанизированных территорий (на примере г. Москвы). Зоологический журнал, 83 (11): 1394–1403.

Tikhonova G. N., Tikhonov I.A., Surov A.V., Bogomolov P. L. 2004. Structure of the population of rodents and insectivorous grassy tsenoz of the urbanized territories Is severe (on the example of Moscow). Zoological zhurnal, 83 (11): 1394–1403. (in Russian, with English summary)

17. Черноусова Н.Ф. 2010. Динамика численности мелких млекопитающих на урбанизированных территориях. Сибирский экологический журнал, 17 (1): 149–156.

Chernousova N. F. 2010. Dynamics of number of small mammals in the urbanized territories. Sibirskij jekologicheskij zhurnal [Contemporary Problems of Ecology], 17 (1): 149–156. (in Russian, with English summary)

18. Черноусова Н.Ф., Толкачев О.В. 2012. Мелкие млекопитающие в трансформированных урбанизацией лесных экосистемах. Успехи современного естествознания, (9): 41–46.

Chernousova N. F., Tolkachyov of O.V. 2012. Small mammals in the forest ecosystems transformed by an urbanization. Uspehi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in Current Natural Sciences], (9): 41–46. (in Russian)

19. Andrzejewski R. 1978. Synurbization processes in population of *Apodemus agrarius*. I. Characteristics of populations in an urbanization gradient. Acta theriologica, 23 (20): 341–358.

20. Babinska-Werka J., Gliwicz J., Goszczynski J. 1981. Demographic processes in urban population of the striped field mouse. Acta theriologica, 26 (16): 275–283.



УДК 599.731.1

**ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ОКСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ КАБАНА (*SUS SCROFA* L.)****ECOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS
OKA WILD BOAR (*SUS SCROFA* L.)****В.В. Червонный, А.А. Горбачева
V.V. Chervonny, A.A. Gorbachova***Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85**Belgorod State National Research University, 85, Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia**E-mail: chervonny@bsu.edu.ru; gorbacheva@bsu.edu.ru*

Ключевые слова: кабан, популяция, абиотические факторы, экстерьерные и интерьерные признаки, промысел.

Key words: boar population, abiotic factors, exterior and interior signs, fishing.

Аннотация. Окская популяция кабана начала формироваться в 60-е годы XX в. Во время ее существования условия обитания кабанов изменялись от оптимальных до пессимальных. Это оказывало влияние на состояние популяции вида на всех стадиях онтогенеза от эмбрионов до взрослых особей. В основном это выражалось в изменении экстерьерных и интерьерных признаков вида. В оптимальный год средний вес эмбрионов был почти в два раза больше, чем в пессимальный. Такая же разница наблюдалась в весе сеголеток. Масштабы различия этого показателя у кабанов старше года были значительно меньше. Аналогично изменялся и вес внутренних органов. Успешность зимовки кабанов зависит от урожая нагульных кормов, определяемых условиями вегетационного периода, и их доступностью в зимний сезон.

Resume. For the first time wild boars appeared in the Oka reserve in 1950. They migrated from Solodchensky hunting in Ryazan region, where they had been brought three times from Central Asia in 1948-1949.

During following six years winters were very severe (4-5 points) which resulted in their death. And only in 1960s the Oka population of the wild boar began to form. Our investigation showed that during the studied period (1969-1978) the living conditions of the wild boars in the Oka reserve changed very significantly from optimal (9.5 points) to pessimal (4 points) which influenced critically all the stages of wild boars ontogenesis – from embryos to adults. In the first place, it manifested itself in the change of the weight of the animals, which is an indicator of the wellbeing of the population. In the optimal year the weight of wild boar's embryos was 1.66 times more than in the pessimal year (362 ± 17.80 gr and 218 ± 18.10 gr respectively). At the end of winter the difference is significantly reduced: in the first case embryos weighed on average 690 ± 25.88 g, in the second – 625 ± 6.25 g.

Successful survival of wild boars depends not only on winter conditions but also on the autumn fatness of animals. In 1972-1973 summer was very droughty, therefore wild boars started wintering without having accumulated enough fat. The conditions of wintering during that season were optimal (9.5 points) which to some extent minimized the losses of the Oka wild boar population. Nevertheless, the weight of the yearlings that winter was almost twice less than in optimal years (25 ± 1.02 kg).

During the second season (1973-1974) pessimal conditions developed (4 points) when the snow density was the highest almost throughout the winter (0.30 g/cm³), so the food was almost inaccessible to boars because it was under the icy "armor". The average weight of the yearlings this winter was the least (21 ± 1.23 kg) over all years under investigation and in late winter they weighed about 14 ± 1.87 kg.

The liver is one of important indicators among internal organs, reflecting the reaction of the population to the habitat changes. Average annual weight of the liver in male yearlings was 570 ± 15.02 g, in females it was 500 ± 12.07 g, and in adult animals – 1480 ± 11.20 g and 1193 ± 7.06 g respectively. As one can see, sexual dimorphism by the size of this organ in boars can be traced very clearly and persists in the years different by the conditions of existence. When the conditions deteriorated the weight of the liver in the males decreased by 15.7%, and in the females by 12.8%.

Sexual dimorphism in absolute terms is as clearly expressed while comparing the weight of the heart under optimal and pessimal conditions. In the first case the heart of the yearlings weighed on average 345 ± 7.12 g, in the second case it weighed 197 ± 22.70 g. In the compared years, this organ in the males weighed more than in the females. In the optimal year, this difference was 16.8%, and in the pessimal year – 15.2%, i.e. it was insignificant.

Kidneys are a clear indicator of the metabolism level. In the favorable year the average weight in the yearlings is more (132 ± 12.05 g) than in the unfavorable year (110 ± 7.60 g). The difference in the weight of the kidneys in males and females in the optimal years was 25.6%, and in the pessimal years it was 6.2%, i.e. four times less.

The analysis of the Oka population of wild boar showed that its successful wintering depended on the harvest of feed for fattening up, determined by the period of vegetation conditions and by their availability in the winter season.

Введение

Изучение эколого-морфологических особенностей популяции охотничьих видов млекопитающих имеет не только теоретический интерес, но и практическую значимость. Среди

этих животных, особенно выделяется кабан, который является одним из главных охотничье-промысловых видов копытных во многих регионах России.

Задачей настоящей статьи является показ особенности окской популяции кабана (условия зоны смешанных лесов). Этот вид, со времени его появления в Окском заповеднике в 1960-е годы, привлек внимание зоологов. Поэтому целый ряд статей был посвящен отдельным сторонам экологии этого вида [Червонный, 1980, 2002, 2015; Уваров, 1986]. Однако, морфометрическая характеристика окской популяции кабана еще не была предметом изучения. В настоящей статье впервые анализируется характер изменчивости экстерьерных и интерьерных признаков окской популяции кабана в связи с абиотическими факторами, которые, по мнению С.А. Северцова [1987], являются мощным источником прогрессивной эволюции.

Объект и методы исследования

В основу статьи положены материалы, собранные В.В. Червонным в Окском заповеднике в 1967–1978 гг., обработанные вместе с соавтором. Кроме того, использованы материалы Летописи природы Окского заповедника, характеризующие состояние метеорологических условий (обитания кабанов) на изучаемой территории. Таким образом, в нашем распоряжении имела очень подробная информация о влиянии абиотических факторов на морфометрические показатели окской популяции кабанов. Использование данных о прошлом состоянии популяции представляет интерес в том плане, что для понимания ее современного состояния необходимо знание ее прошлого состояния.

Экологические условия отдельных сезонов года, в случае отклонений их от нормы, прямо или косвенно благоприятствуют или, наоборот, препятствуют росту численности животных. В большинстве случаев погодные условия вегетационных периодов определяют запасы кормов кабана, а зимой их доступность. Для кабана наиболее неблагоприятным по метеорологическим условиям является зимний сезон. Снежный покров высотой 40–50 см для него является критическим [Формозов, 1990]. От высоты снега зависит так же промерзание почвы, что особенно важно для кабана, находящего основную часть пищи в поверхностном слое почвы. Ещё более губителен для него наст, ограничивающий доступ к кормам.

В большинстве работ высоту снежного покрова приводят в среднем за зимний период, в лучшем случае отдельно для каждого месяца. Однако, такие усредненные данные дают лишь общее представление об этом абиотическом факторе. Кроме того, не учитывается плотность снежного покрова, которая, наряду с высотой снега, играет очень важную роль в жизни кабана. Детально оценить состояние снежного покрова на большой территории, как, например, область или даже административный район, крайне трудно. Подробная характеристика состояния снежного покрова возможна только для небольшой территории – типа заповедника или охотхозяйства.

Характер зимы определяется, в основном, высотой и плотностью снега, а так же продолжительностью периода снежного покрова. Используя эти параметры попытаемся оценить рассматриваемый сезон в баллах.

Балльная оценка высоты и плотности снежного покрова учитывает не только абсолютное значение этих параметров, но и продолжительность периода, в течение которого они отмечались. В том случае, если примерно половину зимы высота снега не превышала 35 см – то этот параметр оценивался 3 баллами; 36–50 см – 2 баллами; более 50 см – 1 баллом. Аналогично оценивалась и плотность снега: до 0.22 г/см³ – 3 балла; 0.23–0.30 г/см³ – 2 балла; более 0.30 г/см³ – 1 балл. В том случае, когда продолжительность высоты снега и его плотность ни в одном из классов не превышала половину зимнего периода, рассчитывалось среднее значение рассматриваемых параметров. В том случае, когда этот показатель был близок к среднему многолетнему (134 дня), мы оценивали его в 2 балла, когда существенно превышал среднюю цифру – в 1 балл, а «короткие» зимы оценивались в 3 балла.

Таким образом, оценивая условия обитания кабанов в конкретную зиму в баллах, мы получали общую оценку среды обитания кабанов путем сложения баллов всех параметров. В зависимости от характера метеорологических условий, мы выделили три категории зим: первая – оптимальная (9–10 баллов), вторая – средняя (6–7 баллов) и третья – пессимальная (4–5 баллов).

Для всесторонней характеристики популяции кабана изучались морфометрические и краниологические признаки. Животные измерялись по методике И.И. Соколова [1959]. Кроме измерений, каждую особь взвешивали целиком, а затем отдельно кожу, голову, внутренние органы, а так же чистую продукцию. Взвешивание (242 особи) и измерение тела кабана (307 особей) проводили вскоре после отстрела животного. Морфологическому анализу подвергались и эмбрионы, у которых, если позволял возраст, определяли так же и пол. Обследовано 255 эм-

брионов. Перед взвешиванием эмбрионы извлекались из плодных оболочек и обрезалась пуповина.

Следует отметить, что в некоторых случаях у отдельных особей получена информация не по всем показателям. Поэтому в тексте и таблицах иногда наблюдается расхождение в числе обследованных особей по тому или иному параметру, особенно это касается веса внутренних органов.

Для определения запасов жировых накоплений и их расходования зимой проведена обвалка 5 туш сеголеток, отстрелянных в начале зимы и в ее конце. Для этого бралась половина туши кабана, у которой отделялись и взвешивались мясо, жир и кости. Кроме того, мы располагаем сведениями о запасах жира у 5 сеголеток и 5 кабанов старше года.

Результаты исследований

Территория Окского заповедника занимает промежуточное положение между лесами восточной части зоны смешанных лесов и северной лесостепной зоной. Большая часть его территории (85%) покрыта лесами, в составе древостоя которых преобладают береза и сосна. По середине заповедника раскинулся огромный болотный массив, который занимает 12% площади заповедника. Этот биотоп в зимний период служит одним из основных источников пищи для кабанов, так как здесь в большом количестве произрастает белокрыльник, который по своим качествам не уступает картофелю. Болота промерзают примерно на 2–3 см, а глубина промерзания почвы в лесу, примерно, в 7 раз больше, что значительно облегчает доступ кабанов к кормам в первом биотопе.

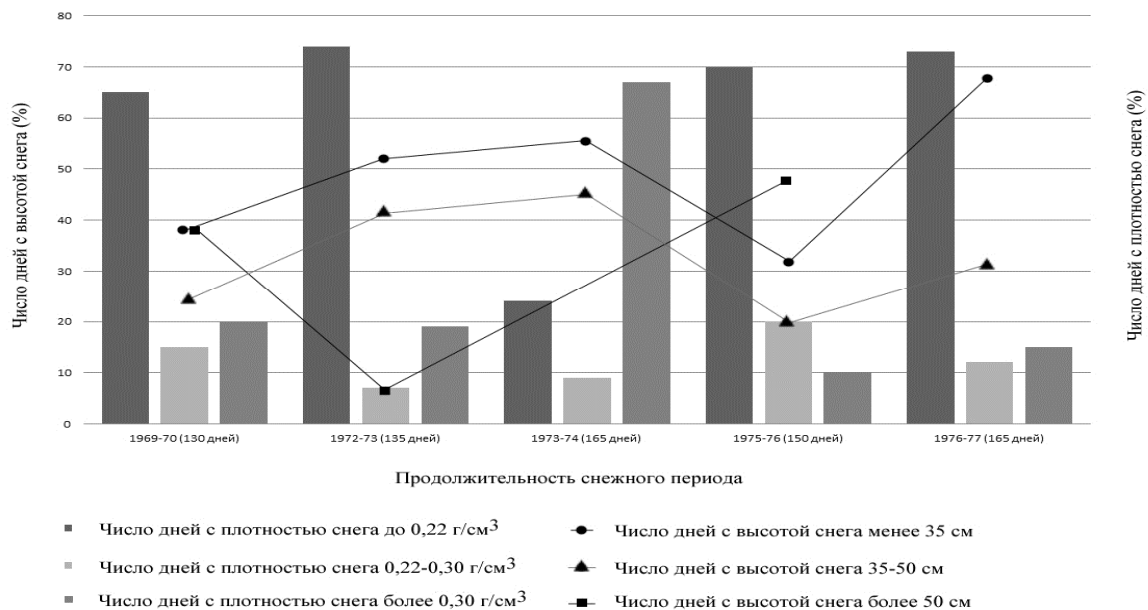


Рис. Характеристика метеоусловий зимнего периода в Окском заповеднике
Fig. Characteristics of winter weather conditions in the Oka Reserve

Рассмотрим состояние абиотических факторов, которые, в период наших исследований, существенно отличались от нормы. Как видно из рисунка, зима 1969–1970 гг. была самой короткой, а примерно треть зимнего периода высота снега не превышала 35 см. Плотность его была минимальной (0.22 г/см³) на протяжении большей части зимнего периода. Кроме того, эта зима была довольно теплой, так как зимняя среднесуточная температура составляла –5°C. Согласно нашей классификации, условия зимовки кабанов в эту зиму оцениваются в 9 баллов, то есть зима 1969–1970 гг относится к первой оптимальной категории. Подтверждением этому служит вес сеголеток, который в начале января 1970 г. в среднем составлял 45.5±2.12 кг., т. е. был максимальным за весь период исследований.

Однако, весной 1970 г. в Окском заповеднике сложилась экстремальная экологическая ситуация, вызванная катастрофическим паводком. Под водой оказалось около 70% заповедной территории. Кабаны оказались в очень трудном положении, так как во время паводка у них происходил массовый опорос. Поэтому весной 1970 г. было найдено 16 утонувших кабанов, в том числе 8 сеголеток, вес которых почти не отличался от того, который был в середине зимы. Таким образом, несмотря на благоприятные условия зимовки, окская популяция кабана в 1970 г. понесла существенные потери в результате катастрофического паводка.

Судя по литературным данным, такие стихийные бедствия наблюдались и в других районах. Так, например, в Астраханском заповеднике в 1962 году во время весеннее-летнего половодья погибло 25% популяции кабана [Лавровский, 1962].

Как видно из рис., зима 1972–1973 гг. была непродолжительной (135 дней), малоснежной и теплой. Число дней с высотой снега до 35 см. наблюдалось на протяжении большей части зимнего периода, а плотность снега на протяжении половины этого периода была небольшой (0.22 г/см³). Максимальная высота снега в лесу не превышала 45 см, а среднесуточная температура зимы была около –4°C. Как видно, зимний период по всем показателям был благоприятным для зимовки кабанов. Условия зимовки в 1972–1973 гг. были даже немного лучше, чем в рассмотренный выше зимний сезон поэтому их мы оцениваем в 9.5 баллов. Таким образом, обе зимы относятся к первой, или оптимальной категории зим. Однако, лето 1972 г. было очень жарким и сухим. За июль и август выпало всего лишь 19 мм. осадков. Такое засушливое лето наблюдалось впервые за все время существования заповедника. Сильно обмелели озера, пересохла болота, в следствие чего кабаны лишились основных нагульных кормов и не накопили к зиме необходимых запасов жира. И только, благодаря оптимальным условиям зимы 1972–1973 гг не произошло массового падежа кабанов. Тем не менее, весной 1973 г., на 17 лежках мы обнаружили 21 труп сеголеток. Кроме того, зарегистрирована гибель еще пяти сеголеток, трупы которых находились в нескольких метрах от лежек. О сильном истощении сеголеток можно судить по их весу, который во второй половине зимы не превышал 18±1.08 кг. В общей сложности весной 1973 года было найдено 29 трупов сеголеток. Это рекордное число за все годы, по которым мы располагаем материалом о гибели кабанов. Масштабы гибели были бы значительно больше, если бы в 1972–1973 гг. не отстреляли 28% окской популяции кабанов, среди которых 66% приходилось на сеголеток.

Рассмотренные выше годы характеризовались благоприятными зимами, но климатические условия в другие сезоны года были аномальными. В три последующие зимних сезона экологические условия для кабана были неблагоприятными. Пессимальные условия зимовки кабанов сложились зимой 1973–1974 гг., хотя на первый взгляд такой вывод сделать трудно.

Среднесуточная температура зимы не превышала –3°C, т. е. она была самой теплой за весь период исследования. Максимальная высота снега в лесу не превышала 40 см., т.е. она была минимальной в рассматриваемые годы, а более половины зимнего периода высота снега не превышала 35 см. Летом осадков выпало в три с лишним раза больше, чем в засушливый 1972 год.

Оценивая условия зимовки кабанов только по рассмотренным выше параметрам, можно сделать вывод, что экологическая обстановка зимой 1973–1974 гг. была для них благоприятна. Однако, частые оттепели, сменявшиеся морозами, сделали снег очень плотным. На протяжении 106 дней плотность снега была больше 0.30 г/см³. Такая ситуация впервые наблюдалась за все время существования заповедника. Обычно такая плотность снега бывает лишь в конце зимы, а в сезон 1973–1974 гг. уже в конце декабря она достигла 0.30 г/см³ и на этом уровне оставалась весь январь. Снег высотой 30–40 см. промерз почти до самой земли и в таком состоянии находился всю зиму, которая была самой продолжительной за последние 20 лет (см. рис.). Поэтому условия зимовки кабанов 1973–1974 гг. были пессимальными и оценивались в 4 балла, а рассматриваемая зима отнесена к третьей категории зим.

Средний вес сеголеток в эту зиму был наименьшим (21±1.23 кг) за все годы, по которым у нас имеется информация. В феврале-марте они весили всего лишь 14±1.87 кг., т. е. по сравнению с началом зимы вес их уменьшился в полтора раза. С учетом крайне неблагоприятной зимовки кабанов 1973–1974 гг. было добыто 124 кабана, в том числе 99 сеголеток. Поэтому не случайно весной 1974 года найдено всего 10 трупов. Отстрел почти ста сеголеток предотвратил их массовую гибель в эту зиму.

Зима 1975–1976 гг. была самая холодная за весь изучаемый период, когда среднесуточная зимняя температура достигала –9°C. Высота снега на протяжении 60 дней превышала 50 см., а в течение 20 дней она была более 60 см., что значительно превышало критическую высоту снега для кабана. Причем последние 40 дней зимы снег был довольно плотным (более 0.23 г/см³). Кроме того, в 1976 г. была самая поздняя весна, т. к. снег сошел в середине апреля. Та-



ким образом, суммарная оценка абиотических факторов зимой 1975–1976 гг. составляет 5 баллов, то есть этот зимний сезон относится к третьей категории зим, когда условия зимовки кабанов близки к пессимальным. Об этом свидетельствует гибель 17 кабанов, среди которых 14 особей были сеголетки. В конце зимы некоторые сеголетки были настолько истощены, что с трудом передвигались. В сезон 1975–1976 гг. было отстреляно 65 сеголеток, средний вес которых составлял 33.5 ± 3.50 кг., т. е. был значительно больше, чем в безкормный период 1973–1974 гг., когда средний вес 99 отстрелянных сеголеток равнялся 21 ± 1.23 кг. Объясняется это тем, что осенью 1975 г. был средний урожай дуба, а в 1973 г. желудей почти не было, запасы других нагульных кормов были минимальными, так как лето было очень засушливым. В 1973 г. летом выпало в 2.5 раза меньше осадков, чем в 1975 г.

Экологическую обстановку зимой 1976–1977 гг. в целом можно охарактеризовать как среднюю (7 баллов). Зимний сезон наступил на месяц раньше по сравнению с предыдущей зимой 1975–1976 гг., а поэтому устойчивый снежный покров сформировался раньше, чем в предыдущую зиму. Однако, более половины рассматриваемого зимнего сезона, высота снега не превышала 35 см, а в предыдущую зиму 1975–1976 гг. число таких дней было в два раза меньше (см. рис.). В то время, как почти половина зимы 1975–1976 гг. высота снега превышала 50 см., т. е. была больше критической для кабана. Следует особо подчеркнуть, что такой высоты снега зимой 1976–1977 гг. не было. Кроме того, зимой 1976–1977 гг. число дней с очень плотным снегом (более 0.30 г/см³) было на 10 дней больше, чем в предыдущую зиму.

Проведенный анализ показал, что абиотические факторы среды в годы исследований сильно изменялись, что оказывало влияние на все стадии их онтогенеза – от эмбрионов до взрослых особей. В первую очередь, это проявляется в изменении веса животных, который четко реагирует на изменение условий существования животных. Однако о весе диких животных, по мнению С.С. Шварца [1969], мы знаем несравненно меньше, чем о длине тела, окраске, пропорциях черепа и других признаках.

В первую очередь это касается эмбрионов кабана, сведений о весе и размерах которых в опубликованных работах крайне мало. В таблице 1 приведены данные по эмбрионам, полученным в ходе изучения размножения кабанов в Окском заповеднике.

Таблица 1

Вес и длина эмбрионов кабана Окского заповедника

Table 1

The weight and length of boar embryos in the Oka Reserve

Время отстрела самок	Оптимальный зимний сезон, 1970 год (9 баллов)		Средний зимний сезон, 1977 год (7 баллов)		Пессимальный зимний сезон, 1976 год (5 баллов)	
	Вес (г)	Длина (см)	Вес (г)	Длина (см)	Вес (г)	Длина (см)
3 декада января	75 ± 1.57	12.1 ± 0.02	-	-	36 ± 5.59	7.1 ± 5.93
3 декада февраля	318 ± 11.49	19.3 ± 0.34	94 ± 10.25	12.8 ± 4.22	145 ± 11.09	13.9 ± 4.46
2 декада марта	690 ± 25.88	28.2 ± 0.40	-	-	625 ± 6.25	23.5 ± 2.40

Сравнение эмбрионального развития кабана и домашней свиньи показало, что этот процесс у них протекает по сходным закономерностям. Поэтому возраст эмбрионов кабана можно определить по весу тела, которым характеризуются датированные эмбрионы домашних свиней [Henry, 1968]. Судя по этому признаку возраст эмбрионов у самок, добытых в Окском заповеднике в одни и те же сроки (3 декада февраля) сильно отличался. В 1970 г. он был равен 80–90 дням, в 1976 г. – 65 дням, в 1977 г. – 60 дням. Как видно, разница в возрасте эмбрионов в сравниваемые годы достигала почти 30 дней. Эти факты позволяют считать, что гон в рассматриваемые годы проходил в разные сроки. Это связано с различной упитанностью зверей, которая, судя по литературным данным [Саблина, 1955] определяет сроки течки. При обилии нажировочных кормов, гон у кабанов наступает на один–полтора месяца раньше, чем при их неурожае. В 1970 г. упитанность кабанов в Окском заповеднике была наивысшей, сравнительно с другими годами, по которым мы располагаем информацией. Так, например, в 1970 г., когда условия зимовки были оптимальными, сеголетки, вес тела которых является индикатором состояния популяции [Данилкин, 2006] во второй половине зимы весили 45.5 ± 2.12 кг, а в 1976 – пессимальном году – 29.0 ± 2.30 кг. Различная упитанность кабанов определила сроки гона, а следовательно и разницу в возрасте эмбрионов у самок, отстрелянных в одно и то же время. По этой причине вес эмбрионов в 3 декаде февраля 1970 г. был в 2 раза больше, чем в это же время в 1976 году (см. табл. 1).



Кроме колебаний по годам, вес эмбрионов варьирует даже у самок, отстрелянных в одни и те же сроки одного сезона. Так, например, средний вес зародыша у шести самок, вскрытых 20–28 февраля 1970 г. находился в пределах 244–420 г, а у одиннадцати самок, добытых 10–16 марта этого же года, изменялся от 480 до 975 г. Разница в минимальном и максимальном весе плода кабана в оптимальный сезон была двух и даже четырехкратной. И только лишь в одном случае она достигла 10 крат. Это было в пессимальную зиму 1976 г., когда у самки мы обнаружили 4 эмбриона весом около 3 г. каждый, в то время, как у 7 самок, вскрытых с 29 января по 1 февраля этого же года эмбрионы весили 24–42 г (в среднем 35 г). Возраст эмбрионов, судя по их весу, у самки, отстрелянной 30 января, был около 30 дней, а у семи других самок, добытых в это же время – около 50 дней. Как видно, сроки наступления течки у отдельных самок в один и тот же сезон сильно растянуты.

Следовательно, изменчивость среднего веса эмбрионов у самок, добытых в одни и те же сроки одного сезона, также обусловлена неодинаковым возрастом зародышей. Помимо изменения среднего веса плода у отдельных самок этот показатель варьирует и у эмбрионов одного помета. Разница между весом тела зародышей у одной самки составляла в среднем 15% (по 35 самкам). Индивидуальная изменчивость веса эмбрионов в помете кабана, вероятно, зависит как от внутренних, так и от внешних факторов. С увеличением числа эмбрионов уменьшается их вес. Например, средний вес плода в помете из 2–4 эмбрионов был равен 334 г (по 11 самкам), из 5 эмбрионов – 314 г (по 13 самкам), из 6–8 эмбрионов – 300 г. (по 11 самкам).

Из изложенного видно, что изменчивость среднего веса тела эмбрионов в пометах с разным числом их, а также вариация этого признака в пределах одного помета не превышает в среднем 15%. Это позволяет считать, что продолжительность и сроки гона в данном году являются одной из главных причин изменчивости веса эмбрионов у самок, добытых почти в одно время.

Увеличение веса и длины эмбрионов на разных стадиях их развития идет не одинаково. В 1970 и 1976 гг. за один месяц (с 3 декады января по 3 декаду февраля) вес плода увеличился примерно в 4 раза, а длина тела – на 37% и 49% (соответственно). Через 20 дней (во 2 декаде марта 1976 г.) вес возрос примерно в 2 раза, а длина тела на 37%, то есть почти также как и за предыдущий месяц. Увеличение линейных размеров эмбриона кабана идет более равномерно, чем увеличение его веса.

Анализ наших материалов по кабану и литературных данных по домашней свинье [Малов, 1961] показывает, что увеличение длины и веса эмбрионов идет одинаково, примерно до 70–80 дней, т. е. когда плод весит около 180 г. На более поздних стадиях эмбрионального развития увеличение длины эмбриона кабана идет быстрее, чем у свиньи. Так, например, эмбрион со средним весом 318 г имеет длину тела: у свиньи – 17.3 см., у кабана – 19.3 см; весом 690 г соответственно 23.1 и 28.2 см. Это различие происходит видимо за счет неодинакового роста головы, которая у кабана длиннее, чем у домашней свиньи.

Изучение веса сеголеток представляет особые удобства, так как животные этой возрастной группы, за редким исключением, еще не вступают в размножение. Следовательно, наблюдаемые у них изменения веса тела зависят от условий существования. Поэтому вес тела сеголеток может служить показателем, характеризующим степень благополучия окской популяции кабана (табл. 2).

Таблица 2

Вес тела сеголеток кабана в Окском заповеднике в 1970-1977 гг.

Table 2

Body weight boar yearlings in the Oka Reserve in 1970–1977

Год	Балльная оценка зимнего сезона	Вес тела (кг.)				В среднем за зимний сезон
		1 половина зимы		2 половина зимы		
		лимит	среднее	лимит	среднее	
1970	9.0 баллов	-	-	35–60	45.5±2.12	45.5±2.12
1973	9.5 баллов	18-45	31±2.02	13–20	18.0±1.08	24.5±6.50
1974	4.0 баллов	20-37	27±1.53	9–21	14.0±1.87	20.5±6.50
1976	6.0 баллов	23-48	37±0.24	17–44	30.0±0.98	33.5±3.50
1977	7.0 баллов	-	-	18–38	29.0±2.30	29.0±2.30

Как видно из таблицы 2, средний вес сеголетка первой половины зимы оптимального сезона равнялся 31±2.02 кг. Однако, в отдельные годы этот показатель существенно изменялся. Причины, обуславливающие различия по весу тела сеголеток можно понять, проведя сравнение погодных условий, которые определяли, как урожайность, так и доступность кормов кабана в эти годы.



В оптимальную зиму 1969–1970 гг. (9 баллов), вес сеголеток был максимальным (45.5 ± 2.12 кг). Надо учесть, что в этом году сеголетки были отстреляны во второй половине зимы, поэтому часть жировых запасов они уже израсходовали.

В 1974 г. сложилась пессимальная экологическая обстановка (4 балла), поэтому вес сеголеток в этом году уменьшился, по сравнению с 1970 г, примерно в два раза. В 1976 г условия зимовки кабанов также были пессимальными, которые по нашей методике оценивались в 5 баллов. Однако, вес сеголеток отличался незначительно от среднего многолетнего. Это объясняется тем, что в осенний период был хороший урожай нагульных кормов, поэтому кабаны «ушли» в зиму, накопив достаточно жира.

Помимо изменчивости рассматриваемого показателя по годам, он изменяется также на протяжении зимы. В неблагоприятные годы с января по март сеголетки теряют почти половину веса тела (42–48%), а в зимы со средними условиями существования около 20%, т.е. примерно в два раза меньше.

Максимальный вес самок старше года, так же как и сеголеток зарегистрирован в 1970 г. В 1977 г. по сравнению с 1970 г., вес взрослых самок уменьшился на 22%, двухлеток на 25%, а сеголеток на 37%, хотя кабаны в оба года были отстреляны почти в одни и те же сроки (в февралю–марте).

Как видно, разница в весе была максимальной у сеголеток, а минимальной у взрослых самок. Приведенные факты, вероятно, объясняются тем, что взрослые самки за зиму худеют не так сильно, как сеголетки.

Взрослые самцы, добытые в 1970 г. весили меньше, чем взрослые самки: соответственно 109 ± 4.18 и 115 ± 2.12 кг. Это связано с тем, что секачи во время гона теряют около 20% веса тела [Марков, 1932].

Восполнить потери жировых накоплений зимой они не могут. Поэтому, несмотря на более крупные размеры (длина тела самцов равнялась 156 ± 4.05 см., тогда как самок – 149 ± 4.02 см), секачи к концу зимы худеют больше, чем самки.

Половой диморфизм экстерьерных признаков у сеголеток, за исключением длины тела, выражен слабо (табл. 3).

Средние многолетние размеры тела кабанов Окского заповедника

Таблица 3

Table 3

Average long-term dimensions of the body boar Oka Reserve

Размер (см)	Самцы			Самки		
	Сеголетки	Двухлетки	Взрослые	Сеголетки	Двухлетки	Взрослые
Длина тела	103 ± 2.64	134 ± 2.65	157 ± 4.05	98 ± 4.80	138 ± 2.04	151 ± 4.02
Длина головы	31 ± 1.02	41 ± 3.80	47 ± 3.80	30 ± 3.21	40 ± 0.87	45 ± 3.30
Высота в холке	65 ± 0.25	80 ± 3.73	94 ± 2.17	63 ± 3.87	81 ± 4.15	87 ± 2.01
Обхват груди	81 ± 2.04	103 ± 2.09	129 ± 3.00	80 ± 2.02	116 ± 2.00	126 ± 0.89

Показатели экстерьера, не зависящие от упитанности животного, такие как, например, длина головы остаются постоянными на протяжении всей зимы (см. табл. 3.).

В группе особей, старше 2-х лет, которую мы условно называем взрослая, половые отличия по ряду признаков (длина тела, высота в холке) более четко выражены, чем у сеголеток. У взрослых животных размеры тела самцов больше, чем у самок. Однако, большинство самцов отстреляно во второй половине зимы, поэтому половой диморфизм в рассматриваемой возрастной группе сглаживается за счет потери веса самцами во время гона.

При изучении интерьерных признаков мы использовали метод морфофизиологических индикаторов [Шварц и др., 1968]. В качестве индикаторов, отражающих реакцию популяции на изменение условий среды, мы использовали показатели развития жизненно важных органов – печени, сердца и почек.

Среди комплекса признаков, находящихся в арсенале метода морфофизиологических индикаторов, печени принадлежит одно из первых мест [Шварц и др., 1968]. Одной из реакций организма на изменившиеся условия существования будет изменение размеров печени (табл. 4).

Среднемноголетний вес печени у самцов сеголеток составлял 570 ± 15.02 г, а у самок – 500 ± 12.07 г. У особей старше 2-х лет наблюдается такая же закономерность – печень самцов весила в среднем 1480 ± 11.20 г, а самок – 1193 ± 7.06 г. Как видно, половой диморфизм по размерам этого органа у кабанов прослеживается довольно четко. Так же довольно четко прослеживается другая закономерность – вес печени в конце зимы уменьшается по сравнению с ее началом. В первой половине зимы вес печени у самцов сеголеток составлял 580 ± 15.30 г., а в конце



зимы он уменьшился до 560 ± 12.04 г. У самок наблюдается такая же закономерность: в начале зимы вес печени у них составлял 520 ± 11.23 г, а в конце – 480 ± 7.70 г.

Таблица 4

Весовые показатели кабанов Окского заповедника

Table 4

Weighted figures boars in the Oka Reserve

Показатели	Сеголетки				Особи старше года			
	Самки		Самцы		Самки		Самцы	
	Показатель	Индекс	Показатель	Индекс	Показатель	Индекс	Показатель	Индекс
Вес тела, кг.	$31.12 \pm 1.18^*$		47.43 ± 1.08		103.0 ± 4.35		109.00 ± 19.05	
	29.00 ± 2.83		33.25 ± 2.85		101 ± 4.49		104.88 ± 7.23	
Вес печени, г.	562.5 ± 59.23	1.00 ± 0.06	610 ± 38.09	1.27 ± 0.07	1017.5 ± 35.00	1.00 ± 0.06	1163 ± 13.40	1.15 ± 0.05
	490.34 ± 36.67	1.86 ± 0.14	514.75 ± 27.50	1.56 ± 0.14	473.72 ± 15.60	1.07 ± 0.06	514.60 ± 24.89	1.40 ± 0.10
Вес сердца, г.	203.92 ± 7.80	0.64 ± 0.03	345.71 ± 22.72	0.76 ± 0.03	548.33 ± 31.45	0.54 ± 0.02	611.88 ± 67.64	0.56 ± 0.03
	203.92 ± 7.80	0.61 ± 0.06	196.56 ± 62.47	1.33 ± 0.39	215.89 ± 9.07	0.58 ± 0.06	236.45 ± 11.27	0.46 ± 0.18
Вес почек, г.	113.33 ± 7.60	0.26 ± 0.03	152.14 ± 12.05	0.34 ± 0.02	226.15 ± 14.03	0.22 ± 0.01	297.78 ± 34.99	0.28 ± 0.02
	99.54 ± 7.11	0.34 ± 0.04	172.22 ± 54.58	0.54 ± 0.11	101.43 ± 4.13	0.19 ± 0.01	101.62 ± 5.88	0.27 ± 0.02

Примечание: * – экологические условия зимнего сезона: в числителе – оптимальные, в знаменателе – пессимальные.

Как видно, снижение веса печени происходит при ухудшении погодных условий. Особенно это хорошо заметно при сравнении зимних сезонов с оптимальными и неблагоприятными условиями существования. Как видно из таблицы 4, в первом случае средний вес печени у самцов составлял 610 ± 38.09 г, а у самок 562 ± 59.23 г, то есть разница была незначительной. В пессимальных условиях средний вес печени у самцов составлял 514 ± 27.50 г, а у самок – 490 ± 36.67 г. При ухудшении условий существования вес печени у самцов сеголеток уменьшается на 15.7%, а у самок – на 12.8%.

Любое изменение условий жизни животных, повышающее энергетические затраты вызывает увеличение размеров сердца [Шварц, 1969]. Но изменение его массы не может происходить за короткий период времени, как это наблюдается у печени.

Вес сердца у сеголеток также как и печени изменяется в течение одного зимнего сезона. В первой половине оптимального зимнего сезона 1975–1976 гг. средний вес сердца у сеголеток составлял 233 ± 7.03 г, а во второй половине этого же сезона он уменьшился до 219 ± 7.12 г (обследована 51 особь). Несколько иная картина наблюдается при сравнении веса сердца сеголеток в оптимальный год (1970 г.) и пессимальный (1976 г.) год. В 1970 г. средний вес сердца сеголеток составлял 345 ± 7.12 г, а в 1976 г – 197 ± 22.70 г. В сравниваемые годы, существенное снижение веса сердца наблюдалось у самцов и у самок.

Относительный вес почек является четким индикатором уровня обмена веществ [Шварц и др., 1968]. Средний многолетний вес почек у самцов сеголеток составлял 120 ± 12.08 г, а у самок – 106 ± 7.07 г. В оптимальный год этот орган у сеголеток весил в среднем 132 ± 12.05 г, а в пессимальный – 110 ± 7.60 г. Разница в весе почек самцов и самок в оптимальный год составила 25.6%, а в пессимальный – 6.2%, то есть в четыре раза меньше.

Выводы

Наши исследования показали, что на протяжении изучаемого периода условия обитания кабанов в Окском заповеднике очень сильно изменялись: от оптимальных (9.5 баллов) до пессимальных (4 балла).

В оптимальный год средний вес эмбрионов был почти в два раза больше, чем в пессимальный. Такая же разница наблюдается при сравнении веса сеголеток. Масштабы различия этого показателя у кабанов старше года были значительно меньше. Аналогично изменялся и вес внутренних органов.

Успешность зимовки кабанов зависит от урожая нагульных кормов, определяемых условиями вегетационного периода, и их доступностью в зимний период.

Список литературы References

1. Данилкин А.А. 2006. Дикие копытные в охотничье хозяйстве. М., ГЕОС, 365.
Danilkin A.A. 2006. Dikie kopytnye v ohotnich'e hozjajstve [Wild ungulates in the hunting economy]. Moscow, GEOS, 365. (in Russian)
2. Лавровский А.А. 1962. Кабан в дельте Волги. Астрахань, Изд-во «Волга», 66.
Lavrovskij A.A. 1962. Kaban v del'te Volgi [Wild boar in the Volga delta]. Astrahan, Izd-vo "Volga", 66. (in Russian)
3. Малов А.Д. 1961. Рост и развитие свиньи в утробный период. В кн.: Труды Бурятского сельскохозяйственного института. Вып. 16. Ч. II. Улан-Удэ: 39–53.
Malov A.D. 1961. Growth and development of pig fetal period. In: Trudy Burjatskogo sel'skohozejstvennogo instituta. Vyp. 16. Ch. II [Proceedings of the Buryat Agricultural Institute. Vol. 16. Part II]. Ulan-Udje: 39–53. (in Russian)
4. Павлов М.П., Корсакова И.Б., Лавров Н.П. 1974. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР. Киров, 458.
Pavlov M.P., Korsakova I.B., Lavrov N.P. 1974. Akklimatizacija ohotnich'e-promyslovyh zverej i ptic v SSSR [Acclimatization of game animals and birds in the USSR]. Kirov, 458. (in Russian)
5. Саблина Т.Б. 1955. Копытные Беловежской пуши. В кн.: Труды Института морфологии животных. Вып. 15. М.: 18–38.
Sablina T.B. 1955. The hoof of the Bialowieza Forest. In: Trudy Instituta morfologii zhivotnyh. Vyp. 15 [Proceedings of the Institute of Animal Morphology. Vol. 15]. Moscow: 18–38. (in Russian)
6. Северцев А.С. 1987. Основы теории эволюции. М., Изд-во Московского университета, 320.
Severcev A.S. 1987. Osnovy teorii jevoljucii [Fundamentals of the theory of evolution]. Moscow, Izd-vo Moskovskogo universiteta, 320. (in Russian)
7. Соколов И.И. 1959. Фауна СССР. Млекопитающие. Т. 1. Копытные. М.-Л., 358.
Sokolov I.I. 1959. Fauna SSSR. Mlekoopitajushhie. T. 1. Vyp. 3. Kopytnye [Fauna of the USSR. Mammals. Vol. 1. Ungulates]. Moscow-Leningrad, 358. (in Russian)
8. Уваров Н.В. 1986. Материалы по размножению кабана в питомнике ОГЗ. В кн.: 1-ое Всесоюзное совещание по проблемам экокультуры. Тезисы докладов. М.: 199–201.
Uvarov N.V. 1986. Materials on breeding wild boar in the nursery Oka State Reserve. In: 1-oe Vsesojuznoe soveshhanie po problemam jekokul'tury. Tezisy dokladov [1st All-Union Conference on ecoculture. Abstracts]. Moscow: 199–201. (in Russian)
9. Формозов А.Н. 1990. Снежный покров как фактор среды, его значение в жизни млекопитающих и птиц СССР. М., Изд-во МГУ, 287.
Formozov A.N. 1990. Snezhnyj pokrov kak faktor sredy, ego znachenie v zhizni mlekoopitajushhih i ptic SSSR [Snow cover as a factor in the environment, its importance in the life of mammals and birds of the USSR]. Moscow, Izd-vo MGU, 287. (in Russian)
10. Червонный В.В. 1980. Особенности размножения кабанов в Окском заповеднике. В кн.: Копытные фауны СССР. II-ое Всесоюзное совещание по копытным СССР. Тезисы докладов. М.: 26–27.
Chervonnyj V.V. 1980. Features of breeding boars in the Oka Reserve. In: Kopytnye fauny SSSR. II-oe Vsesojuznoe soveshhanie po kopytnym SSSR. Tezisy dokladov [Ungulates fauna of the USSR. II-nd All-Union Conference on the hoof of the USSR. Abstracts]. Moscow: 26–27. (in Russian)
11. Червонный В.В. 2002. Роль абиотических факторов в жизни окской популяции кабанов. В кн.: Материалы VII Международной научно-практической экологической конференции «Приспособления организмов к действию экстремальных экологических факторов» (г. Белгород, ноябрь 2002 г.). Белгород: 150–151.
Chervonnyj V.V. 2002. The role of abiotic factors in the lives of the population of wild boars Oka. In: Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj jekologicheskoj konferencii «Prisposoblenija organizmov k dejstvu jekstremal'nyh jekologicheskikh faktorov» (g. Belgorod, nojabr' 2002 g.) [Proceedings of the VII International scientific and practical environmental conference, "The adaptation of organisms to extreme environmental factors" (Belgorod, November 2002)]. Belgorod: 150–151. (in Russian)
12. Червонный В.В. 2015. Возрастная и половая структура окской популяциикабана и ее продуктивность. В кн.: Труды Окского государственного биосферного заповедника. Вып. 34. Рязань: 295.
Chervonnyj V.V. 2015. Age and sex structure of the population of Oka boar and its productivity. In: Trudy Okskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika. Vyp. 34 [Proceedings of the Oka State Biosphere Reserve. Vol. 34]. Ryazan: 295. (in Russian)
13. Шварц С.С. 1969. Экологические механизмы эволюционного процесса. В кн.: Труды Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 65. Свердловск: 5–198.
Shvarc S.S. 1969. The ecological mechanisms of the evolutionary process. In: Trudy Instituta jekologii rastenij i zhivotnyh UNC AN SSSR. Vyp. 65 [Proceedings of the Institute of Plant and Animal UC USSR. Vol. 65]. Sverdlovsk: 5–198. (in Russian)
14. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. 1968. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. В кн.: Труды Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 58. Свердловск: 210.



Shvarc S.S., Smirnov V.S., Dobrinskij L.N. 1968. The method of morphological and physiological indicators in ecology of terrestrial vertebrates. *In: Trudy Instituta jekologii rastenij i zivotnyh UNC AN SSSR. Vyp. 58* [Proceedings of the Institute of Plant and Animal UC USSR. Vol. 58]. Sverdlovsk: 210. (in Russian)

15. Henry V.G. 1968. Fetal development in European wild hogs. *The Journal of Wildlife Management*, 32 (4): 966–970.



УДК 631.42 : 581.55

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ, СОСТАВ И СТРУКТУРА
РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА СКЛОНАХ ПОЛЯРНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ
БАЛКИ ПЕТРИН ЛОГ НА ТЕРРИТОРИИ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

**THE AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SOILS, THE COMPOSITION
AND STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES ON THE SLOPES
OF THE POLAR EXPOSITION OF GULLY PETRIN LOG ON THE TERRITORY
OF THE CENTRAL CHERNOZEM RESERVE**

**Л.А. Арепьева¹, О.В. Гридасова¹, Л.Н. Караулова²
L.A. Arepieva¹, O.V. Gridasova¹, L.N. Karaulova²**

¹ Курский государственный университет, Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33

² Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, Россия, 305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, 70б

¹ Kursk State University, 33 Radishchev St, Kursk, 305000, Russia

² All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Erosion Control, 70b Karl Marx St, Kursk, 305021, Russia

E-mail: ludmilla-m@mail.ru; azalia113@gmail.com; lkaraulova77@gmail.com

Ключевые слова: склоны северной и южной экспозиций, Центрально-Черноземный заповедник, агрохимические показатели почв, растительные сообщества

Key words: polar slopes, Central chernozem reserve, agrochemical parameters of soils, plant communities

Аннотация. В статье проводится анализ агрохимических показателей почв, состава и структуры растительных сообществ на склонах северной и южной экспозиции балки Петрин Лог на территории Центрально-Черноземного государственного заповедника им. профессора В.В. Алехина. Выявлено, что склоны северной экспозиции богаче по запасам гумуса, общего и щелочногидролизуемого азота, общего фосфора. Для почвы южного склона характерно более высокое содержание подвижных форм фосфора, калия. Установлено изменение содержания элементов питания от верхней части склона к нижней и в профиле в направлении. Для растительных сообществ северного склона характерны более высокие показатели видовой насыщенности, общего проективного покрытия, средней высоты травостоя, доминирование нескольких видов, преобладание мезофильных луговых видов, наличие видов-индикаторов умеренно кислых и слабокислых почв. На южном склоне преобладают ксерофильные степные виды, в травостое присутствуют кальцефилы.

Resume. In the article agrochemical parameters of soils, the composition and structure of plant communities on the slopes of the polar exposition of Central Chernozem reserve are analyzed. It is revealed that the soil of the northern slope is richer in reserves of humus, total and alkali hydrolysis nitrogen, total phosphorus. A higher content of mobile forms of phosphorus, potassium is typical for the soil of the southern slope. A changing of the content of nutrition elements from the upper part of the slope to the bottom, and also in the profile direction is established. Higher rates of species richness, total projective cover, average height of grass, the dominance of a few species, the prevalence of mesophile meadow species, the presence of indicator species of moderately acidic and slightly acidic soils are typical for plant communities of the northern slope. On the southern slope xerophilous steppe species predominate, there are calciphiles in herbage.

Введение

Черноземы в настоящее время остаются самыми плодородными почвами России. Однако немалое влияние на их плодородие оказывает рельеф. Так, в Центрально-Черноземной зоне склоны контрастных экспозиций существенно различаются по количеству поступающей солнечной радиации, запасам воды в снеге, поверхностному стоку и смыву почвы, температурному, водному и питательному режимам почвы [Романова, 1976, 1977; Черкасов, 1997; Каштанов, Явтушенко, 1997]. На южном и северном склоне при одной и той же крутизне по-разному складываются условия произрастания растений и формирования урожая [Каштанов и др., 1974]. По данным Т.А. Голубевой [1967] в средних широтах страны южные склоны получают на 5% больше солнечной радиации, чем горизонтальная поверхность, а северные, напротив, на 10% меньше. Рельеф местности сказывается и на перераспределении в пространстве выпадающих осадков. По сравнению с водораздельным плато, на склонах противоположных ориентаций в зависимости от направления ветра выпадает жидких осадков на 11–26% больше или меньше [Чуян, 1994]. Длительное влияние этих природных факторов, неодинаковое на различных элементах рельефа, привело к формированию своеобразия свойств почв [Липкина, Ржезникова, 1987; Георги, 1990].

В отличие от равнин, главной особенностью склоновых земель является большая пестрота по плодородию, то есть по наличию усвояемой пищи для растений в почве и условий для ее потребления, что связано с режимами влаги и температуры [Каштанов и др., 1974; Мусохранов, 1979].

Агрохимические свойства почв склонов определяются природными особенностями генетических горизонтов исходных несмытых почв и степенью их окультуренности [Ляхов, 1975; Ляхов, Щелкунова 1976]. Имея общую генетическую природу, почвы могут заметно различаться в зависимости от экспозиции склонов, определяющей разную направленность и интенсивность почвообразовательного процесса под влиянием неодинаковых микроклиматических условий [Георги, Сан Куами, 1987; Чуян, 1989; Чуян, Чуян, 1993; Чуян, 1994; Траутвах, 2000; Проценко, 2004; Караулова, 2005].

Различия в температуре почвы приводит к раннему развитию растений весной на южных склонах и ускорению периода их созревания. В связи с этим в Центрально-Черноземном заповеднике на склонах южной экспозиции отмечается развитие однолетних растений эфемерного типа и плотнокустовых злаков, растительный покров при этом не является сплошным [Афанасьева, Голубев, 1962].

Особенности увлажнения почвы вдоль северных склонов определяют распределение растений. В Центрально-Черноземном заповеднике на склонах северной экспозиции образуются поперечные пояса растительности. Наиболее влаголюбивые виды встречаются в нижней части склонов. На северных склонах сплошным напочвенным покровом развит туидиевый мох [Алехин, 1924, 1926].

Травянистая растительность снижает развитие эрозионных процессов на склонах. Почвозащитная роль растительности зависит от видового состава, типа и мощности корневой системы, величины проективного покрытия. Г.Н. Черкасов [2004] отмечает, что наилучшими почвозащитными свойствами обладают травостои, в которых доминирующими растениями являются злаки, хуже защищают склоны от эрозии травостои со значительным содержанием разнотравья.

На балочных склонах северной экспозиции распространены луговые сообщества, во флористическом составе которых более половины мезофитов, на втором месте стоят ксеромезофиты. Мезофиты представлены такими растениями как райграс высокий (*Arrhenatherum elatius*), буквица лекарственная (*Betonica officinalis*), подмаренник северный (*Galium boreale*), костяника (*Rubus saxatilis*), трясунка средняя (*Briza media*), вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*) и др. В группе ксеромезофитов встречаются герань кроваво-красная (*Geranium sanguineum*), земляника зеленая (*Fragaria viridis*), лапчатка белая (*Potentilla alba*) и др.

Для склонов южной экспозиции характерны лугово-степные сообщества, флористический состав которых около половины составляют ксерофиты и мезоксерофиты. Среди ксерофитов преобладают овсяница валлиская (*Festuca valesiaca*), кострец береговой (*Bromopsis riparia*), резак обыкновенный (*Falcaria vulgaris*), ковыль узколистный (*Stipa tirsia*), чабрец Маршала (*Thymus marschallianus*) и др. Из мезоксерофитов встречаются шалфей луговой (*Salvia pratensis*), мятлик узколистный (*Poa angustifolia*), подмаренник настоящий (*Galium verum*) [Петрова, 1990].

В связи с неоднородностью почвенного покрова и произрастающей растительностью на склонах балок была определена цель настоящего исследования – выявить особенности агрохимических свойств почв, флористического состава и структуры растительных сообществ на склонах северной и южной экспозиций балки Петрин Лог на территории Центрально-Черноземного государственного заповедника им. профессора В.В. Алехина.

Объекты и методы исследования

Почвенные и геоботанические исследования были проведены на склонах северной и южной экспозиции балки Петрин Лог, расположенной на территории Стрелецкого участка Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алехина (квартал 19, выдел 1). На склонах данной балки производится умеренный выпас скота и сенокосение. Географические координаты места обследования (верхняя часть склона северной экспозиции): 51°55'803" с. ш., 35°15'071" в. д. Крутизна склонов средняя.

Рельеф, материнские породы и почвы Центрально-Черноземного заповедника и его окрестностей типичны для лесостепной полосы Среднерусской возвышенности. Почвенный покров исследуемых склонов представлен черноземом типичным [Афанасьева, 1966]. Рыхлые четвертичные отложения образованы лессовидными суглинками. Коренные породы представ-

лены известняками и мергелями мелового периода [Марголина и др., 1988]. Климат на исследуемой территории умеренно-континентальный. Средняя температура января -7.9 , средняя температура июля $+18.9$. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 570 мм в год [Летопись природы ..., 2010].

Почвенные образцы были взяты в верхней, средней и нижней части склонов, через каждые 10 см до глубины 40 см. Отбор проб проводился 5 июля 2012 года. При анализе образцов почвы определялись следующие показатели: гумус – по Тюрину (ГОСТ 26213-91); азот общий – по ГОСТ 26107-84; азот щелочногидролизуемый – по Корнфилду; нитратный азот – колориметрическим методом с дисульфифеноловой кислотой (по Грандваль-Ляжу); аммонийный азот почвы в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26489-85); фосфор общий – по ГОСТ 26261-84; фосфор подвижный – по Чирикову (ГОСТ 26204-91); калий подвижный – по Чирикову (ГОСТ 26204-91); pH – в 1,0 НКCl вытяжке (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212-91).

На участках отбора проб были выполнены геоботанические описания растительности склонов северной и южной экспозиций в верхних, средних и нижних частях. Описания проводились на площадках размером 4 м², при этом определялось общее проективное покрытие травостоя (в %), средняя высота. Для оценки количественного участия видов использовалась комбинированная шкала Браун-Бланке [Миркин и др., 1989]. Экологические режимы сообществ по влажности, кислотности и обеспеченности минеральным азотом почвы определяли по оптимальным экологическим шкалам Г. Элленберга (12-бальная шкала влажности, 9-тибальная шкала кислотности и 9-тибальная шкала обеспеченности почвы минеральным азотом) [Ellenberg et al., 1992].

Результаты и их обсуждение

Агрохимические показатели почвы склонов

Агрохимические показатели почвы на склонах представлены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели почв исследуемых склонов

Table 1

The agrochemical parameters of soils of investigated slopes

Экспозиция склона	Вариант (участок склона)	Глубина, см	pH _{ксл.}	Нг, Мг-экв/100 г почвы	N-NO ₃	N-NH ₄	N _{цг}	подвижный P ₂ O ₅	подвижный K ₂ O	Общий гумус	Общий азот	Общий фосфор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Северная	Нижняя часть	0–10	4.2	19.59	0.41	7.36	42.37	1.5	23.7	11.52	0.48	0.25
		10–20	3.9	23.82	0.20	5.30	35.24	0.9	10.9	9.00	0.42	0.25
		20–30	3.8	23.13	0.14	4.98	29.78	0.6	7.3	7.74	0.33	0.24
		30–40	3.8	20.54	0.13	2.69	22.50	0.7	6.2	6.64	0.26	0.23
	Средняя часть	0–10	5.0	7.88	0.22	1.76	27.96	5.7	11.4	8.30	0.33	0.18
		10–20	4.5	14.91	0.23	3.89	36.40	3.7	23.9	10.17	0.42	0.23
		20–30	4.3	15.04	0.16	3.04	30.58	3.1	9.4	8.62	0.39	0.21
		30–40	4.4	13.58	0.11	2.16	23.59	2.3	7.8	6.62	0.32	0.19
	Верхняя часть	0–10	4.9	9.00	0.30	2.61	32.18	7.4	2.3	9.96	0.42	0.18
		10–20	4.8	9.64	0.16	2.32	27.37	5.5	10.9	8.41	0.33	0.18
		20–30	4.9	8.78	0.20	1.60	26.64	6.0	8.3	7.36	0.30	0.17
		30–40	4.9	8.48	0.11	1.48	20.91	5.4	7.2	6.10	0.23	0.17
Южная	Нижняя часть	0–10	5.7	4.32	0.22	1.92	28.25	13.6	14.9	8.35	0.38	0.18
		10–20	5.9	3.06	0.22	1.25	20.97	9.3	10.4	6.46	0.28	0.15
		20–30	6.8	1.12	0.19	0.80	17.33	8.0	9.4	5.25	0.25	0.15
		30–40	7.1	0.76	0.19	0.76	15.43	7.1	9.3	5.01	0.25	0.15



Окончание таблицы 1
End of table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Южная	Средняя часть	0–10	7.2	0.69	0.24	1.27	17.95	4.9	15.2	5.91	0.25	0.14
		10–20	7.4	0.54	0.22	0.76	12.33	4.0	10.1	4.19	0.21	0.14
		20–30	7.4	0.49	0.15	0.71	10.53	3.7	10.1	3.53	0.15	0.13
		30–40	7.5	0.40	0.12	0.63	8.51	2.9	9.3	2.92	0.11	0.12
	Верхняя часть	0–10	7.1	0.81	0.28	1.65	21.55	5.4	25.5	7.07	0.32	0.15
		10–20	7.3	0.69	0.14	0.76	14.20	3.6	11.3	4.80	0.22	0.14
		20–30	7.4	0.50	0.13	0.72	13.25	3.3	10.2	4.56	0.21	0.13
		30–40	7.5	0.45	0.11	0.71	11.39	3.2	10.1	3.90	0.15	0.13

Проведенные нами исследования показали, что почвы на склоне северной экспозиции характеризуются как средне- и сильнокислые. Причем приводораздельные верхние части склона относятся к среднекислым, а при продвижении к днищу балки кислотность почв увеличивается. Закономерность в изменении кислотности прослеживается и на склонах южной экспозиции. Здесь почвы от нейтральных на вершине склона переходят к близким к нейтральным в нижней части склона. Почва северного склона характеризуется так же высокими значениями гидролитической кислотности (14.53 мг-экв/100 г почвы) по сравнению с почвой южного склона (1.15 мг-экв/100 г почвы). Кислотность почвы изменяется с глубиной и в зависимости от положения на склоне. Различия в степени кислотности почвы объясняются как особенностями микроклимата склонов разной экспозиции, так и особенностями протекания эрозионных процессов.

Формированию почвы с повышенной кислотностью на северном склоне способствует также более мощный гумусовый слой по сравнению с южным склоном [Лисецкий, 2000]. На северном склоне вследствие глубокого промачивания почвы весной значительная часть карбонатов вымывается в нижележащие слои почвы. В результате этого кислотность верхнего слоя почвы повышается. На склоне южной экспозиции почва весной подвергается менее глубокому промачиванию, а в летний период сильному иссушению, которое приводит к восходящей миграции солей. В результате в почве южного склона наблюдается снижение кислотности. Вниз по склону кислотность почвы повышается, что можно объяснить перемещением вниз по склону свободных минеральных и органических кислот в процессе водной эрозии.

Чернозем на склонах контрастных экспозиций отличается по содержанию гумуса. В почве склона северной экспозиции в среднем содержится 8.37% гумуса, в почве склона южной экспозиции – 5.16%. Более высокое содержание гумуса в почве склона северной экспозиции отмечено в ряде работ по изучению заповедных и антропогенно-преобразованных биогеоценозов [Былинская, Дайнеко, 1985; Наконечная, Явтушенко, 1989; Дайнеко, Оликова, 1995; Каштанов, Явтушенко, 1997]. Низкое содержание гумуса в почве южных склонов связывают с эрозией почвы и более активной его минерализацией микроорганизмами. По данным приведенных выше авторов потери гумуса от водной эрозии характерны в основном для склонов южной экспозиции, на склонах северной экспозиции они незначительны и составляют около 10–20%.

На содержание гумуса влияют положение на склоне и глубина. На склоне северной экспозиции содержание гумуса вниз по склону плавно повышается (7.96%–8.43%–8.73%). На склоне южной экспозиции вниз по склону содержание гумуса снижается до середины склона, а затем возрастает (5.08%–4.14%–6.26%). С глубиной содержание гумуса уменьшается на обоих склонах.

По содержанию общего азота почва северного склона богаче почвы южного склона (0.35% и 0.23% соответственно). На склоне северной экспозиции вниз по склону содержание общего азота увеличивается (0.32%–0.37%–0.37%). На склоне южной экспозиции содержание общего азота от верхней части к середине склона снижается, а к подножию склона – увеличивается (0.23%–0.18%–0.29%). В профиле в направлении содержания общего азота снижается на обоих склонах.

Содержание щелочногидролизуемого азота в 2 раза выше в почве северного склона по сравнению с южным (29.6 мг/100 г почвы и 16.0 мг/100 г почвы соответственно). На склоне северной экспозиции вниз по склону содержание щелочногидролизуемого азота повышается. На склоне южной экспозиции содержание щелочногидролизуемого азота от верхней части склона к середине снижается, а затем к подножию склона повышается (15.1–12.3–20.5 мг/100



г). С глубиной содержание в почве щелочногидролизуемого азота снижается. Это объясняется переносом и аккумуляцией биофильных элементов в нижних частях склона.

Почвы под целинной растительностью бедны подвижными соединениями азота. Это связано с тем, что процессы аммонификации и нитрификации затруднены в почве под степной растительностью. Низкое содержание нитратного и аммонийного азота в верхнем 40-сантиметровом слое почвы является нормой для целинных почв и обеспечивает биоразнообразие степной экосистемы [Гребенников, 2007].

В исследованиях В.Ф. Юринской [1983] выявлено, что на распаханых южных склонах преобладают микроорганизмы, обеспечивающие окислительные процессы, в частности нитрификацию, в почве северных склонов возрастает доля грибов и микроорганизмов, восстанавливающих азот. Отчасти автор связывает этот факт с кислотностью и температурой почвы. Ряд ученых так же связывает преобладание определенной формы азота с кислотностью почвы. Так при pH_{H_2O} 4–6 в почве преобладает аммонийная форма азота, а при pH_{H_2O} 6–8 – нитратная форма [Шильников и др., 1998]. В почве склонов Петрина Лога преобладание аммонийной формы азота отмечено для склонов обеих экспозиций. На склоне южной экспозиции различия между содержанием форм азота менее выражено, чем на северном склоне. Возможно, данный факт объясняется не только гидротермическими условиями, но и влиянием растительности. А.М. Гребенников [2007] отмечает, что в почвах под разнотравными ассоциациями заповедной степи с долей злаков до 50% на водоразделе преобладает аммонийная форма азота.

Из подвижных соединений азота наиболее усвояемыми для степных трав являются нитраты. Вследствие активного поглощения нитратов растениями в почве под сплошным растительным покровом их содержится небольшое количество [Болотина, Вульфийус, 1965]. Уровень нитратного азота на склоне северной экспозиции незначительно превышает его уровень на склоне южной экспозиции (0.2 и 0.18 мг/100 г почвы соответственно). Содержание аммонийного азота выше на склоне северной экспозиции (3.3 мг/100 г почвы) по сравнению с содержанием на склоне южной экспозиции (1.0 мг/100 г почвы).

В профильном направлении уровень нитратного и аммонийного азота в почве снижается. Уровень подвижного (минерального) азота выше в верхних слоях почвы в связи с тем, что они лучше прогреты [Проценко, 2009].

На обоих склонах уровень нитратного азота повышается от верхней части склона к подножию. Содержание аммонийного азота возрастает от верхней части северного склона к нижней. На южном склоне наблюдается снижение аммонийного азота от верхней части к середине, а затем повышение в нижней части склона.

Содержание общего фосфора на склоне северной экспозиции в 1.5 раза выше, чем на склоне южной экспозиции (0.21% и 0.14% соответственно). На склоне северной экспозиции содержание общего фосфора повышается вниз по склону. На склоне южной экспозиции от верхней части склона к середине содержание фосфора немного снижается, а к подножию склона возрастает. В профильном направлении количество общего фосфора снижается незначительно.

Содержание подвижного фосфора и калия в исследованных образцах уменьшалось в профильном направлении независимо от экспозиции склона. Наиболее высокое содержание подвижных форм фосфора и калия отмечено в почвах южного склона. Количество подвижного фосфора в среднем по южному склону составляет 5.8 мг/100 почвы, по северному склону – 3.6 мг/100 почвы.

Калийный режим исследованных почв более благоприятный, чем фосфатный, содержание этого элемента в среднем по южному склону составляет 12.2 мг/100 г почвы, по северному склону – 10.8 мг/100 г почвы. Активная мобилизация подвижного калия связана, вероятно, с условиями микроклимата южного склона. Периодическое промерзание почвы зимой и пересыхание летом способствует высвобождению этого элемента из кристаллической решетки [Проценко, Шустрова, 1996].

При исследовании содержания подвижных форм калия и фосфора наблюдались следующие тенденции. На северном склоне содержание подвижного фосфора снижается вниз по склону (6.1–3.7–0.95 мг/100 г), на южном склоне, напротив, повышается (3.88–3.88–9.5 мг/100 г). Содержание подвижного калия на склоне северной экспозиции повышается вниз по склону, а на склоне южной экспозиции – напротив, снижается.

Состав и структура растительного покрова склонов

Экспозиция и агрохимические показатели почвы склонов определяют характер их растительности. В таблице 2 приводятся некоторые характеристики растительного покрова склонов Петрина Лога.

Характеристика растительного покрова исследуемых склонов

Таблица 2

The characteristic of vegetation of investigated slopes

Table 2

Экспозиция	Северная			Южная		
	Верхняя	Средняя	Нижняя	Верхняя	Средняя	Нижняя
Общее проективное покрытие, %	95	100	80	70	50	70
Средняя высота, см	40	30	40	30	25	30
Число видов	23	28	16	26	17	11
Доминанты	<i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Geranium sanguineum</i> , <i>Rubus saxatilis</i>	<i>Betonica officinalis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Bromopsis riparia</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>
Семейственно-видовые спектры, % (абс. число)						
Compositae	-	10.7 (3)	6.3 (1)	30.8 (8)	17.6 (3)	-
Convolvulaceae	-	-	-	3.8 (1)	-	-
Сyperaceae	4.3 (1)	3.6 (1)	-	-	-	-
Dipsacaceae	-	-	-	-	5.9 (1)	-
Equisetaceae	4.3 (1)	3.6 (1)	6.3 (1)	-	-	-
Euphorbiaceae	4.3 (1)	-	-	3.8 (1)	5.9 (1)	-
Fabaceae	4.3 (1)	10.7 (3)	-	11.5 (3)	17.6 (3)	-
Geraniaceae	4.3 (1)	7.1 (2)	6.3 (1)	-	-	-
Gramineae	17.4 (4)	17.9 (5)	18.8 (3)	19.2 (5)	23.5 (4)	27.3 (3)
Hypericaceae	-	3.6 (1)	-	-	-	-
Lamiaceae	4.3 (1)	3.6 (1)	6.3 (1)	11.5 (3)	5.9 (1)	9.1 (1)
Liliaceae	-	-	-	3.8 (1)	-	-
Polygonaceae	4.3 (1)	3.6 (1)	6.3 (1)	-	-	-
Rosaceae	26.1 (6)	17.9 (5)	31.3 (5)	7.7 (2)	11.8 (2)	27.3 (3)
Rubiaceae	13.0 (3)	10.7 (3)	6.3 (1)	7.7 (2)	11.8 (2)	9.1 (1)
Scrophulariaceae	13.0 (3)	3.6 (1)	6.3 (1)	-	-	9.1 (1)
Umbelliferae	-	3.6 (1)	6.3 (1)	-	-	18.2 (2)
Эколого-ценотические группы, % (абс. число)						
Луговые	39.1 (9)	42.9 (12)	56.3 (9)	19.2 (5)	11.8 (2)	18.2 (2)
Степные	21.7 (5)	25.0 (7)	6.3 (1)	42.3 (11)	58.8 (10)	54.5 (6)
Опушечные	17.4 (4)	14.3 (4)	6.3 (1)	5.9 (1)	11.8 (2)	18.2 (2)
Прочие	21.7 (5)	17.9 (5)	31.3 (5)	26.9 (7)	17.6 (3)	9.1 (1)
Экологические режимы растительных сообществ						
влажность	4.4	4.5	5.3	3.9	3.8	3.9
кислотность	6.9	7.2	6.6	7.7	7.9	7.5
обеспеченность минеральным азотом	3.9	3.6	4.0	3.8	4.0	4.3

Для северного склона в целом характерны более высокие показатели общего проективного покрытия и средней высоты травостоя, выше видовое разнообразие по сравнению с южным склоном. Анализ семейственно-видовых спектров демонстрирует, что на склоне северной экспозиции сильнее выражена роль видов из семейств Rosaceae, Scrophulariaceae, Cyperaceae, что характерно для спектров более северных широт, а на южном – видов из семейств Fabaceae и Lamiaceae, преобладающих в спектрах более южных областей, что согласуется с правилом прерывания [Вальтер, Алехин, 1936].

На склоне южной экспозиции доминантами являются *Arrhenatherum elatius* и *Bromopsis riparia* и численно преобладают степные виды (*Bromopsis riparia*, *Festuca valesiaca*, *Fragaria viridis*, *Salvia verticillata* и др.). Наибольшее участие вышперечисленных степных видов характерно для средней части склона. Для середины склона выявлено наименьшее проективное покрытие и высота травостоя, что может быть связано с эрозийными процессами, которые в этой части склона наиболее выражены.

На верхнем участке южного склона также преобладают степные виды, но их роль менее выражена. Здесь также значительно представлены луговые виды и прочие, среди которых мно-

го сорных (*Convolvulus arvensis*, *Picris hieracioides*, *Cichorium intybus*), что можно объяснить влияние выпаса, т.к. верхняя часть склона ему более подвержена, чем средняя и нижняя. На этом участке обнаружено также больше всего видов (по сравнению с другими частями склона).

Нижний участок южного склона характеризуется наименьшим числом видов, среди которых преобладают степные при значительном участии луговых и опушечных.

На северном склоне численно преобладают луговые виды (*Arrhenatherum elatius*, *Betonica officinalis*, *Sanguisorba officinalis* и др.). Они часто являются доминирующими. Их содержание увеличивается от верхней части склона к нижней, что обусловлено усилением влажности почвы. Содержание степных видов в средней части склона немного выше по сравнению с верхней частью, однако встречаются они с низким обилием. Их содержание резко уменьшается в нижней части, что обусловлено повышением влажности почвы. Здесь также наименее представлены опушечные виды. В нижней части склона выявлены наименьшие показатели по видовой насыщенности и общему проективному покрытию, что может быть связано с выпасом. Для среднего участка характерны максимальные показатели по числу видов и покрытию травостоя.

Фитоиндикационный анализ показал, что на северном склоне экологические режимы растительных сообществ по влажности в верхней и средней частях отличаются незначительно. На этих участках преобладают мезофильные и ксеромезофильные виды. В нижней части показатель влажности увеличивается. Здесь произрастают виды, оптимум которых на средневлажных и хорошо увлажненных почвах (*Sanguisorba officinalis*, *Filipindula ulmaria*, *Festuca rubra*, *Veronica chamaedrys* и др.). В среднем показатель по влажности на северном склоне составляет 4.7. На склоне южной экспозиции показатели по влажности практически одинаковы (в среднем 3.9) и в целом ниже, чем на северном склоне. В растительном покрове многочисленны ксерофильные виды (*Bromopsis riparia*, *Festuca valesiaca*, *Falcaria vulgaris*, *Fragaria viridis*, *Stipa tirsia* и др.).

Показатели по кислотности почвы на всем протяжении северного склона меняются слабо (в среднем 6.9), небольшое увеличение кислотности почвы отмечено для нижней части склона. В растительном покрове встречаются виды-индикаторы умеренно кислых (*Calamagrostis arundinacea*, *Potentilla alba*) и слабокислых почв (*Festuca rubra*), много видов индифферентных к кислотности почвы (*Betonica officinalis*, *Sanguisorba officinalis*, *Veronica chamaedrys* и др.). В верхней и средней части склона обильны виды, оптимум которых на слабокислых, нейтральных, и слабощелочных почвах (*Arrhenatherum elatius*, *Geranium sanguineum*, *Galium boreale*, *Rubus saxatilis*).

Показатели по кислотности почвы на южном склоне (в среднем 7.7) выше, чем на северном склоне и свидетельствуют о слабощелочной реакции. Максимальное значение характерно для средней части склона. Произрастание здесь таких видов как *Falcaria vulgaris*, *Onobrychis arenaria*, *Securigera varia* указывает на наличие извести в почве.

Показатели по обеспеченности почвы минеральным азотом на северном склоне, также как и по кислотности, меняются незначительно (в среднем 3.8). Данный показатель указывает на бедные азотом местообитания. Максимальный показатель – в нижней части склона. Здесь встречаются виды-индикаторы богатых азотом местообитаний (*Aegopodium podagraria*, *Dactylis glomerata*). Содержание минерального азота на южном склоне несколько выше, чем на северном (средний показатель составляет 4.0).

Выводы

Проведенное исследование позволяет заключить, что почвы склона северной экспозиции балки Петрин Лог богаче по запасам гумуса, общего и щелочно-гидролизующего азота, общего фосфора. Для почвы южного склона характерно более высокое содержание подвижного фосфора и калия. На данных склонах отмечена тенденция к снижению в почве элементов питания от верхней части к нижней. Исключение составляет подвижный калий и фосфор. Количество подвижного калия на южном склоне и подвижного фосфора на северном склоне, снижается от вершины к подножию. Содержание элементов питания в исследованных образцах уменьшалось в профиле независимо от экспозиции склона.

На исследуемых склонах изменяются состав и структура растительного покрова. Для северного склона характерны более высокие показатели видовой насыщенности, общего проективного покрытия, средней высоты травостоя по сравнению с южным склоном. На северном склоне преобладают мезофильные луговые виды; доминируют, как правило, несколько видов. В травостое содержатся виды-индикаторы умеренно кислых и слабокислых почв. Для южного склона характерно численное преобладание ксерофильных степных видов, наличие в травостое кальцефилов. Доминирует преимущественно один вид – *Arrhenatherum elatius*, за исключением площадки в верхней части склона, где содоминантом является *Bromopsis riparia*. Дан-

ные фитоиндикационного анализа согласуются с данными агрохимического анализа почв на склонах.

Изучение почв и растительного покрова склонов балок на заповедной территории является важным звеном в мониторинге склоновых земель. Полученные данные дополняют имеющиеся сведения об агрохимических свойствах почвы, составе и структуре растительности на территории Центрального-Черноземного государственного заповедника им. профессора В.В. Алехина. Приведенные результаты могут быть использованы в исследованиях различий свойств почвы и растительности на склонах балок заповедных и антропогенно-преобразованных территориях.

Список литературы References

1. Алехин В.В. 1924. Зональная и экстразональная растительность Курской губернии в связи с подразделением ее на естественные районы. Почвоведение, 1–2: 98–131.
Alekhin V.V. 1924. Zonal and extrazonal vegetation of Kursk province in connection with its division on natural areas. Pochvovedenie [Eurasian Soil Science], 1–2: 98–131. (in Russian)
2. Алехин В.В. 1926. Растительность Курской губернии. Курск, Советская деревня, 122.
Alekhin V.V. 1926. Rastitel'nost' Kurskoy gubernii [Vegetation of Kursk province]. Kursk, Sovetskaya derevnya, 122. (in Russian)
3. Афанасьева Е.А. 1966. Чернозем Среднерусской возвышенности. М., Наука, 223.
Afanas'eva E.A. 1966. Chernozem Srednerusskoy vozvyshennosti [Chernozems of the Central Russian upland]. Moscow, Nauka, 223. (in Russian)
4. Афанасьева Е.А., Голубев В.Н. 1962. Почвенно-ботанический очерк Стрелецкой степи. Курск: Курское изд-во: 68.
Afanas'eva E.A., Golubev V.N. 1962. Pochvenno-botanicheskiy ocherk Streletskoy stepi [Soil and botanical essay of Streletskaia steppe]. Kursk, Kurskoe izd-vo, 68. (in Russian)
5. Болотина И.И., Вульфрус Е.А. 1965. Питание растений и круговорот соединений азота, фосфора и калия в мощном целинном черноземе. В кн.: Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника. Вып. VIII. Воронеж, Изд-во Воронежского университета: 236–252.
Bolotina I.I., Vul'fius E.A. 1965. The power of plants and the cycling of nitrogen, phosphorus and potassium in powerful virgin chernozem. In: Trudy Tsentral'no-Chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika. Vyp. VIII [Proceedings of the Central chernozem state reserve. Vol. VIII]. Voronezh, Izd-vo Voronezhskogo universiteta: 236–252. (in Russian)
6. Былинская Е.Н., Дайнеко Е.К. 1985. Исследование плоскостного смыва методом анализа почвенных профилей (Курская область). Геоморфология, 2: 52–59.
Bylinskaya E.N., Dayneko E.K. 1985. The study of planar washout by the method of analyzing of soil profiles (Kursk region). Geomorfologiya [Geomorphology], 2: 52–59. (in Russian)
7. Вальтер Г., Алехин В.В. 1936. Основы ботанической географии. М.-Л., Биомедгиз, 715.
Val'ter G., Alekhin V.V. 1936. Osnovy botanicheskoy geografii [The basics of Botanical geography]. Moscow-Leningrad, Biomedgiz, 715. (in Russian)
8. Георги А.А. 1990. Зависимость почвообразования от экспозиции склонов в левобережной лесостепи УССР. В кн.: Состав, свойства и плодородие почв Украины. Сборник научных трудов. Харьков: 34–40.
Georgi A.A. 1990. The dependence of soil formation from the exposure of the slopes in the left-Bank forest-steppe of Ukraine. In: Sostav, svoystva i plodorodie pochv Ukrainy. Sbornik nauchnykh trudov [Composition, properties and fertility of soils of Ukraine. Collection of proceedings]. Kharkov: 34–40. (in Russian)
9. Георги А.А., Сан-Куами Б. 1987. Особенности развития почв на склонах в левобережной лесостепи УССР. В кн.: Исследования окультуривания почв и повышения их плодородия. Харьков: 68–75.
Georgi A.A., San-Kuami B. 1987. Features of development of the soils on the slopes in the left-Bank forest-steppe of Ukraine. In: Issledovaniya okul'turivaniya pochv i povysheniya ikh plodorodiya [Studies of soil amelioration and improvement of their fertility]. Khar'kov: 68–75. (in Russian)
10. Голубева Т.А. 1967 О радиационном балансе пологих склонов за вегетационный период. В кн.: Микроклиматология. Труды Главной геофизической обсерватории. Вып. 190. Л., Гидрометеиздат: 32.
Golubeva T.A. 1967. On the radiation balance of slopes during the growing season. In: Mikroklimatologiya. Trudy Glavnoj geofizicheskoy observatorii. Vyp. 190 [Microclimatology. Proceedings of Main geophysical Observatory. Vol. 190]. Leningrad, Gidrometeoizdat: 32. (in Russian)
11. Гребеников А.М. 2007. Взаимовлияние видового состава целинной растительности и содержание форм азота в типичных черноземах. В кн.: Инновации, землеустройство, ресурсосберегающие технологии в земледелии. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции ВНИИЗиЗПЭ (г. Курск, 11–13 сентября 2007 г.). Курск: 347–349.
Grebennikov A.M. 2007. The mutual influence of species composition of virgin vegetation and the content of nitrogen forms in a typical Chernozem. In: Innovatsii, zemleustroystvo, resursosberegayushchie tekhnologii v zemledelii. Sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii the Institute of agriculture and soil protection from erosion (g. Kursk, 11–13 sentyabrya 2007 g.) [Innovation, land management, resource-saving technologies in agriculture. The collection of reports of all-Russian scientific-practical conference



in the Institute of agriculture and soil protection from erosion (Kursk, 11–13 September 2007). Kursk: 347–349. (in Russian)

12. Дайнеко Е.К., Оликова Е.С. 1995. Почвы. В кн.: Центрально-Черноземного государственного заповедника. Вып. 14. Курск: 11–20.

Dayneko E.K., Olikova E.S. 1995. Soils. In: Trudy Tsentral'no-Chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika. Вып. 14. [Proceedings of the Central chernozem state reserve. Vol. 14]. Kursk: 11–20. (in Russian)

13. Караулова Л.Н. 2005. Динамика подвижных соединений азота в черноземах типичных пахотных склонов ЦЧЗ. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 22.

Karauova L.N. 2005. Dinamika podvizhnykh soedineniy azota v chernozemakh tipichnykh pakhotnykh sklonov TsChZ [Dynamics of mobile compounds of nitrogen in the chernozems typical of arable slopes of CCZ]. Abstract. dis. ... cand. agrocult. sciences. Kursk, 22. (in Russian)

14. Каштанов А. Н., Явтушенко В.Е. 1997. Агроэкология почв склонов. М., Колос: 240.

Kashtanov A. N., Yavtushenko V.E. 1997. Agroekologiya pochv sklonov [Agroecology of soil slopes]. Moscow, Kolos, 240. (in Russian)

15. Каштанов А.Н., Журавлева Г.А., Мусохранов В.Е. 1974. Некоторые особенности склоновых земель Алтайского Приобья. В кн.: Защита почв от эрозии. Вып. 3. Курск: 9–13.

Kashtanov A.N., Zhuravleva G.A., Musokhranov E.V. 1974. Some features of slope lands of the Ob river area. In: Zashchita pochv ot erozii. Вып. 3 [Protection of soils from erosion. Vol. 3]. Kursk: 9–13. (in Russian)

16. Летопись природы Центрально-Чернозёмного заповедника за 2009 год. 2010. Книга 58. Машинопись. Заповедный, 425.

Letopis' prirody Central'no-Chernozjomnogo zapovednika za 2009 god [Annals of nature of the Central Chernozem state reserve in 2009]. 2010. Book 58. Typescript. Zapovednyj, 425. (in Russian)

17. Липкина Г.С., Ржезникова Н.Ю. 1987. Почвообразование под лесом и на пашне в различных условиях рельефа. Почвоведение, 3: 82–93.

Lipkina G.S., Rzhelnikova N.Yu. 1987. Soil formation under forest and on the land in various of conditions of relief. Pochvovedenie [Eurasian Soil Science], 3: 82–93. (in Russian)

18. Лисецкий Ф.Н. 2000. Пространственно-временная организация агроландшафтов. Белгород, Издательство БелГУ: 304.

Liseckij F.N. 2000 Prostranstvenno-vremennaya organizaciya agrolandshaftov [Spatial-temporal organization of landscapes]. Belgorod, Izdatel'stvo BelGU: 304. (in Russian)

19. Ляхов А.И. 1975. Удобрения на эродированных почвах. М., Россельхозиздат, 131.

Lyakhov A.I. 1975. Udobreniya na erodirovannykh pochvakh [Fertilizers on eroded soils]. Moscow, Rosel'khozizdat, 131. (in Russian)

20. Ляхов А.И., А.А. Щелкунова 1976. Эффективность минеральных удобрений на эродированных оподзоленных и выщелоченных черноземах. В кн.: Труды ВИУА. Вып. 55. М.: 15–41.

Lyakhov A.I., A.A. Shchelkunova. 1976. The efficiency of mineral fertilizers on eroded podzolized and leached chernozems. In: Trudy VIUA. Вып. 55 [Proceedings of VIUA. Vol. 55]. Moscow: 15–41. (in Russian)

21. Марголина Н.Я., Александровский А.Л., Ильичев Б.А., Черкинский А.Е., Чичагова О.А. 1988. Возраст и эволюция черноземов. М., Наука, 144.

Margolina N.Ja., Aleksandrovskij A.L., Il'ichev B.A., Cherkinskij A.E., Chichagova O.A. 1988. Vozrast i jevoljucija chernozemov [Age and evolution of chernozems]. Moscow, Nauka, 144. (in Russian)

22. Миркин Б. М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. 1989. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М., Наука, 222.

Mirkin B. M., Rozenberg G.S., Naumova L.G. 1989. Slovar' ponyatij i terminov sovremennoy fitotsenologii [Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology]. Moscow, Nauka, 222. (in Russian)

23. Мусохранов В.Е. 1979. Повышение продуктивности склоновых земель. Барнаул, Алтайское книжное издательство: 92.

Musokhranov V.E. 1979. Povyshenie produktivnosti sklonovykh zemel' [Increasing the productivity of sloping land]. Barnaul, Altajskoe knizhnoe izdatel'stvo: 92. (in Russian)

24. Наконечная М.А., Явтушенко В.Е. 1989. Потери гумуса на склоновых землях ЦЧО. Почвоведение, 5: 19–26.

Nakonechnaya M.A., Yavtushenko V.E. 1989. Humus loss on sloping lands in the Central Chernozem region. Pochvovedenie [Eurasian Soil Science], 5: 19–26. (in Russian)

25. Петрова И.Ф. 1990. Тенденции изменения лугово-степной растительности центральной лесостепи. М., ИГАНСССР: 205.

Petrova I.F. 1990. Tendentsii izmeneniya lugovo-stepnoy rastitel'nosti tsentral'noy lesostepi [The change trends of the meadow-steppe vegetation of the Central forest-steppe]. Moscow, IGANSSSR: 205. (in Russian)

26. Проценко Е.П. 2004. Базовые свойства и режимы почв полярно ориентированных склонов. Автореф. дис... доктора. с.-х. наук. Курск, 46 с.

Protsenko E.P. 2004. Basic properties and regimes of soils of polar oriented slopes. Abstract. dis... doct. agrocult. sciences. Kursk, 46. (in Russian)

27. Проценко Е.П. (науч. ред.). 2009. Экологические факторы и свойства почв склонов ЦЧР. Ч. 1. Курск, 145.

Protsenko E.P. (nauch. red.). 2009. Ekologicheskie faktory i svoystva pochv sklonov TsChR. Ch. 1 [Environmental factors and soil properties of the slopes of the Central Chernozem region. Part 1]. Kursk, 145. (in Russian)

28. Проценко Е.П., Шустрова Н.В. 1996. Изменение подвижности фосфора и калия в эрозионных агроландшафтах. В кн.: Тезисы докладов II съезда общества почвоведов (г. Санкт-Петербург, 27–30 июня 1996 г.). Кн. 1. СПб.: 394–395.

Protsenko E.P., Shustrova N.V. 1996. The change of the mobility of phosphorus and potassium in erosion agricultural landscapes. *In: Tezisy dokladov II s"ezda obshchestva pochvedov* (g. Sankt-Peterburg, 27–30 iyunya 1996 g.). Kn. 1. [Abstracts of the II congress of the society of soil scientists (St. Petersburg, 27–30 June 1996). Vol. 1]. St. Petersburg: 394–395. (in Russian)

29. Романова Е.Н. 1977. Микроклиматическая изменчивость основных элементов рельефа. Л., Гидрометеиздат, 279.

Romanova E.N. 1977. Mikroklimaticheskaya izmenchivost' osnovnykh elementov rel'efa [Microclimatic variability of the main relief elements]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 279. (in Russian)

30. Романова Е.Н. 1976. Испаряемость на склонах на территории СССР по сезонам. В кн.: Труды ГГО. Микроклиматология. Вып. 351. Л., Гидрометеиздат: 90–101.

Romanova E.N. 1976. Evaporation on the slopes in the territory of the USSR by seasons. *In: Trudy GGO. Mikroklimatologiya. Vyp. 351* [Trudy GGO. Microclimatology. Vol. 351]. Leningrad, Gidrometeoizdat: 90–101. (in Russian)

31. Траутвах И.В. 2000. Динамика минерального азота в черноземе типичном на склонах и его потребление растениями. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Курск, 23 с.

Trautvakh I.V. 2000. Dinamika mineral'nogo azota v chernozeme tipichnom na sklonakh i ego potreblenie rasteniyami [The dynamics of mineral nitrogen in typical chernozem on slopes and its consumption by plants]. Abstract. dis. ... cand. agricult. sciences. Kursk, 23. (in Russian)

32. Черкасов Г.Н. 2004. Улучшение и использование природных кормовых угодий на склонах Центрального Черноземья. Курск, 118.

Cherkasov G.N. 2004. Uluchshenie i ispol'zovanie prirodnykh kormovykh ugodiy na sklonakh Tsentral'nogo Chernozem'ya [The improvement and the use of natural pastures on slopes of the Central Chernozem region]. Kursk, 118. (in Russian)

33. Черкасов Г.Н. 1997. Рациональное использование овражно-балочных земель. В кн.: Проблемы ландшафтного земледелия. Доклады научно-практической конференции, посвященной 25-летию ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (г. Курск, 22–23 марта 1995 г.). Курск: 191–197.

Cherkasov G.N. 1997. The rational use of gully lands. *In: Problemy landshaftnogo zemledeliya. Doklady nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 25-letiyu VNII zemledeliya i zashchity pochv ot erozii* (g. Kursk, 22–23 marta 1995 g.) [Problems of the landscape agriculture. Reports of the scientific-practical conference dedicated to the 25th anniversary of the Institute of agriculture and soil protection from erosion (Kursk, 22–23 March 1995)]. Kursk: 191–197. (in Russian)

34. Чуян Г.А. 1989. Закономерности изменения реакции почвенной среды на склоновых землях. В кн.: Экологические проблемы сохранения и воспроизводства почвенного плодородия. Сборник научных трудов ВНИИЗиЗПЭ. Курск: 116–126.

Chuyan G.A. 1989. Regularities of changes in the reaction of soil environment on sloping lands. *In: Ekologicheskie problemy sokhraneniya i vosproizvodstva pochvennogo plodorodiya. Sbornik nauchnykh trudov of the Institute of agriculture and soil protection from erosion* [Environmental problems of the preservation and the reproduction of the soil fertility. Proceedings of the Institute of agriculture and soil protection from erosion]. Kursk: 116–126. (in Russian)

35. Чуян Г.А. 1994. Научные основы регулирования плодородия типичных черноземов на склоновых землях (в условиях Центрально-Черноземной зоны). Дис. ... д-ра. с.-х. наук. Курск, 57.

Chuyan G.A. 1994. Nauchnye osnovy regulirovaniya plodorodiya tipichnykh chernozemov na sklonovykh zemlyakh (v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnoy zony) [The scientific basis for the regulation of the fertility of typical chernozems on sloping lands (in conditions of the Central Chernozem zone)]. Dis. ... doct. agricult. sciences. Kursk, 57. (in Russian)

36. Чуян Г.А., Чуян С.И. 1993. Трансформация агрохимических показателей почвы под влиянием рельефа, эрозии и удобрений. В кн.: Агроэкологические принципы земледелия. М., Колос: 175–184.

Chuyan G.A., Chuyan S.I. 1993. The transformation of agrochemical indicators of the soil under the influence of a topography, a erosion, and fertilizer. *In: Agroekologicheskie printsipy zemledeliya* [Agro-ecological principles of the agriculture]. Moscow, Kolos: 175–184. (in Russian)

37. Шильников И.А., Богомазов Н.П., Ивойлов А.И. 1998. Известкование оподзоленных и выщелоченных черноземов. В кн.: Плодородие черноземов России. М., Агроконсалт: 266–277.

Shil'nikov I.A., Bogomazov N.P., Ivoilov A.I. 1998. Liming of leached and podzolized chernozems. *In: Plodorodie chernozemov Rossii* [The fertility of chernozems of Russia]. Moscow, Agrokonsalt: 266–277. (in Russian)

38. Юринская В.Ф. 1983. Особенности микробиологической деятельности в типичных черноземах в зависимости от их смытости, элемента и экспозиции склона. В кн.: Научно-технический бюллетень ВНИИЗиЗПЭ. Вып. 1 (36). Курск: 54–60.

Yurinskaya V.F. 1983. Features of microbiological activity in a typical Chernozem depending on their mytaste, element and aspect. *In: Nauchno-tekhnicheskij byulleten' VNII zemledeliya i zashchity pochv ot erozii. Vyp. 1 (36)* [Scientific and technical Bulletin of Institute of agriculture and soil protection from erosion. Vol. 1 (36)]. Kursk: 54–60. (in Russian)

39. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulsen D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Auflage. Göttingen, Verlag Erich Goltze KG, 258.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 631.4

ВАЛОВЫЕ ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ АГЛОМЕРАЦИИ ВОЛГОГРАД–ВОЛЖСКИЙ GROSS FORMS OF HEAVY METALS IN SOILS AGGLOMERATION OF VOLGOGRAD–VOLZHSKY

Н.Г. Кастерина^{1, 2}, А.А. Окоелова¹, В.Н. Заикина¹, А.К. Шерстнев³
N.G. Kasterina^{1, 2}, A.A. Okolelova¹, V.N. Zaikina¹, A.K. Sherstnev³

¹ Волгоградский государственный технический университет, Россия, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28

² Волжский политехнический институт (филиал ВолгГТУ), Россия, 404121, Волгоградская область, г. Волжский, ул. Энгельса, 42а

³ Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии, Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42; 344090, г. Ростов-на-Дону, Проспект Стачки 194/1

¹ Volgograd state technical University, 28 Lenin Avenue, Volgograd, 400005, Russia

² Volzhsky Polytechnic Institute (branch VSTU), 42a Engels St, Volzhsky, Volgograd region, 404121, Russia

³ Southern Federal University, Academy of biology and biotechnology, 344006, Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya, 105/42, 194/1 Prospect Stachki, Rostov-na-Donu, 344090, Russia

E-mail: vtp@volpi.ru; kokorinaNG@yandex.ru; aek@sfedu.ru; aksherstnev@mail.ru

Ключевые слова: тяжелые металлы, светло-каштановая почва, аллювиальная почва, накопление тяжелых металлов, ПДК.

Key words: heavy metals, light brown soil, alluvial soil, accumulation of heavy metals, maximum concentration limit.

Аннотация. В данной статье приведены сведения об экспериментальных исследованиях и анализе содержания валовых форм тяжелых металлов (ТМ) (ванадия, стронция, кобальта, никеля, меди, хрома, мышьяка, цинка и свинца) в светло-каштановых почвах различного гранулометрического состава и аллювиальных почвах агломерации Волгоград – Волжский. Во всех исследуемых почвах обнаружено: превышение ПДК Ni и As, в светло-каштановых – дополнительно Zn, а в аллювиальных почвах – Cr. Также локально в светло-каштановых почвах выявлено превышение ПДК Pb, Cr, Cu, а в аллювиальных почвах – Cu, Zn.

Для светло-каштановых почв максимальные концентрации элементов характерны на участках АЗС № 3 (Cr, Sr, As, Zn); АЗС №1 (Co, Cu, Pb); железной дороги (V, Ni). Минимальная концентрация элементов выявлена в светло-каштановых почвах заброшенной АЗС Волгограда (V, Co, Cu, Cr, As, Pb); АЗС № 3 (Ni); АЗС №1 г. Волжского (Zn). Для аллювиальных почв наибольшее накопление исследуемых тяжелых металлов обнаружено на участках Речпорта, кроме цинка (его концентрация наибольшая в районе ГЭС). Минимальная аккумуляция элементов в аллювиальных почвах установлена на участках АЗС №2 (V, Ni, Co, Zn) и ГЭС (Sr, Cu, As, Pb). Концентрация хрома одинакова во всех аллювиальных почвах.

В светло-каштановых почвах по сравнению с аллювиальными почвами выше содержание Sr, Cr, Zn и ниже – V, Ni, Cu, As, Co, Pb. Накопление ТМ в почвах связано с влиянием промышленных объектов и ветровым режимом (розов ветров). Главным фактором накопления ТМ является техногенез, который часто «перекрывает» влияние природных факторов почвообразования, часто не коррелирует со свойствами почв, но зависит от степени антропогенной нагрузки и химических свойств самих элементов.

Resume. This article provides information on the experimental study and the analysis of the content of gross forms of heavy metals (HM) (vanadium, strontium, cobalt, nickel, copper, chromium, arsenic, zinc and lead) in light chestnut soils of different granulometric composition and alluvial soils of agglomeration Volgograd-Volzhsky. In all the studied soils there was found: the exceeding of Ni and As, in light chestnut – additionally, Zn, and in alluvial soils – Cr. Also locally in light chestnut soils there was revealed the exceeding Pb, Cr, Cu, and in alluvial soils – Cu, Zn

For light-chestnut soils maximum concentration of elements characteristic on sites of station number 3 (Cr, Sr, As, Zn); the gas station number 1 (Co, Cu, Pb); railways (V, Ni). The minimum concentration of elements detected in the light-chestnut soils of an abandoned gas station of Volgograd (V, Co, Cu, Cr, As, Pb); the gas station number 3 (Ni); the gas station number 1 in Volzhsky (Zn). For alluvial soils, the greatest accumulation of studied heavy metals detected on sectors of the port, except for zinc (its concentration is greatest in the area of the Volga hydroelectric power station). Minimal accumulation of elements in alluvial soils is detected on sites of station number 2 (V, Ni, Co, Zn) and Volga hydroelectric power station (Sr, Cu, As, Pb). The concentration of chromium is the same in all alluvial soils

In light chestnut soils compared to alluvial soils is higher content of Sr, Cr, Zn and below – V, Ni, Cu, As, Co, Pb.

The accumulation of heavy metals in soils is due to the influence of industrial facilities and wind regime (wind rose).

The main factor of HM accumulation is technogenesis, which often overrides the influence of the natural factors of soil formation, often does not correlate with soil properties, but depends on the degree of anthropogenic load and chemical properties of elements.

Введение

В крупных промышленных городах почвы испытывают хронический стресс, одной из причин которого является постоянное и прогрессирующее поступление загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов, которые представляют собой специфическую группу особо токсичных загрязнителей. Количество антропогенных источников загрязнения окружающей среды в черте агломерации Волгоград – Волжский – одно из самых больших на территории России. Это – основная причина мощного потока поллютантов, поступающего в почвы урбо-ландшафтов данного региона. Разработка эффективных и экологически безопасных мероприятий для снижения «металлического пресса» невозможна без мониторинга концентрации тяжелых металлов (ТМ) в почвах различного генезиса вблизи источников антропогенного воздействия на экосистемы (промышленные объекты, транспортные магистрали, АЗС). Объективность оценки токсикации почв тяжелыми металлами повышается при учете фоновой концентрации химических элементов в почвах на незагрязненных участках.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования расположены на территории агломерации Волгоград–Волжский, административно принадлежащей Волгоградской области, на юго-востоке Восточно-Европейской равнины.

По природно-климатическим условиям агломерацию можно разделить на три зоны: северная, пригородная – Волжский; центральная, юго-западная – Волгоград; Волго-Ахтубинская пойма – водно-болотные угодья на стыке степной и полупустынных зон, включающие территорию Природного парка. Нами выбраны следующие объекты.

Северная зона:

– АЗС №1, г. Волжский (N 48°48'33.74'' E 44°48'03.00''), в 800 м от ОАО «Волжский трубный завод»; светло-каштановая глинистая почва.

– железная дорога (N 48°48'40.07'' E 44°47'44.99''), на равнинной поверхности на расстоянии около 830 м от ОАО «Волжский трубный завод» г. Волжского, светло-каштановая песчаная почва.

– АЗС №3, г. Волжский (N 48°48'40.38'' E 44°48'04.31''), в 300 м от сталеплавильного цеха ОАО «Волжский трубный завод», светло-каштановая песчаная почва.

Центральная зона:

– заброшенная АЗС Тракторозаводского района Волгограда (N 48°48'58.72'' E 44°35'59.31''), северная окраина Волгограда; с 2004 года не эксплуатируется, расположена на равнинной поверхности на расстоянии 4.6 км от ОАО «Тракторная компания «ВГТЗ». Тип почвы – светло-каштановая песчаная.

– окрестности Волжской ГЭС (N 48°49'53.31'' E 44°42'45.74''), левый берег Волги напротив Волжской ГЭС, в радиусе 50 километров нет ни одного химического предприятия. Участок находится в двух метрах от р. Волги, замер сделан после схода паводковых вод, во время паводковых разливов расстояние от места отбора проб до уреза воды в реке уменьшается до 0.5 м. Территория является природоохранной и водоохранной зоной, расположена на насыпной надпойменной террасе р. Волги. Почва аллювиальная дерновая песчаная.

Пойма:

– санитарно-защитная зона (СЗЗ) Речпорта (N 48°49'12.62'' E 44°41'12.41''), левый берег р. Волги напротив Речпорта, в 8.7 км от АО «Волгоградский металлургический комбинат «Красный Октябрь».

– АЗС №2, рабочий поселок (р. п.) Средняя Ахтуба (N 48°44'53.91'' E 44°50'08.40''), в радиусе 50 км нет химических предприятий. Среднеахтубинский район. Расположена на вершине склона в Волго-Ахтубинской пойме, в надпойменной террасе р. Ахтубы.

Почвы СЗЗ Речпорта и АЗС №2 – аллювиальные дерновые песчаные.

Отбор проб почв проводили с глубины 0–20 см по ГОСТу 17.4.3.01–83; органический углерод (гумус) определяли по И.В. Тюрину со спектрофотометрическим окончанием, ГОСТ 26213–91; плотность – по Н.А. Качинскому, ГОСТ 5180–84; влажность – весовым методом, ГОСТ 28268–89. Анализировали валовое содержание элементов I (*Zn*, *Pb*, *As*), II (*Co*, *Ni*, *Cu*, *Cr*), III (*Sr*, *V*) классов опасности на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ (г. Ростов-на-Дону) рентгенофлуоресцентным методом на приборе «Спектроскан МАКС-GV».

Результаты и их обсуждение

Фоновая концентрация цинка в почвах Волгоградской области, определенная 45 лет назад, составляла 25–65 мг/кг, меди – 0.40–4.0, мышьяка – 6.3, кобальта – 5–10 [Дегтярева,

Жулидова, 1970]. Проведенные Г.К. Лобачевой с соавторами в 2006 г. исследования накопления тяжелых металлов в почвах северной части Волгограда в зоне деятельности металлургического комбината «Красный Октябрь» определили интервалы изменения концентраций свинца – 4.7–14.8, цинка 7.3–10.6, концентрация ртути стабильна – 0.05 мг/кг [Лобачева и др., 2008]. В аллювиально-луговых почвах Волго-Ахтубинской поймы выявлены следующие значения ТМ: As – 5.1 мг/кг, Cu – 23.1, Hg – 0.03, Pb – 9.2, Zn – 60.8, Co – 6.8, Ni – 35.1 [Кретинин и др., 2006]. Фондовых данных по содержанию в почвах агломерации хрома, стронция и ванадия нами не найдено. Остров Голодный, расположен напротив Центральной набережной Речпорта, между двумя рукавами Волги. Его интенсивно размывает половодье. В 6 км от него на правом берегу Волги расположен металлургический комбинат «Красный октябрь». Почвенный покров претерпел значительные изменения, это перемешано-насыпные культурные отложения легкого гранулометрического состава с трансформированным профилем и наличие антропогенных включений (обломки кирпичей, шифера, стекла). Содержание ТМ в верхнем 0–20 см слое достигает: As – 5.5 мг/кг, Cu – 6.1, Hg – 0.008, Pb – 413.0, Zn – 40.0, Co – 2.4, Ni – 13.7 [Околелова и др., 2014a].

Анализы светло-каштановых почв агломерации, проведенные нами ранее в 2006–2009 гг. выявили следующее: концентрация цинка достигает 488.7 мг/кг, меди – 182, свинца – 34.3, никеля – 33, мышьяка – 12.7, кобальта – 10. Полученные нами данные за 2010–2012 годы показали, что концентрация цинка изменяется в интервале 29.4–195.0 мг/кг, свинца – от 7.5 до 26.9, мышьяка – с 3.5 до 8.0, кадмия – 0.1–0.2 [Околелова и др., 2012, 2013, 2014a, 2014б]. В 2012 г. в светло-каштановой почве южной части Волгограда нами была выявлена аккумуляция цинка от 34 до 304 мг/кг и концентрация свинца, равная 17–28 мг/кг в зоне деятельности нефтехимического предприятия [Спиридонова и др., 2010, Околелова и др., 2014б].

Результаты анализов представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 1

Свойства почв агломерации

Table 1

Soil properties of agglomeration

Показатель	Северная пригородная зона			Центральная зона		Пойма	
	АЗС № 1	АЗС № 3	Железная дорога	Заброшенная АЗС	ГЭС	СЗЗ Речпорта	АЗС № 2
$C_{орг}$, %	0.8	2.7	2.8	2.6	2.6	0.6	3.4
a %	6.0	7.5	5.8	5.8	6.6	6.0	5.1
d , г/см ³	0.9	0.5	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8
V , мг/кг	81.15	62.85	82.28	58.18	84.56	97.91	75.96
Sr , мг/кг	202.49	282.45	182.61	132.15	158.82	218.61	188.01
Co , мг/кг	15.98	8.36	14.16	8.94	17.61	21.92	10.92
Ni , мг/кг	55.79	37.33	52.99	40.42	56.47	65.12	50.48
Cu , мг/кг	55.34	43.32	54.91	33.67	50.88	64.13	56.35
Cr , мг/кг	130.24	183.10	109.67	81.90	119.91	119.18	119.98
As , мг/кг	10.15	13.93	7.43	4.39	8.71	11.21	9.00
Zn , мг/кг	77.06	162.09	93.49	106.76	82.25	73.77	52.30
Pb , мг/кг	50.77	46.18	12.36	9.3	18.77	30.31	20.05

Примечание: почва АЗС № 1 глинистая, остальные почвы – песчаные, погрешность 0.5–3%; a – влажность почвы; d – плотность почвы.

Таблица 2

Средние значения содержания ТМ в изученных почвах, мг/кг

Table 2

The average content of heavy metals in studied soils, mg/kg

ТМ	ПДК	Среднее значение содержания ТМ в светло-каштановых почвах	Среднее значение содержания ТМ в аллювиальных почвах	Среднее значение содержания ТМ по зонам			Среднее значение содержания ТМ в почвах агломерации
				Центр	Север	Пойма	
1	2	3	4	5	6	7	8
V	150	75.02	86.14	2.60	75.43	16.42	78.00
Sr	2	208.93	188.46	6.20	222.52	57.80	192.71
Co	-	13.80	16.82	0.75	12.83	60.24	14.02

Окончание таблицы 2
End of table 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Ni	20	49.67	57.36	71.37	48.70	119.58	51.49
Cu	33	49.12	57.12	145.49	51.19	10.11	51.59
Cr	90	128.61	119.69	13.28	141.00	63.04	122.52
As	2,0	9.92	9.64	48.45	10.50	25.18	9.15
Zn	55	104.92	69.44	42.28	110.88	16.42	90.47
Pb	32	34.14	23.04	100.91	36.44	57.80	25.60

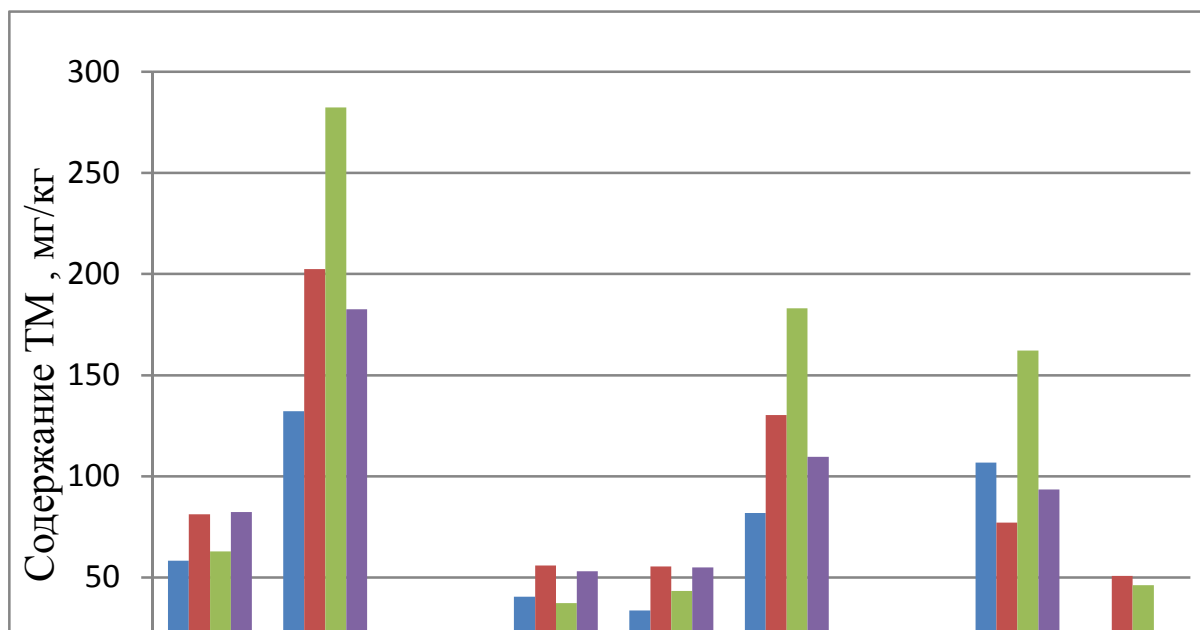


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в светло-каштановых почвах, мг/кг
Fig. 1. The content of heavy metals in light chestnut soils, mg/kg

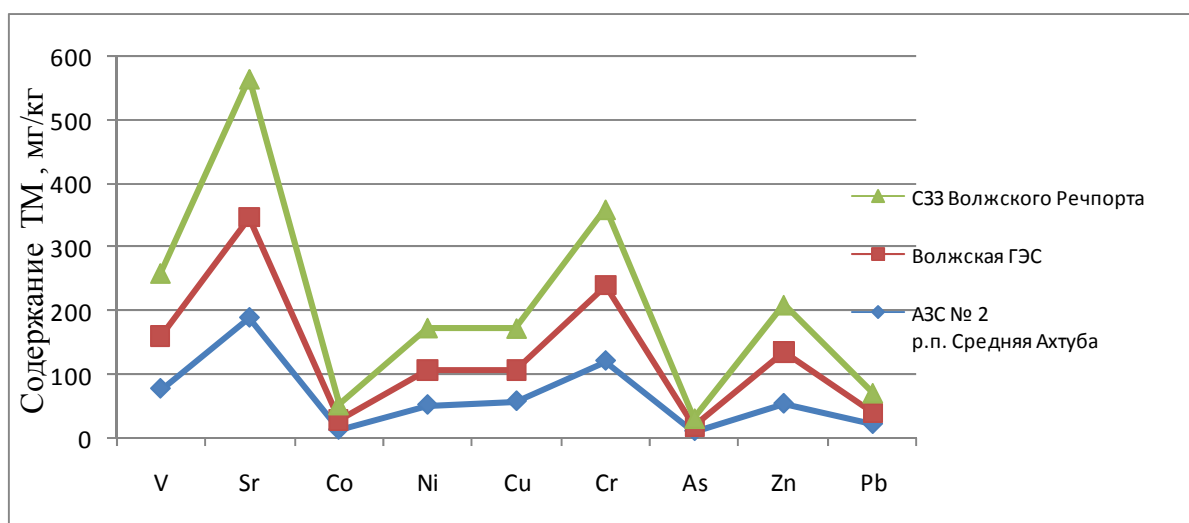


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в аллювиальных почвах, мг/кг
Fig. 2. The content of heavy metals in alluvial soils, mg/kg

Анализ данных, приведенных в таблице 1, показывает, что максимальная концентрация химических элементов в почвах практически вдвое выше минимальной, наименьший интервал

изменения концентрации – у ванадия и никеля – в 1.4 раза, наибольший – у свинца (в 50 раз) и мышьяка – в 3.2 раза. Превышение ПДК выявлено в почвах всех исследуемых объектов для *Ni*, *Zn*, *As*, локально – для *Pb*, *Cr*, *Cu*.

Повышенное накопление *Ni*, *Zn* и *As* было выявлено нами и в предыдущих исследованиях почв агломерации [Околелова и др., 2012, 2013, 2014а, 2014б].

Значительное накопление элементов в светло-каштановых почвах характерно для почв АЗС №3 г. Волжского (*Cr*, *Sr*, *As*, *Zn*), АЗС №1 г. Волжского (*Co*, *Cu*, *Ni*, *Pb*), железной дороги рядом с АЗС №1 г. Волжского (*V*) в связи с тем, что эти объекты находятся в промышленной зоне г. Волжского, где расположены такие заводы, как ОАО «Волжский абразивный завод», ОАО «Волтайр-Пром» (Волжский шинный завод), ОАО «Волжский трубный завод»: Минимальная концентрация большей части элементов обнаружена в почве заброшенной АЗС Тракторозаводского района г. Волгограда: *V*, *Co*, *Cu*, *Cr*, *As*, *Pb*, в почвах АЗС №3 – *Ni*, АЗС №1 г. Волжского – *Zn*.

Обогащение почв органическим углеродом ($C_{орг}$) в почвах заброшенной АЗС, АЗС №3, железной дороги сопоставимо – 2.6–2.8%, в почве СЗЗ Речпорта – 0.6%, АЗС №1 г. Волжского – 0.8%, АЗС №2 – 3.4%. По литературным данным содержание гумуса в 5 разрезах аллювиально-луговых насыщенных почв поймы изменяется в пределах 2.2–5.7% [Кретинин и др., 2006]. Полагаем, что органический углерод в почвах агломерации может быть не только естественно-го, но и антропогенного происхождения [Кокорина и др., 2012]. Влажность почв колеблется от 5.8 до 7.5 %, плотность – от 0.5 до 0.9 г/см³.

В исследуемых аллювиальных почвах были обнаружены следующие закономерности: превышение ПДК выявлено во всех почвах для *Ni*, *Cr*, *As*, локально – для *Cu*, *Zn*; максимальное накопление исследуемых тяжелых металлов обнаружено в почве СЗЗ Речпорта, кроме цинка (его концентрация наибольшая в районе ГЭС); минимальная аккумуляция элементов обнаружена в почве АЗС №2 (*V*, *Ni*, *Co*, *Zn*), ГЭС – *Sr*, *Cu*, *As*, *Pb*; концентрация хрома одинакова во всех аллювиальных почвах. Нами установлено, что в аллювиальных почвах минимальный интервал изменения концентраций у *V* и *As* – в 1.3 раза, максимальный – у *Co* – в 2 раза, у *Pb* и *Zn* – в 1.6 раза. Наибольшая аккумуляция тяжелых металлов характерна для аллювиальных почв СЗЗ Речпорта, кроме *Cr*, его больше в почве АЗС и *Zn* – ГЭС. В почве ГЭС наименьшая среди аллювиальных почв концентрация *Pb*, *As*, *Cu*, *Sr*. Связи между накоплением ТМ и свойствами почв нами не выявлены.

В светло-каштановых почвах по сравнению с аллювиальными почвами выше содержание *Sr*, *Cr*, *Zn* и ниже – *V*, *Ni*, *Cu*, *As*, *Co*, *Pb* (см. рис. 1, 2).

Мышьяк при изменении окислительно-восстановительных условий устойчив в связи с его возможностью изменять аллотропную форму [Безуглова, Околелова, 2012]. Ограничения в его миграции могут быть связаны с его сорбцией на поверхности органических и минеральных коллоидов [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989]. Как показали наши исследования, его повышенные по сравнению с ПДК концентрации не превышают содержание мышьяка в почвообразующей породе, что может свидетельствовать об отсутствии загрязнения почв, а также о необъективности самой величины ПДК [Безуглова, Околелова, 2012; Околелова и др., 2013, 2014а].

Цинк легко адсорбируется не только минеральными, но и органическими компонентами, поэтому в большинстве типов почв наблюдается его аккумуляция в поверхностных горизонтах [Ильин, 2002]. Его источником в почвах может быть истирание деталей автомашин, износ шин, оцинковка кузовных деталей и днища [Пшенин, 2003].

По данным Кабата-Пендиас, концентрация стронция в верхних горизонтах почв составляет 18–35000 мг/кг [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989]. По В.В. Ковальскому и Г.А. Андерановой допустимое содержание этого микроэлемента в почве находится в пределах 600–1000 мг/кг [Ковальский, Андеранова, 1970].

Диапазон содержания в почве ванадия изменяется от 5 до 600 мг/кг [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989, Колесников и др., 2008]. Количество хрома в почве обычно колеблется от 2 до 50 мг/кг. В песчаных почвах его доля составляет 30 мг/кг, в глинистых – 40 [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Околелова и др., 2012].

В верхнем слое почвы доля кобальта изменяется в широких пределах – от 1 до 40 мг/кг [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Мажайский, 2008]. Валовое накопление меди в черноземах составляет 16–30 мг/кг [Мажайский, 2008]. Никель образует устойчивые аквакомплексы, входит в состав катионных и хелатных соединений [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989], образует карбонаты. Это повышает его устойчивость в почве. Хром в почвах обычно содержится в количестве 2–50 мг/кг [Рэуце, Кырстя, 1986; Шеуджэн, 2003].

По результатам анализа содержания тяжелых металлов, проводимых нами ранее [Спиридонова и др., 2010], был построен аккумулятивный ряд микроэлементов, который показал,

что приоритетные места принадлежат *Zn* и *Pb*, самые низкие концентрации наблюдаются у *Hg*. Селективность ионного обмена можно описать следующей последовательностью: $Zn \geq Pb \geq Hg$

Превышение концентрации цинка по сравнению со свинцом подтверждается и нашими недавно проведенными исследованиями.

В обоих типах почв селективный ряд совпадает и имеет следующий вид:
 среднее по светло-каштановым почвам: $Sr \geq Cr \geq Zn \geq V \geq Cu \geq Ni \geq Pb \geq Co \geq As$;
 среднее по аллювиальным почвам: $Sr \geq Cr \geq V \geq Zn \geq Ni \geq Cu \geq Pb \geq Co \geq As$;
 среднее по агломерации: $Sr \geq Cr \geq Zn \geq V \geq Ni \geq Cu \geq Pb \geq Co \geq As$.

Очевидны изменения в накоплении ванадия и цинка, незначительные изменения – в концентрации меди и никеля. Аккумуляция стронция и хрома стабильно высокая, свинца, кобальта и мышьяка – наименьшая.

Установленную последовательность можно объяснить химическими свойствами элементов. По степени накопления тяжелых металлов в почвах можно также составить селективные ряды по убывающей:

V: СЗЗ Речпорта \geq ГЭС \geq Железная дорога \geq АЗС № 1 \geq АЗС № 2 \geq АЗС № 3 \geq заброшенная АЗС;
Sr: АЗС № 3 \geq СЗЗ Речпорта \geq АЗС № 1 \geq АЗС № 2 \geq Железная дорога \geq ГЭС \geq заброшенная АЗС;
Co и *Ni*: СЗЗ Речпорта \geq ГЭС \geq АЗС № 1 \geq Железная дорога \geq АЗС № 2 \geq заброшенная АЗС \geq АЗС № 3;

Cu: СЗЗ Речпорта \geq АЗС № 2 \geq АЗС № 1 \geq ГЭС \geq Железная дорога \geq АЗС № 3 \geq заброшенная АЗС;
Cr: АЗС № 3 \geq АЗС № 1 \geq АЗС № 2 \geq ГЭС \geq СЗЗ Речпорта \geq Железная дорога \geq заброшенная АЗС;
As: АЗС № 3 \geq СЗЗ Речпорта \geq АЗС № 1 \geq АЗС № 2 \geq Железная дорога \geq ГЭС \geq заброшенная АЗС;
Zn: АЗС № 3 \geq заброшенная АЗС \geq Железная дорога \geq ГЭС \geq АЗС № 1 \geq СЗЗ Речпорта \geq АЗС № 2;
Pb: АЗС № 3 \geq АЗС № 1 \geq СЗЗ Речпорта \geq АЗС № 2 \geq ГЭС \geq Железная дорога \geq заброшенная АЗС.

В почвах северной зоны максимально накопление *V*, *Sr*, *Cu*, *Cr*, *Zn*, поймы – *Co*, *Ni*, *As*, центральной зоны – *Pb*.

Из анализа полученных нами данных, очевидно, что наибольшее накопление основных химических элементов обнаружено в почвах таких объектов, как АЗС № 3, Речпорт, ГЭС, а наименьшее – в почве заброшенной АЗС.

Заключение

1. Во всех исследуемых почвах обнаружено: превышение ПДК *Ni* и *As*, в светло-каштановых – дополнительно *Zn*, а в аллювиальных почвах – *Cr*. Также локально в светло-каштановых почвах выявлено превышение ПДК *Pb*, *Cr*, *Cu*, а в аллювиальных почвах – *Cu*, *Zn*.

2. Для светло-каштановых почв максимальные концентрации элементов характерны на участках АЗС № 3 (*Cr*, *Sr*, *As*, *Zn*); АЗС №1 (*Co*, *Cu*, *Pb*); железной дороги (*V*, *Ni*). Минимальная концентрация элементов выявлена в светло-каштановых почвах заброшенной АЗС Волгограда (*V*, *Co*, *Cu*, *Cr*, *As*, *Pb*); АЗС №3 (*Ni*); АЗС №1 г. Волжский (*Zn*).

3. Для аллювиальных почв наибольшее накопление исследуемых тяжелых металлов обнаружено на участках Речпорта, кроме цинка (его концентрация наибольшая в районе ГЭС). Минимальная аккумуляция элементов в аллювиальных почвах установлена на участках АЗС №2 (*V*, *Ni*, *Co*, *Zn*) и ГЭС (*Sr*, *Cu*, *As*, *Pb*). Концентрация хрома одинакова во всех аллювиальных почвах.

4. В светло-каштановых почвах по сравнению с аллювиальными почвами выше содержание *Sr*, *Cr*, *Zn* и ниже – *V*, *Ni*, *Cu*, *As*, *Co*, *Pb*.

5. Накопление ТМ в почвах связано с влиянием промышленных объектов и ветровым режимом (розой ветров).

6. Главным фактором накопления ТМ является техногенез, который часто «перекрывает» влияние природных факторов почвообразования, часто не коррелирует со свойствами почв, но зависит от степени антропогенной нагрузки и химических свойств самих элементов.

Благодарности

Авторы глубоко признательны заведующему кафедрой почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета, Ростов–на-Дону, профессору Владимиру Стефановичу Крыщенко за помощь.

Список литературы References

1. Безуглова О.С., Околелова А.А. 2012. О нормировании содержания мышьяка в почвах. Живые и биокосные системы, 1: 1–11.



- Bezuglova O.S., Okolelova A.A. 2012. On the regulation of the content of misaka in soils. *Zhivye i biosnye sistemy*, 1: 1–11. (in Russian)
2. Дегтярева Е.Д., Жулидова А.Н. 1970. Почвы Волгоградской области. Волгоград, Нижне-Волжское книжное издательство, 320.
- Degtyareva E. D., Zhulidova A. N. 1970. *Pochvy Volgogradskoj oblasti* [Soils of the Volgograd region]. Volgograd, Nizhne-Volzhskoe knizhnoe izdatel'stvo, 320. (in Russian)
3. Ильин В.Б. 2002. Тяжелые металлы в городских почвах. *Сибирский экологический журнал*, 9 (3): 285–292.
- Il'in V.B. 2002. Heavy metals in urban soils. *Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal* [Contemporary Problems of Ecology], 9 (3): 285–292. (in Russian)
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. 1989. Микроэлементы в почвах и растениях. М., Мир, 439.
- Kabata -Pendias A., Pendias H. 1989. *Mikrojelementy v pochvah i rastenijah* [Trace elements in soils and plants]. Moscow, Mir, 439. (in Russian)
5. Ковальский В.В., Андеранова Г.А. 1970. Микроэлементы в почвах СССР. М., Наука, 179.
- Kovalsky V.V., Andrianova G.A. 1970. *Mikrojelementy v pochvah SSSR* [Trace elements in soils of the USSR]. Moscow, Nauka, 179. (in Russian)
6. Колесников С.И., Пономарева С.В., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. 2008. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами: Ва, Мн, Sb, Sn, Sr, V, W. Ростов-на-Дону, Эверест, 176.
- Kolesnikov S. I., Ponomareva S. V., Kazeev K. Sh. Valkov V. F. 2008. *Jekologicheskie posledstvija zagrjaznenija pochv tzhzhelymi metallami: Ba, Mn, Sb, Sn, Sr, V, W* [Environmental consequences of soil pollution by heavy metals: Ba, Mn, Sb, Sn, Sr, V, W]. Rostov-on-don, Everest, 176. (in Russian)
7. Кретинин В.М., Брагин В.В., Кулик К.Н., Шишкунов В.М. 2006. Редкие и исчезающие почвы Природных парков Волгоградской области. Волгоград, ВНИАЛМИ, 144.
- Kretinin V.M., Bragin V.V., Kulik, C.N., Shishkanov V.M. 2006. *Redkie i ischezajushhie pochvy Prirodnih parkov Volgogradskoj oblasti* [Rare and endangered soils Natural parks of the Volgograd region]. Volgograd, VNIALMI, 144. (in Russian)
8. Лобачева Г.К., Заикин И.А., Карпова А.В., Макаров О.А., Колодницкая Н.В., Осипов В.М., Филиппова А.И. 2012. Рекультивация техногенно-нарушенных земель и инженерно-мелиоративные подходы к формированию озеленительных территорий для оздоровления окружающей среды. Волгоград, Изд-во ВолГУ, 390.
- Lobacheva G.K., Zaikin I.A., Karpova V.A., Makarov O.A., Kolodnitskaya N.V., Osipov V.M., Filippova A.I. 2012. *Rekul'tivacija tehnogenno-narushennyh zemel' i inzhenerno-meliorativnye podhody k formirovaniju ozelenitel'nyh territorij dlja ozdorovlenija okruzhajushhej sredy* [Recultivation anthropogenic-disturbed lands and engineering and reclamation approaches to the formation of green areas for environmental improvement]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 390. (in Russian)
9. Мажайский Ю.А. 2008. Нейтрализация загрязненных почв. Рязань, 528.
- Magiske Y.A. 2008. *Nejtralizacija zagrjaznennyh pochv* [Neutralization of contaminated soils]. Ryazan, 528. (in Russian)
10. Околелова А.А., Рахимова Н.А., Желтобрюхов В.Ф. 2012. Оценка накопления тяжелых металлов в почвах Волгограда. Волгоград, ВолГТУ, 80.
- Okolelova A.A., Rakhimova N.A., Zheltobryuhov V.F. 2012. *Ocenka nakoplenija tzhzhelyh metallov v pochvah Volgograda* [Assessment of heavy metals accumulation in soils of Volgograd]. Volgograd, VolGTU, 80. (in Russian)
11. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф., Куницына И.А., Кожевникова В.П. 2013. Особенности содержания мышьяка в почвах различных регионов европейской части Российской Федерации. Экология урбанизированных территорий, (4): 87–89.
- Okolelova A.A., Zheltobryuhov V.F., Kunitsyna I.A., Kozhevnikova V.P. 2013. *Peculiarities of arsenic in soils of different regions of the European part of the Russian Federation. Jekologija urbanizirovannyh territorij*, (4): 87–89. (in Russian)
12. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф., Егорова Г.С., Рахимова Н.А., Кожевникова В.П. 2014а. Содержание и нормирование тяжелых металлов в почвах Волгограда. Волгоград, ВолГТУ, 144
- Okolelova A.A., Zheltobryuhov V.F., Egorova G.S., Rakhimova N.A., Kozhevnikova V.P. 2014a. *Soderzhanie i normirovanie tzhzhelyh metallov v pochvah Volgograda* [Content and regulation of heavy metals in soils of Volgograd]. Volgograd, VolGTU, 144. (in Russian)
13. Околелова А.А., Желтобрюхов В.Ф., Егорова Г.С., Кастерина Н.Г., Мерзлякова А.С. 2014b. Особенности почвенного покрова Волгоградской агломерации. Волгоград, ВГАУ, 224.
- Okolelova A.A., Zheltobryuhov V.F., Egorova G.S., Kasterina N.G., Merzlyakova A.S. 2014b. *Osobennosti pochvennogo pokrova Volgogradskoj aglomeracii* [Features of the soil cover of the Volgograd agglomeration]. Volgograd, VGAU, 224. (in Russian)
14. Пшенин В.Н. 2003. Актуальные вопросы оценки загрязнения почвенного покрова вблизи автомагистралей. В кн.: Труды Всероссийского научно-практического семинара «Экологизация автомобильного транспорта». СПб., МАНЭБ, 83–88.
- Pchelin V. N. 2003. *Current issues assessment of soil contamination near the highways. In: Trudy Vserossijskogo nauchno-prakticheskogo seminar "Jekologizacija avtomobil'nogo transporta"* [Proceedings of the All-Russian scientific-practical seminar "Greening road transport"]. Saint-Petersburg, MANEB, 83–88. (in Russian)
15. Рэуце К., Кырстя С. 1986. Борьба с загрязнением почв. М., Агропромиздат, 221.



Reuse K., Cirstea S. 1986. Bor'ba s zagrjazneniem pochv [Pollution of soils]. Moscow, Agropromizdat, 221. (in Russian)

16. Спиридонова И.В., Околелова А.А., Кокорина Н.Г., Иванова А.С. 2010. Динамика изменения содержания валовых форм тяжелых металлов в почвах Волгограда. Плодородие, (4): 42–44.

Spiridonova I.V., Okolelova A.A., Kokorina N.G., Ivanova A.S. 2010. Dynamics of changes in the content of total forms of heavy metals in the soils of the Volgograd. Plodorodie, (4): 42–44. (in Russian)

17. Шедужен А.Х. 2003. Биогеохимия. Майкоп, ГУРИИП «Адыгея», 1028.

Sheudzhen A.H. 2003. Biogeoхимija [Biogeochemistry]. Майкоп, GURIP "Adygea", 1028. (in Russian)

УДК 551.435.162(470.325)

**СОВРЕМЕННОЕ ОВРАГООБРАЗОВАНИЕ КАК МОЩНЫЙ ФАКТОР
УНИЧТОЖЕНИЯ ПЛОДОРОДНЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**
**MODERN GULLYING AS A POWERFUL FACTOR OF DESTRUCTION
OF FERTILE LAND BELGOROD REGION**

В. А. Хрисанов¹, С. Н. Колмыков²
V.A. Hrisanov¹, S.N. Kolmykov²

¹ Белгородский юридический институт МВД России, 308024, г. Белгород, ул. Горького, 71

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

¹ Belgorod Law Institute of the Ministry of Interior of Russia, 71, Gorky St, Belgorod, 308024, Russia

² Belgorod state national research university, 85, Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: akhrisanov@bsu.edu.ru; kolmykov@bsu.edu.ru

Ключевые слова: линейная эрозия, овраги, балки, водная эрозия, интенсивность оврагообразования, рост оврагов, районирование, борьба с оврагами.

Key words: linear erosion, ravines, girder, water erosion, gullying intensity, growth gullies, zoning, control of gullies.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы проявления линейной эрозии, анализируются природные факторы оврагообразования и их антропогенная активизация. Дается количественная характеристика интенсивности проявления современных оврагов и раскрывается динамика их развития. Отмечается дифференциация оврагообразования по различным ступеням современного рельефа. Приводятся количественные данные стационарных исследований развития оврагов в Борисовском и Грайворонском районах, позволяющие сделать вывод о том, что за последние 50 лет наблюдается активизация оврагообразования на территории Белгородской области. В немалой степени это связано с хозяйственной деятельностью человека, особенно вырубка лесов, распашка склонов, пойменных лугов и несоблюдение соответствующих агротехнических мероприятий. Отмечается также то, что в целях предотвращения негативных последствий оврагообразования необходимо соблюдать агротехнические, лесотехнические мероприятия. При этом особую роль должны сыграть инженерные мероприятия, направленные на приостановление развития современных оврагов, которые ежегодно уничтожают тысячи гектаров плодородных земель. В статье также раскрываются принципы районирования территории Белгородской области по степени интенсивности оврагообразования.

Resume. The article deals with the symptoms of linear erosion, gullying analyzed environmental factors and human-induced activation. It gives a quantitative description of the intensity of contemporary ravines and revealed the dynamics of their development. There differentiation gullying at different levels of the modern landscape. Keywords: wind erosion, deflation, dunes, sand ridges, dust storms, aeolian processes, the degree of soil deflation, forecast. Quantitative data stationary studies of gullies in Borisov and Graivoronsky District, leads to the conclusion that in the last 50 years there has been intensification of gullying in the Belgorod region. To a large extent this is due to human activities, particularly deforestation, plowing slopes, floodplain meadows and failure to comply with the relevant technical measures. It is also noted that in order to prevent the negative effects of gullying observe agronomic, forestry activities. This special role to play engineering measures aimed at the suspension of the development of modern gullies, which annually kill thousands of hectares of fertile land. The article also reveals the principles of zoning of the Belgorod region in the degree of intensity of the gullying.

На территории Белгородской области интенсивно проявляются эрозионные процессы, в том числе и линейная эрозия. Доля эродированной пашни составляет сегодня 54%, тогда как в среднем по Центрально-Черноземным областям – только 21%. Ежегодно с полей области смывается до 3,5 млн.т. почвы и более, из-за интенсивного роста оврагов ежегодно выбывают из сельскохозяйственного оборота сотни гектаров пашни [Лукин, 2004].

Факторы оврагообразования. На образование оврагов влияют такие факторы как рельеф, климат, растительный покров. Глубина расчленения рельефа в области колеблется в диапазоне 15–100 м. Большую часть территории занимают районы со средним и значительным расчленением (60–80 и 80–100 м) [Петин, 2005]. Именно на площадях значительного и сильного вертикального расчленения в наибольшей степени проявляются процессы оврагообразования. Наиболее интенсивно овраги развиваются на крутых склонах южной экспозиции. Особенно активизация развития и образование новых оврагов наблюдается в период ливневых осадков и на склонах слабозадернованных растительным покровом, интенсивной вырубке леса и распашке склонов.

Дифференциация оврагообразования на территории Белгородской области. Современная дифференциация оврагообразования области определяется особенностям литолого-

геоморфологических комплексов, которые заметно меняются от русел рек в направлении водоразделов:

1. Русла рек и искусственные водоемы являются зачастую нижней точкой базиса эрозии оврагов.

2. Поймы рек со спокойным, ровным рельефом, склонных к заболачиванию. Оврагообразование здесь практически не наблюдается [Антимонов, 1959].

3. Надпойменные террасовые слабоволнистые широкие поверхности, сложенные древнеаллювиальными отложениями, имеющих слабый уклон в сторону реки, отделенные друг от друга пологими уступами. Ширина террас колеблется от 1 до 6 км [Юдина, Долгих, 2004]. Наиболее отчетливо они выражены по долинам рек Ворскла, Северский Донец, Псел, Оскол, Тихая Сосна. В этих условиях оврагообразование проявляется слабо, более интенсивно здесь овраги проявляются на склонах уступов террас и в отдельных случаях наблюдается их антропогенная активизация.

4. Придолинные склоны и овражно-балочные системы характеризуются расчлененным рельефом с неодинаковой крутизной склонов. Это способствует разной степени интенсивности проявления плоскостного смыва и оврагообразования.

5. Водораздельные всхолмленные останцовые, водораздельные пологоволнистые, плосковершинные пространства. Литологической основой здесь являются мело-мергельные породы, покрытые толщей перигляциально-делювиально-элювиальных песчано-глинистых отложений палеогена и четвертичного периода [Антимонов, 1959]. Породы отличаются высокой пористостью и легко поддаются размыву. В целом развитие оврагов в пределах плакорного типа местности протекает менее интенсивно.

Морфометрический анализ рельефа. Наряду с полевыми исследованиями мы провели и морфометрический анализ определенных морфологических элементов рельефа, которые способствуют образованию и развитию овражно-балочной сети. В целом густота эрозионной сети по территории Белгородской области распределяется крайне неравномерно: она колеблется в пределах 0.2–2 км/км². Минимальные значения характерны для северной части области и приурочены к верховьям бассейна реки Сейм. В этом районе рельеф характеризуется сглаженными формами водоразделов шириной 3.0–5.0 км, с абсолютными отметками 270–276 м. Глубина эрозионного вреза балок и оврагов составляет 10–20 м. Коэффициент густоты эрозионного расчленения не превышает 0.8 км/км², а в верховьях р. Сейм 0.2–0.3 км/км² [Петина, Гайворонская, Белоусова, 2009].

Для северо-западной части области свойственна средняя степень эрозионного расчленения – от 1 до 1.8 км/км². Здесь овраги довольно глубокие и имеют ветвистую форму. Наибольшими значениями коэффициентов густоты эрозионного расчленения (1.5–2.0 км²) характеризуется вся восточная часть области, а также левобережная часть бассейна р. Северский Донец и бассейн р. Оскол в среднем его течении. Здесь глубина вреза оврагов и балок достигает 50–75 метров [Петин, 2013].

Динамика оврагообразования. Основной движущей силой возникновения и развития оврагов является водная эрозия – размыв и разрушение поверхности земли текучей водой. В отличие от плоскостного смыва, когда текучая вода смывает весь поверхностный слой на склоне, при оврагообразовании действует в основном линейная водная эрозия.

Наши наблюдения показывают, что на территории области овраги проходят определенные стадии развития: в начале образуется весьма неглубокая эрозионная борозда – рытвина, а затем образуется промоина, превращающаяся в овраг [Хрисанов, Михайликов, 2012].

Овраги на территории области бывают самых различных размеров. Так, например, длина оврагов на склоне Долгой горы в окрестностях города Грайворона достигает более одного км, глубина до 5 м. Скорость роста оврагов в длину, в среднем 5–10 м в год, а в ширину – 3–5 м в год и более. Глубина оврагов ограничивается положением базиса эрозии, т.е. отметки уровня водоема, в который впадают овраги.

Понижение базиса эрозии вызывает активизацию роста оврага и его углубление. Овраг растет вершиной вверх по склону вплоть до водораздельной линии. Одновременно происходит и его углубление и расширение за счет размыва склонов оврага и появления боковых рытвин. При достижении оврагом водораздельной линии, а устьем – базиса эрозии, развитие оврага затухает. Его дно выполаживается, склоны покрываются растительностью. Овраг полностью утрачивает свою размывающую деятельность и превращается в балку, отрицательную форму рельефа с плоским дном и пологими задернованными склонами (рис. 1). На территории Белгородской области насчитывается тысячи таких балок [Хрисанов, Бахаева, 2011].



Рис. 1. Балка в Борисовском районе
Fig. 1. The beam in the Borisovsky District

Активно развивающиеся овражно-балочные системы на территории Белгородской области создают сильно расчлененный рельеф и увеличивают уклоны земной поверхности, что приводит к активизации плоскостного смыва и линейного размыва. Склоны оврагов и балок зачастую активизируют и другие экзогенные процессы, такие как оползни, осыпи, карст, суффозия. В результате эрозионных процессов происходит как размывание горных пород вместе с почвами и их снос со склонов (денудация), так и их накопление на нижних уровнях рельефа (аккумуляция) [Хрисанов, 2000].

Наши исследования показывают, что на территории Белгородской области наблюдается три основных типа оврагов: береговые – прорезающие склоны берегов речной долины или склоны балок (рис. 2); склоновые – это овраги вышедшие за бровку склона берега или склона; донные – зародившиеся на днище балок.



Рис. 2. Пример берегового оврага в Грайворонском районе
Fig. 2. Example of a coastal ravine in Graivoronsky District

В области большинство оврагов имеют крутые склоны особенно распространенных в лессовидных суглинках.

Наряду с действующими оврагами довольно широкое распространение получили балки и лощины. Эти формы рельефа имеют неодинаковый возраст. Они подразделяются на древние и современные. Наиболее крупные балки с хорошо задернованными склонами образовались еще в доледниковую эпоху и 30% из них имеют донные врезы современных оврагов.

Наряду с экспедиционными полевыми исследованиями мы в течение 5 лет проводили стационарные наблюдения на четырех оврагах в Грайворонском и Борисовском районах. В результате проведенных исследований установлено, что овраги в среднем растут со скоростью 3–5 м в длину и 2–3 м в ширину в год. Анализ карты уклонов земной поверхности показал, что в пределах области более 80% территории имеют уклон земной поверхности от 0 градусов до 3 градусов. Наши исследования по динамике развития оврагов показали, что наибольшие скорости роста оврагов отмечаются в начальном этапе развития оврагов и могут достигать 20–50 м/год и более, а в дальнейшем скорости роста оврагов уменьшаются и полной зрелости развития овраги достигают через 50–150 лет. На склонах южной экспозиции эта величина развития оврагов больше на порядок величин, а на склонах крутизной более 5° скорость роста оврагов увеличиваются на 2–3 м.

Анализ карты по экспозиции склонов позволил сделать следующие выводы: общая площадь склонов южной экспозиции на территории области в 1.5 раза больше, чем склонов северной экспозиции и именно они подвержены более интенсивному оврагообразованию.

Полевые исследования, анализ картографического материала, литературных данных, дешифрирования космоснимков позволили получить следующие количественные данные. На сегодня в области насчитывается крупных действующих склоновых оврагов 350 штук, а небольших и средних 8500 штук и небольших донных оврагов, развивающихся на дне балок, 2200 штук. Сегодня в большей степени от эрозии почвы страдают восточные и юго-восточные районы: Красногвардейский, Алексеевский, Валуйский, Ровеньской и Новоскольский, в которых доля эродированных земель занимают 60–73% площади сельскохозяйственных угодий. Хорошо развитые овраги встречаются чаще на склонах долин рек – Ворскла, Северский Донец, Оскол, Айдар и др.

Антропогенная активизация современного оврагообразования. На территории Белгородской области нередки случаи появления новых и активизация существующих оврагов в результате хозяйственной деятельности человека. Особенно сильное антропогенное воздействие на оврагообразование происходит в связи с нарушениями при ведении распашки склонов. Так на полях сельскохозяйственного предприятия «Агроинвест» в Грайворонском районе в период ливней в июне 2015 года образовались огромные промоины длиной 50–100 м. Бывают случаи, когда по скотогонным тропам, глубоким бороздам по пашне, при дорожном строительстве и обваловывании лесных массивов образуются и активизируются склоновые овраги. Техногенные овраги, формируются при сбросе хозяйственных вод и прорывах трубопроводов.

Районирование по интенсивности оврагообразования. Анализ картографических материалов, полевых исследований, литературных данных, дешифрирования космических снимков позволили произвести районирование по интенсивности оврагообразования на территории Белгородской области (рис. 3). В этом плане есть пример произведенного районирования территории Белгородской области по интенсивности смыва как плоскостным смывом, так и оврагами [Смолянинов, Шмыков, 1998]. Однако, при этом выделенные авторами границы эрозионных районов в отличие от выделенных нами не всегда совпадают. Это вызвано тем, что плоскостной смыва и оврагообразование имеют различный морфогенез.

Из рисунка видно, что на территории области в обобщенном виде выделяются три района и участки в той или иной мере отличающиеся друг от друга по интенсивности оврагообразования.

1. Район весьма интенсивного оврагообразования расположен в степной зоне в бассейнах рек Оскол, Тихая Сосна, Черная Калитва, Айдар площадью около 600 тыс. га. Здесь преобладает склоновый тип местности с сильно расчлененным рельефом. Расчлененность территории района составляет 1.5 км/км², глубина местных базисов эрозии достигает 140 м. Общая площадь оврагов составляет 1.3%, плотность оврагов местами достигает 3 оврага на 1 км². В этом районе выделяется отдельный участок (1а на рис. 1), который расположен на слабонаклонных террасах рек Оскол и Валуй. На этом участке в условиях равнинного рельефа овраги слабо развиты. Их общая площадь составляет всего 0.5%. Плотность оврагов местами достигает 3 оврага на 1 км², в среднем 2 оврага на 1 км².

2. Район интенсивного оврагообразования расположен в бассейнах рек Оскол, Тихая Сосна, Усердец, Потудань на площади 625 тыс. га. Расчлененность территории довольно высокая 1.4 км/км², глубина местных базисов эрозии – 150 м. Крутизна склонов колеблется от 0° до 5°. Площадь оврагов составляет 1.2%. В почвенном покрове преобладают черноземы типичные и выщелоченные в сочетании с серыми лесными и черноземами карбонатными.

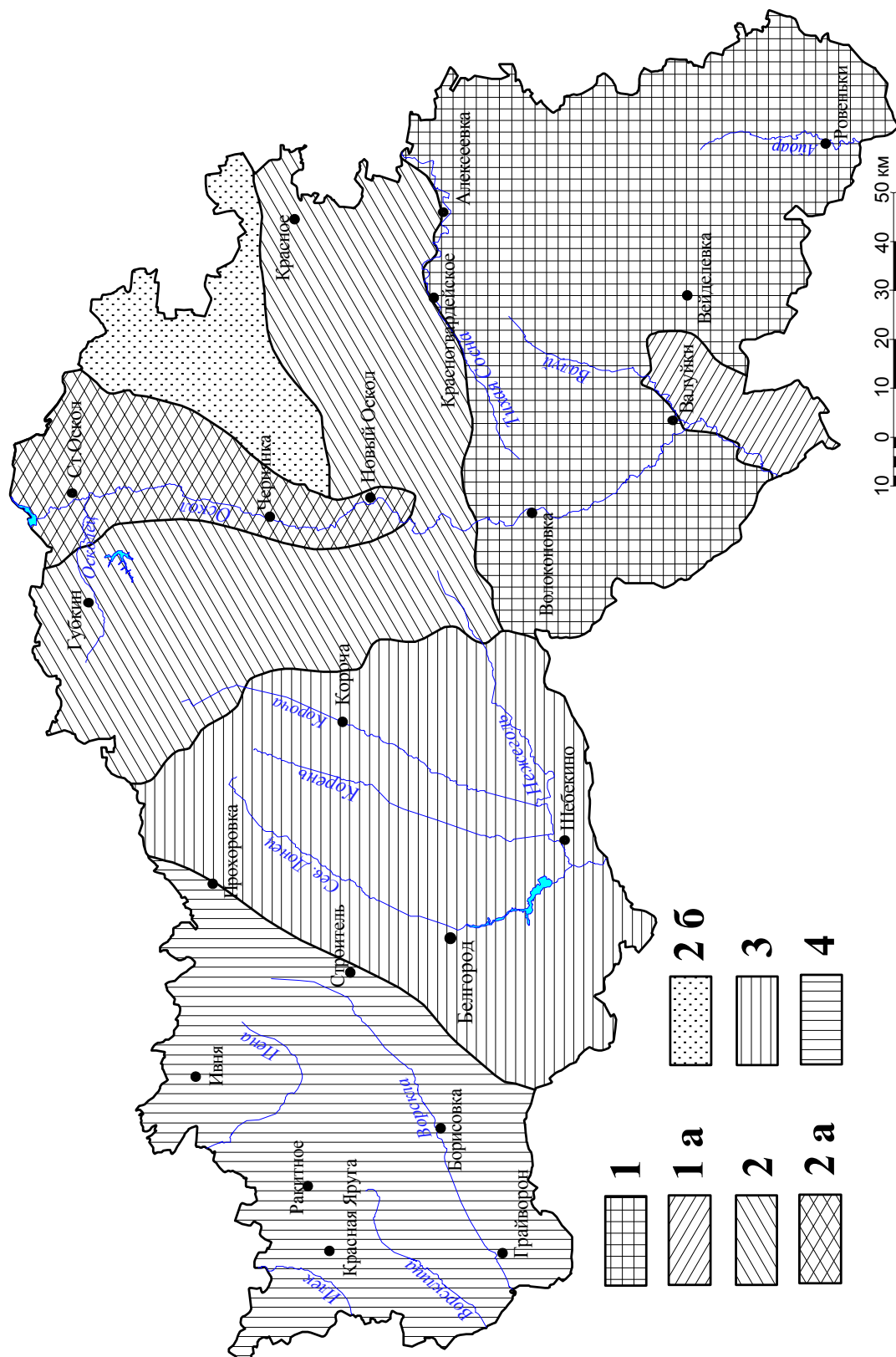


Рис. 3. Карта-схема районирования оврагообразования на территории Белгородской области
Fig. 3. Schematic map of zoning of the gullying in the Belgorod region

В этом районе отдельно выделяются два участка, отличающихся от общего фона района, с более малой интенсивностью развития оврагов: 2а – участок со слабым развитием оврагов занимает 125 тыс. га расположен на песчаных террасах р. Оскол и в целом территориях Старооскольского, Чернянского и Новооскольского районов. Площадь склонов крутизной 0–2° составляет 60%. Расчлененность территории равна 1 км/км², глубина местных базисов эрозии – 100 м. Площадь оврагов всего лишь 0.5%. Плотность оврагов – 1.5 оврага на 1 км².

2б – участок со средним развитием оврагов занимает площадь 179 тыс. га и расположен на территории между верховьями рек Потудань и Усердец. Расчлененность территории равна 1.1 км/км², глубина местных базисов эрозии – 130 м. Наиболее распространенными почвами являются черноземы типичные и выщелоченные. Эти природные факторы обусловили развитие оврагов на площади 0.7%.

3. Район средней интенсивности оврагообразования расположен в бассейнах рек Северский Донец, Нежеголь, Короча площадью 732 тыс. га. Расчлененность территории 1.3 км/км². Площадь склонов крутизной 0–2° составляет 42%, а более 5° – лишь 11%. Глубина местных базисов эрозии – 140 м. Почвенный покров представлен черноземами. В этих условиях развитие оврагов несколько замедляется и их общая площадь составляет 1%. Плотность оврагов составляет 1 овраг на 1 км².

4. Район слабой интенсивности оврагообразования расположен в бассейнах рек Псел, Пена, Ворскла на площади 517 тыс. га. Район характеризуется относительно спокойным рельефом: преобладают местности с крутизной склонов 0–2° (50%) и 2–3° (30%), а на долю склонов крутизной 3–5° приходится лишь 10%. Расчлененность территории 1.2 км/км², глубина местных базисов эрозии – 105 м. В этих природных условиях общая площадь оврагов составляет всего 0.6%. Плотность оврагов здесь составляет 0.2 оврага на 1 км², лишь несколько больше на северо-западе в Ивнянско-Псельском участке и достигает 0.3–0.5 оврага на 1 км².

В каждом из выделенных районов встречаются небольшие участки с более интенсивным оврагообразованием. Это связано с сочетанием благоприятных природных и антропогенных факторов. В первом районе таких участков насчитывается 120, во втором – 80, в третьем – 28. В основном это участки с развитием склоновых оврагов.

Суммируя эрозионную деятельность оврагов во всех выделенных районах необходимо отметить, что ежегодно водами на склонах крутизной 3–5° смывается до 300–450 тонн почвы, из них 20% смывается и выносится оврагами. Сегодня из 2145,8 тыс. га сельхозугодий области 1597 тыс. га (60%) поражено эрозией, из них линейной эрозией – 26.2 тыс. га. В среднем на одно хозяйство приходится до 10 действующих оврагов. А в некоторых хозяйствах юго-востока области их число достигает 50–100 и более [Смолянинов, Шмыков, 1998].

Одним словом, овраги наносят колоссальный ущерб для экономики области и требуют организации современных мер борьбы с ними.

Современные меры борьбы с негативными последствиями оврагообразования. Главной задачей в борьбе с оврагами является максимальное сокращение поверхностного стока за счет увеличения просачивания вод в почвы, грунты и хорошо продуманное водоотведение от верхушек оврагов. И все это достигается инженерными, агротехническими и лесотехническими мероприятиями.

Инженерные мероприятия направлены в основном на устройство несложных гидротехнических сооружений для перехвата и отвода поверхностного стока воды: водозадерживающих и водоотводных валов, водосборных лотков, бурение скважин в верховьях оврагов. По дну оврагов необходимо возводить систему запруд для гашения энергии размывающего потока. Участки активного размыва необходимо засыпать грунтом и укреплять с помощью каменной наброски и бетонных плит.

К агротехническим мероприятиям относится обработка почв и посевов культур поперек склона. Наиболее крутые участки склонов с пашней необходимо засеивать многолетними травами, которые резко замедляют образование новых оврагов. Кроме того, на полях, подверженных эрозии, используют специальные почвозащитные севообороты. При этом ежегодно распашиваемые участки чередуются с полями, занятыми многолетними культурами.

К лесотехническим методам борьбы с эрозионными процессами относится создание системы лесных полос на междуречьях и склонах, обсаживание кустарниковой растительностью борта, верхушки оврагов и балок [Хрисанов, 2015]. При всем этом мы важное значение придаем профилактическим мероприятиям, направленным на недопущение зарождения новых оврагов и стабилизации существующих, а также недопущение антропогенной активизации оврагов в результате нерациональной хозяйственной деятельности человека.

Выводы

1. Характер эрозионного расчленения Белгородской области в первую очередь определяется морфологией и генезисом рельефа, на котором развиваются овраги. И их интенсивность проявления и развития напрямую связана как с энергетическим потенциалом современного рельефа, так и со структурно-литологическими, климатическими и антропогенными факторами.

2. Немаловажное значение для оврагообразования имеют также гидрометеорологические условия. Из многих метеорологических факторов, влияющих на формирование оврагов, основными являются количество осадков их интенсивность и распределение во времени.

3. В Белгородской области появление и рост оврагов и промоин происходит не только во время летних ливней, но и весной в период снеготаяния. Активная эрозия участков оврага, сложенных легко размываемыми породами, приурочена ко времени интенсивного таяния скопления снега в самом овраге. В крупных оврагах и балках образуются потоки со значительной энергией, при которых возникают и развиваются донные овраги.

4. Сложное взаимодействие разнообразных соподчиненных природных факторов в области обусловили своеобразную мозаичность овражно-балочной системы, различающуюся по своему генезису и своей морфологии.

5. На территории области выделяются участки с разной степенью расчлененности. Их сопоставление на местности показало четко выраженную приуроченность оврагов к склонам с энергией рельефа 100–180 м, а также к участкам с наибольшей крутизной склонов.

6. Стационарные наблюдения образования и развития оврагов позволяют отметить, что овраги на склонах с уклонами 5° и более растут в среднем в длину от 0.1 м до 10 м в год и в ширину от 0.1 м до 5 м и более. Единовременно овраги могут вынести от 100 до 1000 м³ и более почв и рыхлых отложений.

7. Анализ природных факторов, количественных данных оврагообразования позволили произвести районирование исследуемой территории по степени интенсивности проявления современного оврагообразования и выделить четыре района значительно отличающихся друг от друга.

8. Интенсивное оврагообразования на территории Белгородской области ежегодно уничтожает сотни гектаров плодородных земель, что требует активизации проведения современных комплексных мер по борьбе с оврагами. При этом наряду с агротехническими, лесотехническими мероприятиями особое внимание обратить на инженерные, направленные на строительство коротких водосливных лотков, размещенных друг под другом и подвешенных к балкам под консольным перепадом таким образом, чтобы обеспечивать перелив воды с одного лотка на другой. Это образует искусственное вертикальное меандрирование потока, при котором скорость и энергия потока падают.

Список литературы References

1. Антимонов Н.А. 1959. Природа Белгородской области. Белгород, Книжное издательство, 293.
Antimonov N.A. 1959. Priroda Belgorodskoj oblasti [The nature of the Belgorod region]. Belgorod, Knizhnoe izdatel'stvo, 293. (in Russian)
2. Лукин С.В. 2004. Государственный контроль за сохранением плодородия почв в Белгородской области. В кн.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. Материалы международной научной конференции (г. Белгород, 13–16 сентября 2004 г.). М., Белгород, Изд-во БелГУ: 192–194.
Lukin S.V. 2004. The state control of soil fertility conservation in the Belgorod region. In: Problemy prirodopol'zovaniya i jekologicheskaja situacija v Evropejskoj Rossii i sopredel'nyh stranah. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii [Problems of nature and ecological situation in the European part of Russia and neighboring countries. Proceedings of the International Scientific Conference (Belgorod, 13–16 September 2004)]. Moscow, Belgorod, Izd-vo BelGU: 192–194. (in Russian)
3. Петин А.Н. 2005. Экзогенные геологические процессы. В кн.: Атлас Белгородской области. Природные ресурсы и экологическое состояние. Белгород, 32–33.
Petin A.N. 2005. Exogenous geological processes. In: Atlas Belgorodskoj oblasti. Prirodnye resursy i jekologicheskoe sostojanie [Atlas of the Belgorod region. Natural resources and ecological status]. Belgorod, 32–33. (in Russian)
4. Петин А.Н. 2013. Экзогенные процессы рельефообразования равнинных территорий (на примере Белгородской области). Белгород, КОНСТАНТА, 148.
Petin A.N. 2013. Jekzogenne processy rel'efoobrazovanija ravninnyh territorij (na primere Belgorodskoj oblasti) [Exogenic processes of relief formation lowland areas (for example, the Belgorod region)]. Belgorod, KONSTANTA, 148. (in Russian)

5. Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. 2009. Эрозионные процессы на территории Белгородской области. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 9/2 (11): 109–117.

Petina V.I., Gaivoronskaya N.I., Belousova L.I. 2009. Erosion processes in the Belgorod region. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 9/2 (11): 109–117. (in Russian)

6. Смольянинов В.М., Шмыков В.И. 1998. Оценка интенсивности почвенно-эрозионных процессов в Белгородской области. В кн.: Региональные проблемы прикладной экологии. Белгород, Белгородский гос. университет: 146–148.

Smoljaninov V.M., Shmykov V.I. 1998. An intensity estimate of soil erosion in the Belgorod region. In: Regional'nye problemy prikladnoj jekologii [Regional problems of applied ecology]. Belgorod, Belgorodskij gos. universitet: 146–148. (in Russian)

7. Хрисанов В.А. 2000. Использование результатов геоморфологических исследований при геоэкологической оценке территории ЦЧО и сопредельных районов. В кн.: Проблемы экологической геоморфологии. Белгород, Изд-во БелГУ: 76–77.

Hrisanov V.A. 2000. Using the results of geomorphological studies with geo-ecological assessment of the territory of Central Black Earth region and adjacent areas. In: Problemy jekologicheskoy geomorfologii [Problems of ecological geomorphology]. Belgorod, Izd-vo BelGU: 76–77. (in Russian)

8. Хрисанов В.А. 2015. Проблемы экологической безопасности города Белгорода. В кн.: Безопасное развитие территорий. Белгород: 36–44.

Hrisanov V.A. 2015. The problems of ecological safety of the city of Belgorod. In: Bezopasnoe razvitie territorij [The safe development of territories]. Belgorod: 36–44. (in Russian)

9. Хрисанов В.А., Бахаева Е.А. 2011. Современные геоморфологические процессы на территории Белгородской области и их антропогенная активизация. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 16 (15): 209–215.

Hrisanov V.A., Bahaeva E.A. 2011. Modern geomorphological processes in the Belgorod region and activation of anthropogenic. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 16 (15): 209–215. (in Russian)

10. Хрисанов В.А., Михайликов В.Л. 2012. О мерах по обеспечению экологической безопасности Белгородской области. Проблемы правоохранительной деятельности. Международный научно-теоретический журнал, (1): 38–44.

Hrisanov V.A., Mihajlikov V.L. 2012. On measures to ensure environmental safety of the Belgorod region. Problemy pravoohranitel'noj dejatel'nosti. Mezhdunarodnyj nauchno-teoreticheskij zhurnal [Problems of law-enforcement activity. The International scientific-theoretical magazine], (1): 38–44. (in Russian)

11. Юдина Ю.В., Долгих А.В. 2004. Природно-ландшафтная дифференциация территории Белгородской области. В кн.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. Материалы международной научной конференции (г. Белгород, 13–16 сентября 2004 г.). М.; Белгород, Изд-во БелГУ: 175–178.

Judina Ju.V., Dolgih A.V. 2004. Natural Landscape differentiation in Belgorod region. In: Problemy prirodopol'zovanija i jekologicheskaja situacija v Evropejskoj Rossii i sopredel'nyh stranah. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii [Problems of nature and ecological situation in the European part of Russia and neighboring countries. Proceedings of the International Scientific Conference (Belgorod, 13–16 September 2004)]. Moscow, Belgorod, Izd-vo BelGU: 175–178. (in Russian)

УДК 556.16

**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕСЕННЕГО
СТОКА МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**
**LONGSTANDIG DYNAMICS OF BASIC ELEMENTS OF THE SPRING DRAIN OF
THE SMALL AND MIDDLE RIVERS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION**

А.В. Апухтин, М.В. Кумани
A.V. Apukhtin, M. V. Kumani

*Курский государственный университет, Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 35.
Kursk state university, 35, Radishchev St, Kursk, 305000, Russia
E-mail: apukhtin87@gmail.com, kumanim@yandex.ru*

Ключевые слова: половодье, слой весеннего стока, максимальные расходы воды, многолетняя динамика, коэффициент редуции.

Key words: high water, layer of a spring drain, maximum expenses of water, longstandig dynamics, coefficient of reduction.

Аннотация. Проведена оценка динамики весеннего стока средних и малых рек Центрального Черноземья, произошедшей в XX и начале XXI века. Определены периоды проявления изменений, их интенсивность и статистическая значимость. Составлены карты-схемы пространственного распределения коэффициентов редуции максимальных расходов воды, слоя стока и продолжительности половодья.

Выявлены периоды, характеризующиеся изменением средних значений элементов весеннего стока. Датами начала таких периодов являются: 1953, 1971, 1989 и 2002 годы. Статистически значимые изменения слоя стока половодья произошли в 1971 г. с коэффициентом редуции 0.5–0.7. Для максимальных расходов характерны значимые изменения в 1971 и 1989 гг., при этом коэффициент редуции колеблется от 0.35 до 0.7–0.8 и 0.5–1 соответственно. Особенностью многолетних колебаний продолжительности половодья после 1971 и 1989 гг. является его возрастание в восточной части района исследования, коэффициент редуции составляет здесь 1.3–1.5.

Resume. The assessment of changes of a spring drain of the middle and the small rivers of the Central Chernozem region which occurred in 20th and the beginning of the 21th century was carried out. Terms of manifestation of changes, their intensity and the statistical importance were determined. Schematic maps of spatial distribution of coefficients of the reduction of the maximum expenses of water, layer of the drain and duration of the high water were made up.

The periods which are characterized by change of the middle values of elements of a spring drain were revealed. Start dates of such periods are: 1953, 1971, 1989 and 2002 years. Statistically significant changes of a layer of a drain of a high water took place in 1971 with coefficient of the reduction 0.5–0.7. For the maximum expenses are characteristic significant changes in 1971 and 1989, while the coefficient of a reduction accordingly oscillate from 0.35 to 0.7–0.8 and 0.5–1. The feature of longstandig fluctuations of duration of a high water after 1971 and 1989 is its increase in east part of the area of research and the coefficient of a reduction makes here 1.3–1.5.

Введение

Наличие направленной динамики климатических изменений и проявление разнообразных факторов хозяйственного воздействия неминуемо приводят к изменению стока малых и средних рек, в том числе, стока весеннего половодья [Кумани, Апухтин, 2012]. В XX и начале XXI века стокоформирующие факторы меняли объем и интенсивность половодья. В различные моменты времени начинали действовать разнообразные факторы, так или иначе влияющие на сложные взаимосвязанные процессы, результатом которых является формирование слоя стока и максимальных расходов половодья. Кроме того, отмечается ряд изменений в формировании стока малых и средних рек Центрального Черноземья, связанных с хозяйственной деятельностью человека. За период хозяйственного освоения водосборов рек изменяется структура сельскохозяйственного производства, способы и приемы обработки почв, начинает применяться тяжелая сельскохозяйственная техника, проводятся агротехнические мероприятия и полесозащитное лесоразведение, выполняются комплексы лесозащитных, гидромелиоративных мероприятий, интенсивно строятся пруды и водохранилища [Кумани, 2003]. Одновременно отмечаются изменения климатических условий формирования талого стока, выраженные, в частности, в смене преобладающих типов атмосферной циркуляции [Андронников, Савченко, 2014] и, как следствие, в изменении температурного фона холодного периода, учащение оттепелей, меньшее промерзание почв и др.

Объекты и методы исследования

Границы изучаемого нами района определяются комплексно, исходя из административно-территориального и бассейнового принципа. Южной границей является государственная граница Российской Федерации и Республики Украина, северная и восточная - водоразделы бассейнов рек Днепр и Дон с бассейнами Оки и Волги. В исследуемую территорию входят как области Центрально-Черноземного района (Курская, Белгородская, Воронежская, Липецкая и Тамбовская области), так и частично или полностью территории других регионов (Брянская, Смоленская, Калужская, Орловская, Тульская, Рязанская, Пензенская, Саратовская области) (рис. 1).

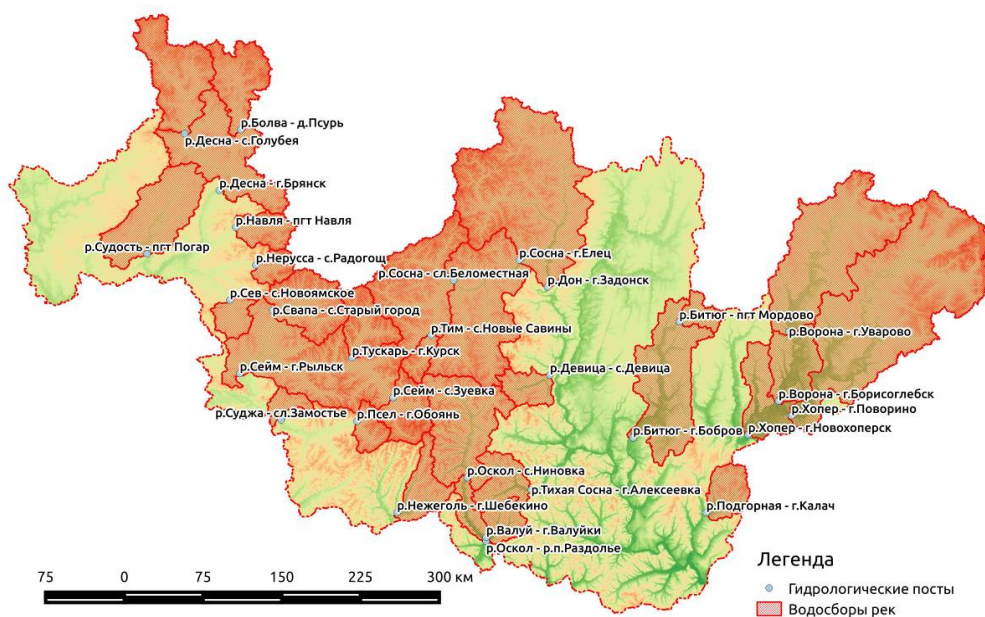


Рис. 1. Схема расположения бассейнов – объектов изучения
 Fig. 1. The plan of an arrangement of the basins – research objects

Изменения природных и хозяйственных условий формирования стока выявляются могут быть выявлены по результатам анализа данных многолетних наблюдений на сети гидрологических станций и постов Росгидромета. Существует ряд методов для качественного выявления и количественной оценки изменений характеристик стока весеннего половодья. Среди методов и приемов, позволяющих вскрыть неоднородность гидрометеорологических рядов, приведенных в [Методические рекомендации ..., 2010], нами использованы методы двойных и разностных интегральных кривых. Их использование обусловлено наличием длительных рядов наблюдений за гидрологическими параметрами, а так же простотой и наглядностью применения [Исаев, 1988]. Для проверки гидрологических рядов на стационарность нами использованы критерии Фишера и Стьюдента с введением поправок, учитывающих асимметрию рядов и внутрирядную связанность.

После выделения характерных периодов с различающимися характеристиками стока весеннего половодья определялось средние за период значения исследуемой величины. Отклонения от среднего значения за весь период наблюдений выражалось коэффициентом редукции (K_r). Полученные значения K_r экстраполировались между пунктами наблюдения (центрами тяжести водосборов) с применением функционала ГИС QGIS 2.8 для каждого из выявленных периодов с различающейся водностью.

Результаты и их обсуждение

В многолетней динамике основных характеристик весеннего стока Центрального Черноземья графоаналитическими методами выявлены периоды, характеризующиеся изменением средних значений. Датами начала таких периодов являются: 1953, 1971, 1989 и 2002 годы.

По выделенным периодам определены средние значения характеристик весеннего и годового стока, по которым вычислены коэффициенты редукции (K_r), характеризующие относительное отклонение средних за период величин от условной нормы – среднего за многолет-

ний период. Визуализация пространственного распределения коэффициента редукции максимального расхода (Q_{max}), слоя стока (Y) и продолжительности половодья (T), а так же статистическая значимость изменений представлены на рисунках 2–4.

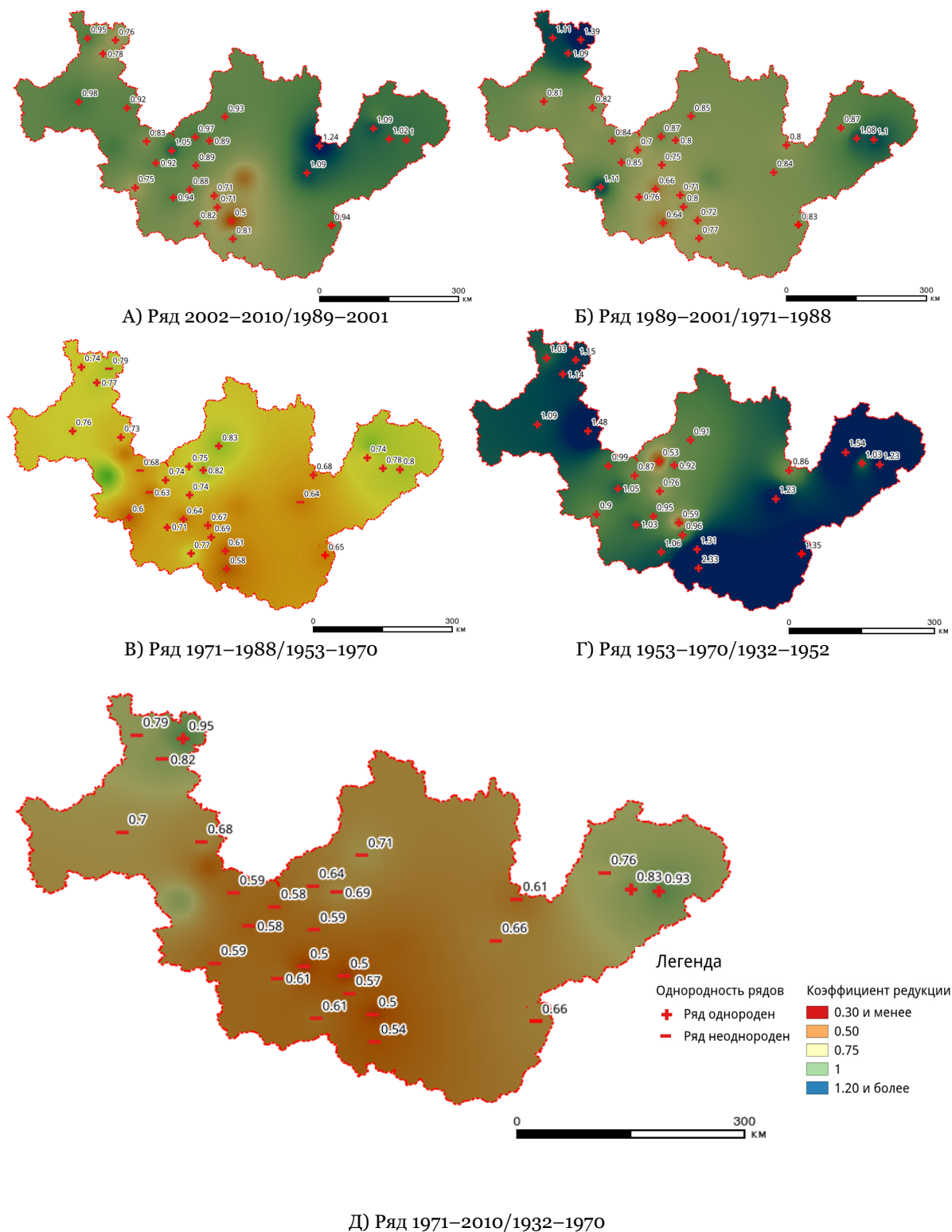


Рис. 2. Коэффициент редукции слоя стока половодья (Y)
 Fig. 2. The coefficient of a reduction of a layer of a drain of a high water (Y)

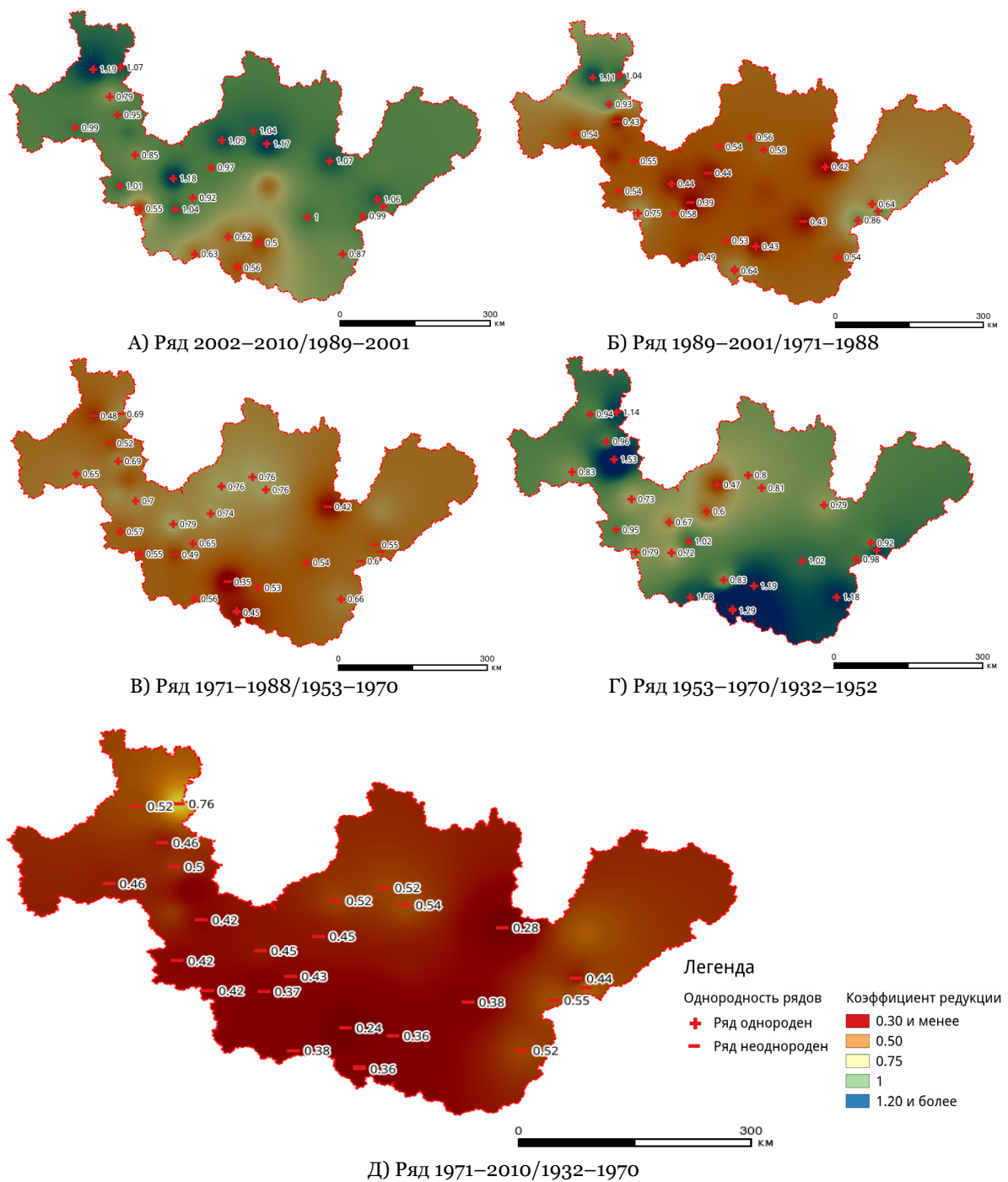


Рис. 3. Коэффициент редукции максимальных расходов воды (Q_{max})
 Fig. 3. The Coefficient of a reduction of the maximum expenses of water (Q_{max})

Для слоя весеннего стока в период 1953–1970/1932–1952 (см. рис. 2Г) небольшую тенденцию к снижению имеют реки центра исследуемого района, при том что значения слоя стока половодья на северо-западе, юге и юго-востоке статистически не значимо увеличиваются.

Для выборки рядов за период 1971–1988/1953–1970 (см. рис. 2В) наибольшее относительное снижение Y характерно для южных водосборов, где K_r достигает 0.6–0.7, для рек севера района K_r составляет 0.7–0.8.

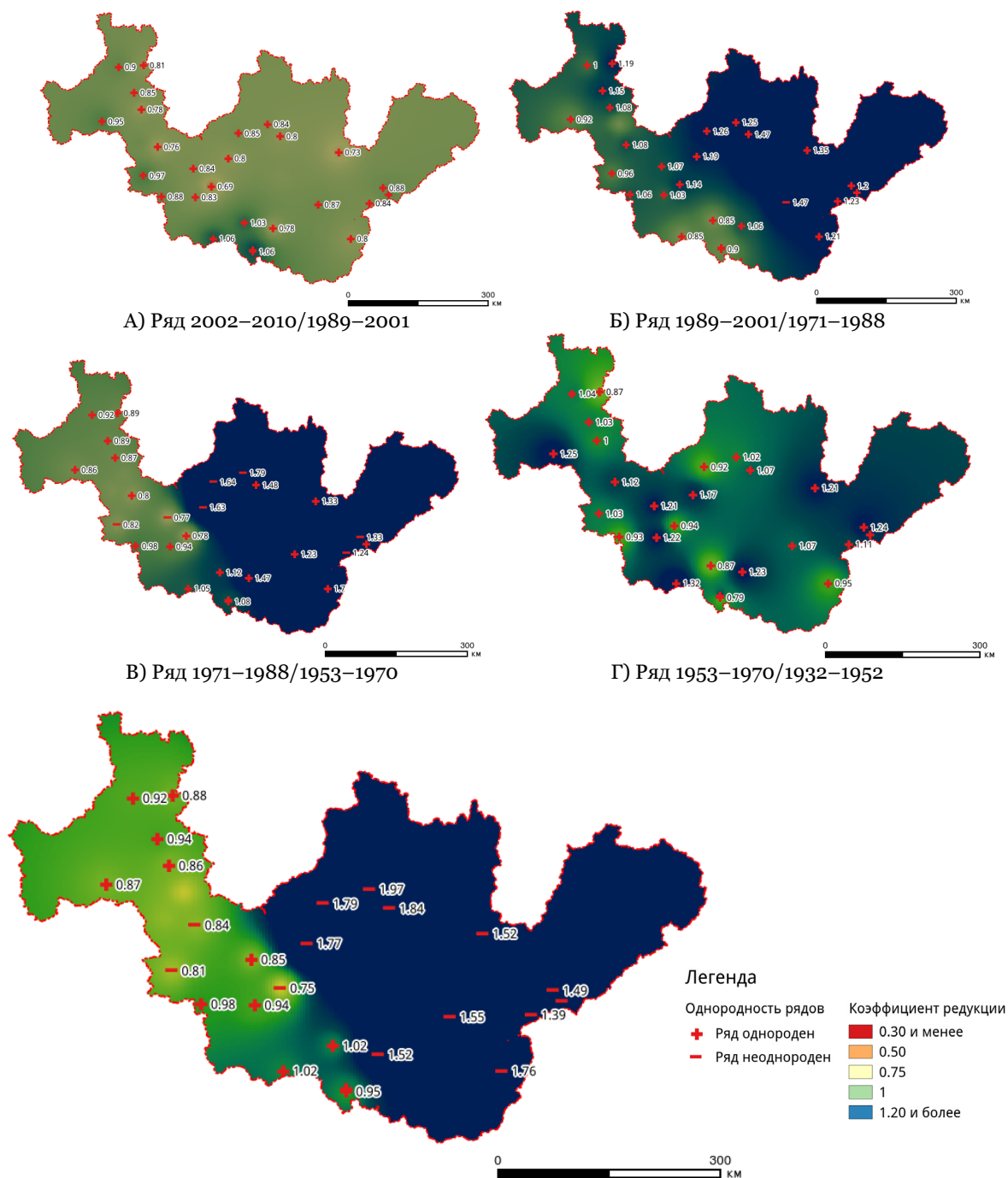


Рис. 4. Коэффициент редукции продолжительности половодья (Т)

Fig. 4. Coefficient of a reduction of duration of a high water (T)

В период 1989–2001/1971–1988 (см. рис. 2Б) для центральной части района исследования относительное изменение слоя стока возрастает с севера на юг от 0.85 до 0.6. Для рек Ворона, Битюг, Хопер на востоке и Десна, Болва, Судость, Навля на северо-западе Кг колеблется около 1. Похожая картина складывается в период 2002–2010/1989–2001 (см. рис. 2А) для центральной части, где отмечается статистически не значимое снижение слоя стока.

При рассмотрении выборки за период 1971–2010/1932–1970 (см. рис. 2Д) следует отметить, что на подавляющей территории многолетние ряды слоя весеннего стока статистически не однородны. Однородными являются ряды слоя стока половодья гидрологических постов Болва – Псурь, Хопер – Новохоперск, Хопер – Поворино. Кг закономерно увеличивается от 0.5 на юге (реки Оскол, Тихая Сосна, Сейм), до 0.8–0.95 на севере (реки Болва, Десна, Хопер).

Статистически значимые изменения максимальных расходов характерны для 1971 и 1989 гг. Именно в эти годы произошедшие изменения в условиях формирования максимальных расходов воды привели к существенному снижению Q_{\max} . Коэффициент редукиции колеблется для периода 1971–1988/1953–1970 от 0.35 (г.п. Оскол-Ниновка) до 0.7–0.8 в центральной части района исследования (реки Тускарь, Тим, Сосна, Дон) (см. рис. 3В). В период 1989–2001/1971–1988 (см. рис. 3Б) наибольшее относительное снижение максимальных расходов характерно для рек Тускарь, Сосна, Битюг, Навля, Нерусса (K_r колеблется в пределах 0.4–0.5). В северо-западной части исследуемого района (реки Десна и Болва) значение K_r составляет около 1, т. е. относительных изменений фактически нет.

Пространственное распределение коэффициента редукиции за период 1971–2010/1932–1970 (см. рис. 3Д) показывает статистически значимое снижение максимальных расходов воды для всех рассматриваемых гидрологических постов. K_r для рек Курской, Белгородской и Воронежской областей составляет от 0.3 до 0.45. При движении на север, K_r возрастает, достигая 0.5–0.7 в створах рек Болва, Десна, Сосна, Дон, Хопер, Подгорная.

При рассмотрении динамики значений продолжительности половодья за период 1953–1970/1932–1952 (см. рис. 4Г) не выявлено направленности изменений. В этот период коэффициент редукиции T колеблется около 1, мало изменяя свое значение от водосбора к водосбору.

Характерной особенностью многолетних колебаний T в периоды 1971–1988/1953–1970 (см. рис. 4В) и 1989–2001/1971–1988 (см. рис. 4Б) является его возрастание в восточной части района исследования, и K_r составляет здесь 1.3–1.5. На западе и юго-западе, как правило статистически не значимо, продолжительности половодья снижается в период 1971–1988/1953–1970 и колеблется около 1 в период 1989–2001/1971–1988. Выборка 2002–2010/1989–2001 (см. рис. 4А) показывает слабовыраженную динамику к сокращению периода половодья, кроме рек юга (Оскол, Нежеголь).

В итоге, при рассмотрении выборки 1971–2010/1932–1970 (см. рис. 4Д) отмечается статистически значимое возрастание значений T в восточной части района исследования (преимущественно бассейн Дона). Для рек бассейна Северского Донца K_r составляет около 1, т. е. не наблюдается выраженных относительных изменений средних значений, ряды статистически однородны. На реках бассейна Днепра проявляется слабая тенденция к сокращению T , но эта тенденция, как правило статистически не значима.

Многолетняя динамика модуля годового стока не показывает статистически значимых изменений за весь период наблюдений (за исключением рек Тихая Сосна, Оскол, Тим, где ряды неоднородны и K_r составляет около 0.7). В частности, как показано ранее [Лисецкий и др., 2014], годовой сток р. Оскол уменьшился на 33% после поэтапного ввода Старооскольского водохранилища, завершившего к 1976 г., и поэтому в динамике среднегодовых расходов воды за все время наблюдений можно выделить три периода: 1933–1958 гг.; 1959–1975 гг. и последующее время.

Заключение

Таким образом, результаты анализа многолетних рядов основных характеристик весеннего стока малых и средних рек указывают на существование в пределах исследуемой территории серии квазистационарных режимов, даты наступления которых в большинстве случаев идентичны.

Проявлявшиеся в XX – начале XXI в. изменения климатических характеристик и комплекса хозяйственных мероприятий привели к формированию нового стационарного режима весеннего стока.

Исходя из критериев статистической значимости, наиболее существенная трансформация режима весеннего стока на всей территории Центрального Черноземья произошла в начале 1970-х гг. Начиная с этой даты, резко сокращаются слой весеннего стока и максимальный расход воды, изменяется продолжительность половодья. В другие исследованные нами периоды динамика элементов стока менее выражена и, как правило, статистически не значима.

Выявленные изменения максимального стока весеннего половодья значимы, а следовательно, их необходимо учитывать при выполнении гидрологических расчетов и прогнозов стока весеннего половодья. Проблема достаточно актуальна, так как завышение расчетных расходов воды и объемов стока весеннего половодья приводит к необоснованным затратам при проектировании и строительстве хозяйственных объектов, и снижение расчетных значений стока увеличивает риски природных и техногенных катастроф.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-35-50297.



Список литературы References

1. Андронников В.В., Савченко П.Д. 2014. Влияние основных форм атмосферной циркуляции на сток половодья. Гелиогеофизические исследования, 9: 5–9.
Andronnikov V. V., Savchenko P.D. 2014. Influence of the main forms of atmospheric circulation on a high water drain. Geliogeofizicheskie issledovaniya [Heliogeophysical research], 9: 5–9. (in Russian)
2. Исаев А.А. 1988. Статистика в метеорологии и климатологии. М., Издательство МГУ, 248.
Isaev A.A. 1988. Statistika v meteorologii i klimatologii [Statistics in meteorology and climatology]. Moscow, Izdatel'stvo MGU, 248. (in Russian)
3. Кумани М.В. 2003. Способы регулирования почвенно-эрозионных процессов и гидрологического режима агроландшафтов Центрально-Черноземной зоны. Автореф. дис. ... докт. с/х. наук. Курск, 49.
Kumani M.V. 2003. Sposoby regulirovaniya pochvenno-jerozionnyh processov i gidrologicheskogo rezhima agrolandschaftov Central'no-Chernozemnoj zony [Methods of regulation of soil and erosive processes and hydrological mode of agrolandscapes of the Central Chernozem zone]. Abstract. dis. ... doct. agricult. sciences. Kursk, 49. (in Russian)
4. Кумани М.В., Апухтин А.В. 2012. Современные изменения условий формирования слоя стока весеннего половодья рек Курской области. Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета, 1 (21). URL: <http://www.scientific-notes.ru/pdf/023-038.pdf> (18 сентября 2015).
Kumani M.V., Apukhtin A.V. 2012. Modern changes of conditions of formation of a layer of a drain of a spring high water of the rivers of Kursk region. Uchenye zapiski: jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta [Scientific notes: electronic scientific magazine of Kursk state university], 1 (21). Available at: <http://www.scientific-notes.ru/pdf/023-038.pdf> (accessed 18 September 2015). (in Russian)
5. Лисецкий Ф.Н., Павлюк Я.В., Кириленко Ж.А., Пичура В.И. 2014. Бассейновая организация природопользования для решения гидроэкологических проблем. Метеорология и гидрология, (8): 66–76.
Lisetskii F.N., Pavlyuk Ya.V., Kirilenko Zh.A., Pichura V.I. 2014. Basin organization of nature management for solving hydroecological problems. Meteorologija i gidrologija [Russian Meteorology and Hydrology], (8): 66–76. (in Russian)
6. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определение их расчетных значений по неоднородным данным. 2010. Санкт-Петербург, Нестор-История, 162.
Methodical recommendations about an assessment of uniformity of hydrological characteristics and definition of their calculated meaning about non-uniform facts, 2010. St. Petersburg, Nestor History. 162. (in Russian)

УДК 556.36 (470.325)(045)

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ РОДНИКОВ
УРОЧИЩА «МАРШАЛКОВО» (Г. СТРОИТЕЛЬ)**

**SEASONAL CHANGES OF SOME PARAMETERS OF SPRINGS TRACT
“MARSHALKOVO” (CITY STROITEL)**

**Г.А. Орехова, Л.Л. Новых
G.A. Orehova, L.L. Novykh**

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

Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: novykh@bsu.edu.ru

Ключевые слова: родники, дебит родника, нитратное загрязнение, ПДК (предельно допустимая концентрация), pH, кластерный анализ.

Key words: springs, the yield of spring, nitrate contamination, MPC (maximum permissible concentration), pH, cluster analysis.

Аннотация. Проведено мониторинговое изучение динамики дебита, pH и содержания нитратов в водах родников урочища «Маршалково». Выявлено, что родники являются малодобитными постоянными. Описаны закономерности сезонной динамики изучаемых показателей. Установлен зимний минимум и весенний максимум дебита родников, что является типичным для источников областей умеренного климата. Родниковые воды характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией. Не установлено четкой цикличности динамики концентраций нитратов в водах родников. Для одного из изученных родников актуальным является нитратное загрязнение.

Resume. The problem of studying the springs currently attracts more and more attention. The importance of protecting these objects are realized in many countries. We conducted a monitoring study of the dynamics of flow rate, pH and nitrates in springs tract "Marshakova". It is found that all the springs are erosion: they go out on the slopes or in the thalweg of the beam. It is revealed that the springs are marginal (small and insignificant) constant.

Describes the patterns of the seasonal dynamics of the studied parameters. Installed winter minimum and spring maximum flow-rate springs, which is typical for the source regions of temperate climate. Spring waters are characterized by neutral or slightly alkaline reaction, in conformity with the regulations SanPiN. More alkaline values of the reaction medium is characterized by water unequipped spring.

There is a clear cyclical dynamics of nitrate concentrations in springs. The average concentration of nitrates in waters is 16.4 mg/l, which does not extend beyond the standard SanPiN (45 mg/l), however, the fluctuations of the indicator is very significant: from 0.6 mg/l to 108.4 mg/l For spring, placed near to the private sector, the Stroitel is topical nitrate contamination.

Studied parameters show different trends of seasonal change. For debit minimum scores of different cluster "winter-autumn 2011", and maximum values – "spring-summer 2010". The change of the pH value of water indicates the degree of remoteness of the cluster "spring-summer 2011" with a maximum value of pH from the cluster with the minimum values, which includes seasons "winter 2009–fall 2010". For nitrates the cluster with the maximum content is "summer-autumn 2010", and the minimum value – "fall 2009 and winter 2011".

Введение

Проблема изучения родников в настоящее время привлекает все больше внимания. Важность охраны этих удивительных объектов осознана во многих странах. Значительное внимание родникам уделяется в Германии, Польше, Нидерландах, Скандинавских странах [Родники Беларуси, 2010]. В Канаде, имеющей огромные запасы чистых поверхностных вод, родники объявлены национальным достоянием. Как отмечают К.М. Ахмеденов с соавторами, исследованиями родников и родниковых урочищ занимаются британский ученый McКау, американец В. Kimbalt, итальянцы М. Tomaselli, D. Spitale, A. Petraglia [Ахмеденов и др., 2013]. Значительный объем работ по изучению родников проведен в Оренбургской области Ж.Т. Сивохиц [2005] в Белгородской области – А.Н. Петиным и Л.Л. Новых [2009].

Родники являются одними из часто посещаемых людьми мест, так как их водам зачастую приписывают целебные свойства. Некоторые родники располагаются на территориях ценных ландшафтных участков, имеющих природоохранное значение. В то же время питьевое значение родниковых вод требует отдельного обсуждения, так как участки их расположения и площади водосборов часто загрязнены отходами жизнедеятельности людей, что приводит к



загрязнению подземных вод. Тем не менее, у местных жителей сохраняется стойкое убеждение в их чистоте и преимуществах по сравнению с водопроводной водой. В связи с этим необходимо вести постоянный контроль качества воды родников, в том числе и сезонных изменений, чтобы иметь объективную информацию о возможной опасности.

Интерес к сезонной динамике параметров родников проявляется в разных регионах России, в частности детальное исследование проведено в г. Ижевске [Рылова и др., 2008].

Объекты и методы исследования

Мониторинговое исследование динамики дебита, pH и содержания нитратов в родниковых водах проводилось с сентября 2009 г. по август 2011 г. включительно для 4 родников урочища «Маршалково», расположенного в г. Строитель (Яковлевский район Белгородской области). Общая характеристика исследованных родников представлена в таблице 1.

Таблица 1

Общая характеристика родников

Table 1

General characteristics of springs

№ п/п	Название родника	Расположение	Элемент рельефа	Обустройство
1	–	Вблизи пересечения улиц Кривошеина и Мира	Склон балки, средняя часть	Асбестоцементная труба
2	«Прохладный»	Северная часть урочища	Тальвег балки	Комплекс сооружений
3	–	Южнее СОШ № 2	Склон балки, нижняя часть	Металлическая труба
4	–	В 20 м от родника № 3	Склон балки, нижняя часть	Не оборудован

При исследовании родников измерялись: дебит – объемным способом или с помощью «поплавка», содержание нитрат-ионов и pH – потенциометрически.

Кластерный анализ проводился в программе Statistica 6.0. В качестве меры близости выбрано Евклидово расстояние с одиночной связью (метод ближайшего соседа).

Результаты и их обсуждение

Исследование сезонной динамики дебита родников показало, что они относятся к типу малодобитных классов малых и незначительных (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика дебита исследованных родников

Table 2

Characteristics of flow rate of investigated springs

Родник	Дебит родников в среднем за год, л/с	Типы (классы) родников по дебиту	Изменение дебита ¹	Типы родников по изменению дебита
1	0.05	Малодобитный (малый)	1.6	Постоянный
2	0.08	Малодобитный (малый)	1.7	Постоянный
3	0.30	Малодобитный (незначительный)	1.3	Постоянный
4	0.27	Малодобитный (незначительный)	1.8	Постоянный

Примечание: ¹ – соотношение максимального дебита к минимальному в течение года.

Все исследованные родники являются постоянными по изменению дебита в течение года, так как соотношение максимального дебита к минимальному находится в интервале от 1:1 до 1:2.

В таблице 3 представлены некоторые статистические показатели для изучаемых параметров родников. Минимальное среднее значение дебита за два года исследования было отмечено в роднике №1, а максимальное – в роднике №3. Статистическая оценка различий между средними показала достоверность указанных минимума и максимума. Самая большая пестрота данных отмечена у родника №2, где коэффициент варьирования превысил 30%.

Во всех родниках, за исключением №4, во второй год исследования наблюдалось снижение дебита.

Таблица 3

Статистические показатели параметров родников урочища «Маршалково»

Table 3

Statistical indicators of the parameters of the springs of the tract "Marshalkovo"

Родник	Дебит		pH		Нитраты	
	Х _{ср.} , м ³ /сут.	V, %	Х _{ср.}	V, %	Х _{ср.} , мг/л	V, %
1	4.3	22	7.06	2	31.2	70
2	7.3	35	7.03	1	3.5	49
3	27.2	17	7.34	1	14.9	71
4	21.3	27	7.72	3	15.9	52

На рисунке 1 представлена сезонная динамика суммарного дебита родников. Наблюдаются отличия в объемах изливаемой родниками воды, но прослеживаются общие тенденции в сезонном изменении показателя, типичные для умеренного климата: наименьшее значение дебита родников наблюдается в зимний период, наибольшее – в весенний, что связано с таянием снега и выпадением осадков.

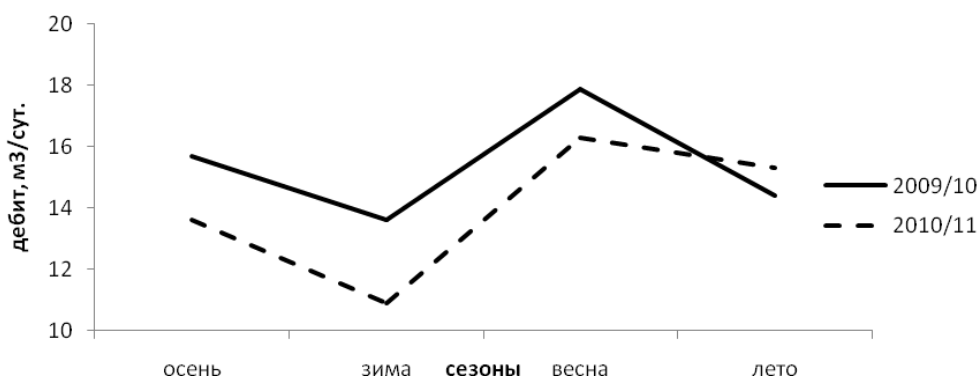


Рис. 1. Сезонные изменения суммарного дебита родников
Fig. 1. Seasonal changes in the total flow-rate of springs

Проведенные ранее исследования динамики дебита родника «Прохладный» (№2) позволяют установить некоторые тенденции изменения показателя. Дебит родника в 2000–2002 гг. составил, в среднем, 11.3 м³/сут., в 2009–2011 гг. – 7.3 м³/сут. Таким образом, можно полагать, что в течение 10 лет дебит родника уменьшился 1.5 раза. Статистическая оценка подтвердила достоверность уменьшения дебита родника.

pH вод изучаемых родников изменяется от 6.96 до 8.13, в среднем составляет 7.40. Минимальное среднегодовое значение pH отмечено у родника №2 – 7.03, а максимальное – у родника №4 – 7.72. Таким образом, воды исследованных родников относятся к нейтральным и слабощелочным, однако за пределы норматива (pH = 6–9) [СанПиН 2.1.4.1175-02, 2003] данный показатель не выходит.

Как и ожидалось, сезонная динамика pH выражена слабо (рис. 2). Это связано с логарифмическим характером самого показателя. В первый год исследования максимум pH был зарегистрирован осенью у родников №№1, 2, 3 и летом у родника №4; а минимум – весной у родников №№1, 2, летом – у №3, осенью – у №4. Во второй год максимум pH приходится на лето у родника №1 и осень у родников №№2, 3, 4; минимум – на лето у родников №№2, 4, на весну – у №3, зиму и лето – у родника №1. Аналогичные закономерности сезонного изменения pH (максимальные значения в летне-осенний период) отмечаются в публикациях для родников в верховьях р. Болховец (Белгородский район) [Прядко и др., 2012].

Оценка значимости различий значений pH родниковых вод с помощью критерия НСР показала: с вероятностью 95% можно утверждать, что в роднике №4 вода является наиболее щелочной, за ним следует родник №3. Различия же между pH вод родников №1 и №2 несущественны.

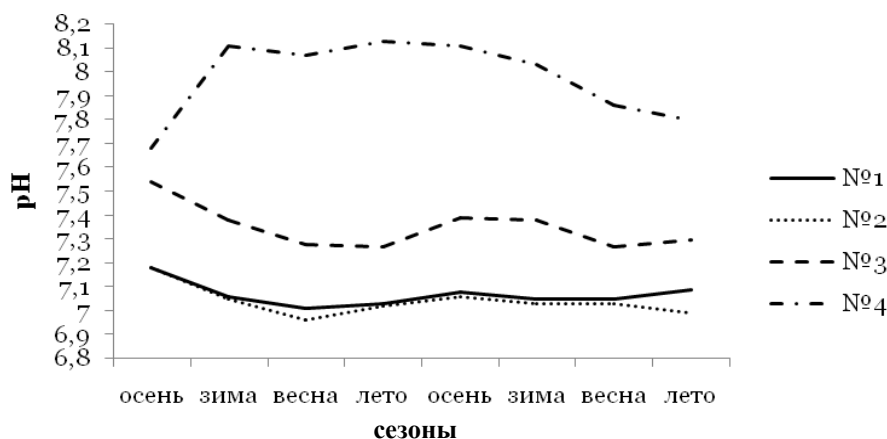


Рис. 2. Динамика pH вод родников по сезонам года
Fig. 2. Dynamics of pH water springs throughout the seasons

Некоторые аспекты динамики нитратного загрязнения исследуемых родников рассмотрены нами в работе Г.А. Ореховой и др. [2012]. Среднее содержание нитратов в водах родников составляет 16.4 мг/л, что не выходит за пределы норматива СанПиН (45 мг/л). Колебания показателя весьма значительны: от 0.6 мг/л у родника №2 до 108.4 мг/л у родника №1. На рисунке 3 показана динамика содержания нитратов в водах отдельных родников по сезонам года.

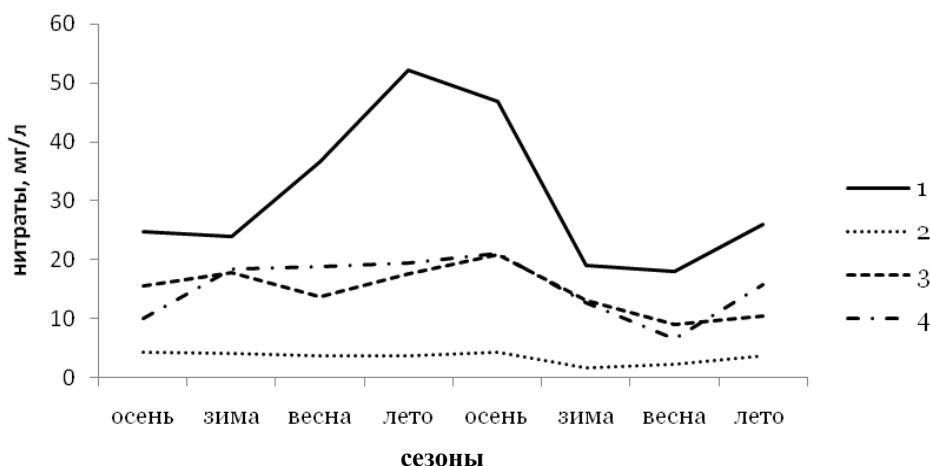


Рис. 3. Динамика содержания нитратов в водах родников по сезонам года
Fig. 3. Dynamics of nitrate in springs throughout the seasons

Самой загрязненной оказалась вода в роднике №1, который находится в непосредственной близости от частного сектора г. Строитель. Наиболее защищен от загрязнения нитратами родник №2, который расположен ниже всех остальных по рельефу. В первый год исследования максимум содержания нитратов в родниковых водах приходился на лето в родниках №№1, 4; на зиму и лето – в роднике №3, а минимум наблюдался весной в роднике №3, зимой – в роднике №1, осенью – в роднике №4. Родник №2 мы не обсуждаем в связи с низкими концентрациями нитратов и связанной с этим слабой выраженностью динамики их концентрации в его водах. Как отмечают А.Г. Корнилов с соавторами, селитебная нагрузка способствует увеличению концентрации нитратов в поверхностных водных объектах [Корнилов и др., 2014]. Ситуация с родником №2 свидетельствует, что необходимо учитывать не только близость источника загрязнения, но и гидрогеологические и геоморфологические особенности выхода родника на поверхность.

Во второй год исследования максимум во всех родниках приходится на осень, а минимум – на весну. Согласно существующим представлениям, динамика концентраций азота в грунтовых водах характеризуется четко выраженной цикличностью [Тютюнова, 1987].

Выделяют два относительных максимума – весенний и осенний. В регионах, где породы зоны аэрации представлены хорошо сорбирующими разностями (супеси, легкие суглинки, глины), осенний максимум может нивелироваться за счет выноса десорбированных количеств, поступивших в почву в летний период. Таким образом, нами не установлено четкой цикличности динамики концентраций нитратов в водах родников, полученные данные частично отличаются от обсуждаемых в литературе, что требует дополнительных исследований.

Оценка значимости различий между средними показала, что можно утверждать наличие существенных различий по содержанию нитратов в водах родников. Достоверными являются минимум содержания нитратов в воде родника №2 и максимум – для родника №1.

Результаты проведенного кластерного анализа свидетельствуют, что проявляются разные тенденции сезонного изменения изучаемых параметров. Так для дебита минимальными показателями отличается кластер «зима–осень 2011», а максимальными значениями характеризуется кластер «весна–лето 2010». При этом 2010 год в целом характеризуется более высокими значениями дебита в сравнении с 2009 и 2011 гг. Для рН вод наиболее удалены кластеры «весна–лето 2011» с максимальным значением рН и «зима 2009–осень 2010» с минимальными значениями. Для содержания нитратов кластером с максимальным содержанием является «лето–осень 2010», а кластер с минимальными значениями включает «осень 2009 и зиму 2011». В целом 2010 год характеризуется более высокими концентрациями нитратов в сравнении с 2009 и 2011 гг.

Выводы

1. В урочище «Маршалково» встречаются эрозийные малодобитные родники, относящиеся к типу постоянных по изменению дебита.
2. Прослеживаются общие тенденции в сезонном изменении дебита родников, типичные для умеренного климата: наименьшее значение наблюдается в зимний период, наибольшее – в весенний, что связано с таянием снега и выпадением осадков.
3. Воды исследованных родников относятся к нейтральным и слабощелочным (рН от 6.96 до 8.13), что соответствует нормативу СанПиН 2.1.4.1175-02 [2003]. Достоверной является более щелочная реакция воды в необорудованном роднике.
4. Содержание нитратов в водах родников изменялось от 0.6 мг/л до 108.4 мг/л. Для родника, расположенного в непосредственной близости от частного сектора г. Строитель установлено наличие нитратного загрязнения: среднее содержание нитратов в воде равно 31.2 мг/л, однако в 15% сроков отбора концентрация нитратов превышала ПДК в 1.5 раза. На основании полученных результатов не рекомендуется использовать воду родника №1 в хозяйственно-питьевых целях.
5. Изученные параметры – дебит, рН родниковых вод, содержание в них нитратов – показывают разные тенденции сезонного изменения.

Список литературы

References

1. Ахмеденов К.М., Петрищев В.П., Ахмеденова С.Г. 2013. Мировой опыт изучения родников и оценка антропогенного влияния на состояние родниковых урочищ Западного Казахстана. URL: <http://articlekz.com/node/1688> (20 ноября 2014).
Akhmedenov K.M., Petrishchev V.P., Akhmedenova S.G. 2013. World experience learning the springs and assessment of anthropogenic impact on the status of spring tracts of Western Kazakhstan. Available at: <http://articlekz.com/node/1688> (accessed 20 November 2014). (in Russian)
2. Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Сыромятникова С.Н. 2014. Азотное загрязнение прудов и водохранилищ Белгородской области в зимний период. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 27 (10): 150–157.
Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Syromyatnikova S.N. 2014. Nitrogen pollution of ponds and reservoirs of the Belgorod region in winter. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 27 (10): 150–157. (in Russian)
3. Орехова Г.А., Новых Л.Л., Соловьев А.Б. 2012. Нитратное загрязнение родниковых вод Яковлевского района Белгородской области. Проблемы региональной экологии, (2): 55–57
Orekhova G.A., Novykh L.L., Solovyov A.B. 2012. Nitrate contamination of spring waters Yakovlevsky district, Belgorod region. Problemy regional'noy ekologii [Regional environmental issues], (2): 55–57. (in Russian)
4. Петин А.Н., Новых Л.Л. 2009. Родники Белогорья. Белгород, КОНСТАНТА, 220.
Petin A.N., Novykh L.L. 2009. Rodniki Belogor'ya [Springs of Belogorie]. Belgorod, CONSTANTA, 220. (in Russian)



5. Прядко М.П., Голусов П.В., Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Гордеев Л.Ю. 2012. Анализ пространственно-временных закономерностей изменчивости гидрохимических показателей р. Болховец (притока р. Северский Донец). Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 21 (21): 160–167.
- Prjadko M.P., Goleusov P.V., Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Gordeev L.Ju. 2012. Analysis of the spatiotemporal regularities of variability of hydrochemical indicators Balkovec R. (tributary of the Seversky Donets). Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 21 (21): 160–167. (in Russian)
6. Родники Беларуси. Перепись. 2010. Электронный ресурс. URL: <http://belskarb.com/forum> (01 декабря 2014).
- Rodniki Belarusi [Springs of Belarus]. Available at: <http://belskarb.com/forum> (accessed 01 December 2014). (in Russian)
7. Рылова Н.Г., Кузнецов М.Ф., Плавинская В.В. 2008. Сезонные изменения параметров воды родников бассейна реки Подборенки. Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле, (1): 73–84.
- Rylova N.G., Kuznetsov M.F., Plavinskaya V.V. 2008. Seasonal changes of water parameters of springs basin of Podborenky. Vestnik Udmurtskogo universiteta. Biologiya. Nauki o Zemle [Bulletin of Udmurt University. Biology. Earthscience], (1): 73–84. (in Russian)
8. СанПиН 2.1.4.1175-02. 2003. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М., 35.
- SanPiN 2.1.4.1175-02. 2003. Hygienic requirements for water quality of centralized water supply. Sanitary protection of sources. Moscow, 35. (in Russian)
9. Сивохип Ж.Т. 2005. Родниковые ландшафты. В кн.: Геоэкологические проблемы степного региона. Екатеринбург, УрО РАН: 97–116.
- Sivokhip Zh.T. 2005. Spring landscapes. In: Geoekologicheskie problemy stepnogo regiona [Geoecological problems of the steppe region]. Ekaterinburg, Ural branch of the Russian Academy of Sciences: 97–116. (in Russian).
10. Тютюнова Ф.И. 1987. Гидрогеология техногенеза. М., Наука, 335.
- Tyutyunova F.I. 1987. Gidrogeologiya tekhnogeneza [Hydrogeology of technogenesis]. Moscow, Nauka, 335. (in Russian)
11. Прядко М.П., Голусов П.В., Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Гордеев Л.Ю. 2012. Анализ пространственно-временных закономерностей изменчивости гидрохимических показателей р. Болховец (притока р. Северский Донец). Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 21 (21): 160–167.
- Prjadko M.P., Goleusov P.V., Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Gordeev L.Ju. 2012. Analysis of the spatiotemporal regularities of variability of hydrochemical indicators Balkovec R. (tributary of the Seversky Donets). Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 21 (21): 160–167. (in Russian)

УДК 528.88

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СНИМКОВ LANDSAT-8 (НА ПРИМЕРЕ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

MAPPING OF THE CROP AREAS STRUCTURE USING LANDSAT-8 IMAGES (ON EXAMPLE OF THE MINSK REGION OF REPUBLIC OF BELARUS)

Е.В. Казяк¹, Э.А. Терехин²
E.V. Kazjak¹, E.A. Terekhin²

¹ Белорусский государственный университет, Республика Беларусь, 220030, г. Минск, пр. Независимости, 4

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

¹ Belarusian State University, 4, Nezavisimosti avenue, 220030, Minsk, Republic of Belarus

² Belgorod State National Research University, Pobeda St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: k04ubok@tut.by; terekhin@bsu.edu.ru

Ключевые слова: Landsat 8, Tasseled Cap, NDVI, посевные площади, дешифрирование, классификация спектральных яркостей.

Key words: Landsat 8, Tasseled Cap, NDVI, crop areas, interpretation, classification of spectral features.

Аннотация. Приведены результаты оценки возможностей автоматизированного картографирования структуры посевных площадей на основе снимков landsat-8. Объект исследования – посевные площади на примере 155 полей в Минской области Беларуси. С применением методов геоинформационного анализа и автоматизированного дешифрирования выполнена оценка эффективности преобразований Tasseled Cap, главных компонент и вегетационного индекса NDVI для автоматического детектирования 11 типов сельскохозяйственных культур. Исследование выполнено на основе снимков Landsat-8 OLI за несколько дат вегетационного сезона. Наиболее высокая точность дешифрирования структуры посевных площадей установлена для снимков, полученных в период мая. На основе полученных результатов выполнено геоинформационное картографирование структуры посевных площадей для нескольких хозяйств Минской области на примере вегетационного сезона 2014 г.

Resume. The results evaluation of opportunities of crop areas automated mapping based on landsat-8 images were presented. The object of study – the 155 crop areas in the Minsk region. Evaluating the effectiveness of transformations Tasseled Cap, the principal component and vegetation index NDVI for the automatic detection of 11 types of crops were carried out. The study was performed on the base of Landsat-8 OLI images for several dates of the season of vegetation. The highest accuracy interpretation of the structure of crop for the images, obtained in May period. Several agriculture organizations of Minsk region were carried out, based on the example of the obtained results of the GIS-mapping of structure crop areas in 2014.

Введение

Спутниковая информация в настоящее время становится неотъемлемым компонентом в системе мониторинга сельскохозяйственных угодий [Carfagna, 2005]. Дешифрирование и картографирование структуры посевных площадей является одним из ключевых направлений анализа спутниковых данных, связанных с исследованием растительного покрова с 1970-х гг. [Misra, 1978; Bauer, 1978; Нагиев, 1986]. При этом в последнее время все большее внимание уделяется автоматизации процесса дешифрирования [Кобзева, 2008], которое может быть направлено на детектирование пахотных земель в целом [Плотников, 2010], отдельных типов посевов [Коробов, 1991], либо всей структуры посевных площадей [Барталев, 2006]. Появление качественно новых спутниковых данных обуславливает необходимость анализа их возможностей для целей изучения природных объектов и их совокупностей, включая оценку эффективности спектральных преобразований для последующего дешифрирования снимков [Казяк, 2015].

Спутники серии *Landsat*, последний из которых был запущен в феврале 2013 года, представляют особый интерес, т.к. позволяют на их основе анализировать территории с очень сложной структурой посевных площадей [Yan, 2014].

В республике Беларусь основным источником информации о выращиваемых в сельскохозяйственных организациях культурах являются книги истории полей. Однако содержащаяся в них информация не может быть признана полностью достоверной, т.к. такие книги опирают-



ся только на предоставленные агрономами данные и в силу различных причин часто бывают искажены. Для оценки эффективности аграрной политики необходима разработка методики независимого и оперативного дешифрирования видовой структуры посевов. В Республике Беларусь уже ведутся работы по внедрению разработок на основе данных дистанционного зондирования (ДДЗ) для целей сельского хозяйства. Так, на базе предприятия «Геоинформационные системы» (г. Минск) разработан программный комплекс оперативной оценки состояния посевов и урожайности сельскохозяйственных культур для территории Беларуси в разрезе областей (районов).

Вместе с тем, степень внедрения упомянутых технологий далеко не в полной мере отвечает современным потребностям растениеводства Республики Беларусь. Проблема эффективного применения технологий дистанционного зондирования в сельскохозяйственной практике остается чрезвычайно актуальной для хозяйств регионального и локального уровней. Необходимо также разработки, ориентированные на местную географическую специфику растениеводства.

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по оценке эффективности снимков *Landsat-8* для изучения посевных площадей и автоматизированного дешифрирования видовой структуры посевов, типичных для Беларуси сельскохозяйственных культур (кукурузы, рапса озимого, тритикале озимого, пшеницы озимой, пшеницы яровой, ячменя ярового, многолетних трав).

Материалы, объекты и методы исследования

В качестве основного источника спутниковой информации выступали материалы космической съемки системы *Landsat 8* [LPDAAC]. На территорию исследования был подобран архив из 8 спутниковых сцен за период с 23 марта по 30 августа 2014 г. Тестовые поля расположены на территории двух сельскохозяйственных организаций Минской области, их общая площадь составила 14000 га (155 полей). Оценка эффективности спектральных преобразований была выполнена путем сопоставления точности дешифрирования сельскохозяйственных культур, проведенного на их основе. Спектральные преобразования заключаются в алгебраических операциях с яркостями или коэффициентами отражения каналов многозональных спутниковых данных. В программном пакете ENVI 5.2. по трем безоблачным сценам *Landsat* (за 19.05.2014, 29.07.2014 и 14.08.2014) были рассчитаны следующие спектральные показатели: нормализованный разностный вегетационный индекс (*NDVI*), преобразование *Tasseled Cap* и главных компонент (*PCA*). После этого на основе наземных данных была проведена оценка точности автоматизированного дешифрирования культур на их основе.

Автоматизированное ГИС-картографирование посевных площадей было выполнено с применением авторской методики, основанной на использовании временных рядов изображений *Landsat-8*. На 8 дат в течение вегетационного периода на территорию каждого из полей было рассчитано среднее значение вегетационного индекса и составлены графики его сезонного хода. Ключевым элементом методики исследования являлось комплексное использование трендов *NDVI* и различных спектральных преобразований многозональных снимков для повышения эффективности результатов распознавания.

Результаты и их обсуждение

Исходные снимки и картограммы спектральных индексов послужили основой для классификации спектральных признаков культур. Для этого на каждый тип анализируемой сельскохозяйственной растительности было создано несколько спектральных эталонов. Процесс создания эталонов заключался в обозначении на спутниковом изображении области, с заранее известной информацией о сельскохозяйственной культуре (данные из книги истории полей, уточненные в результате визуального анализа снимков).

После этого для трех исходных снимков, а затем для индексных изображений проводилась контролируемая классификация и проверка ее точности. Необходимо отметить, что для достоверного сопоставления эффективности индексов следует использовать одни и те же эталонные области на изображениях, а также пользоваться одинаковыми правилами классификации спектральных признаков. В нашем случае классификация проводилась по правилу максимального правдоподобия. Точность классификации оценивалась как процент правильно распознанных полей той или иной культуры. Кроме того, по итогам дешифрирования оценивалась суммарная точность классификации культур по снимку и значениям каждого индекса (табл. 1).

Таблица 1
Точность дешифрирования сельскохозяйственных культур по исходному снимку и картограммам его спектральных преобразований, (%)

The accuracy of crop interpretation based on the original image and cartograms of spectral transformations, (%)

Table 1

Дата съемки/ спектр. индекс	19.05.2014				29.07.2014				14.08.2014			
	Исходный снимок	NDVI	Tasseled Cap	PCA	Исходный снимок	NDVI	Tasseled Cap	PCA	Исходный снимок	NDVI	Tasseled Cap	PCA
Пшеница озимая	100	38.9	100	100	100	38.9	100	100	73.4	46.1	70.6	73.4
Рожь озимая	100	31.5	100	100	100	31.5	100	100	85.6	25.7	84.4	85.6
Тритикале	99.7	32.0	99.3	99.6	99	31.9	99.3	99.6	74.0	9.76	71.7	74.0
Рапс	100	82.9	100	100	100	82.8	100	100	100	38.9	100	100
Пшеница яровая	98.8	43.1	97.6	98.8	97	43.0	97.0	98.8	90.5	33.1	89.8	90.6
Ячмень	99.6	81.4	99.6	99.6	96	81.3	98.1	99.6	69.9	22.9	69.6	70.0
Овес	100	53.4	98.7	100	100	53.4	98.6	100	82.0	15.8	76.2	82.0
Гречиха	94.9	65.1	96.2	94.9	94.9	65.1	96.2	94.9	82.5	8.98	68.4	82.6
Зернобобовые	95.5	35.5	96.4	95.6	95.6	35.4	96.4	95.6	32.4	0.00	33.7	32.5
Кукуруза	100	87.7	99.7	100	100	87.7	99.7	100	83.2	26.8	79.9	83.3
Многолетние травы	100	93.0	100	100	100	93.0	100	100	88.2	78.2	84.3	88.3
Суммарная точность	93.2	64.9	94.4	94.0	90.2	62.8	91.4	91.9	77.0	35.5	75.7	77.4

Как видно из таблицы, суммарная точность дешифрирования культур по исходному снимку, картограммам спектральных преобразований *Tasseled Cap* и главных компонент имеет примерно одинаково высокие показатели (более 93 %). Применение спектральных преобразований незначительно повысило суммарную точность дешифрирования сельскохозяйственных культур. При этом следует отметить, что точность классификации значительно зависит не только от выбранного метода спектральных преобразований, но и от даты съемки, на которую был взят космический снимок. Наибольшая точность дешифрирования отмечена для изображений за 19.05.2014. Это можно объяснить тем, что в данный период отражательные характеристики растительных культур максимально различаются между собой (характерно для периода конца мая - первой половины июня). На основе августовского снимка получены менее точные результаты дешифрирования. Анализ снимков в программном продукте *ENVI* с последующей обработкой в ГИС-приложениях позволил выполнить картографирование структуры полевых (рис. 1) и сравнить результаты со статистической информацией (рис. 2).

При этом можно предположить, что ошибки были допущены при внесении информации в книгу истории полей, а не по результатам классификации, о чем свидетельствуют высокие показатели точности распознавания. Сравнение полученных результатов с результатами исследований по оценке эффективности спектральных преобразований для картографирования структуры посевных площадей, проведенными по снимкам *Landsat-5* [Терехин, 2012], показало, таким образом, более высокие возможности снимков *Landsat-8* для анализа структуры полевых.

Заключение

Исследование возможностей картографирования структуры посевных площадей на основе *Landsat-8* показало высокую эффективность этого типа спутниковых данных для изучения структуры посевных площадей, типичных для республики Беларусь. Наибольшая точность дешифрирования отмечена для майских снимков. Анализ эффективности спектральных преобразований показал незначительное повышение суммарной точности дешифрирования при использовании *Tasseled Cap* по сравнению с исходным снимком. На примере вегетационного сезона 2014 года суммарная точность дешифрирования полевых составила 94.4% для 19 мая, 91.4% для 29 июля и 75.7% для 14 августа. При этом точность дешифрирования оказалась примерно равной точности оценки на основе изображения, преобразованного по методу главных компонент. Выполнено дешифрирование и геоинформационное картографирование полевых

для двух тестовых участков на территории Минской области, которое показало возможности оценки структуры посевных площадей на основе снимков *Landsat-8*.

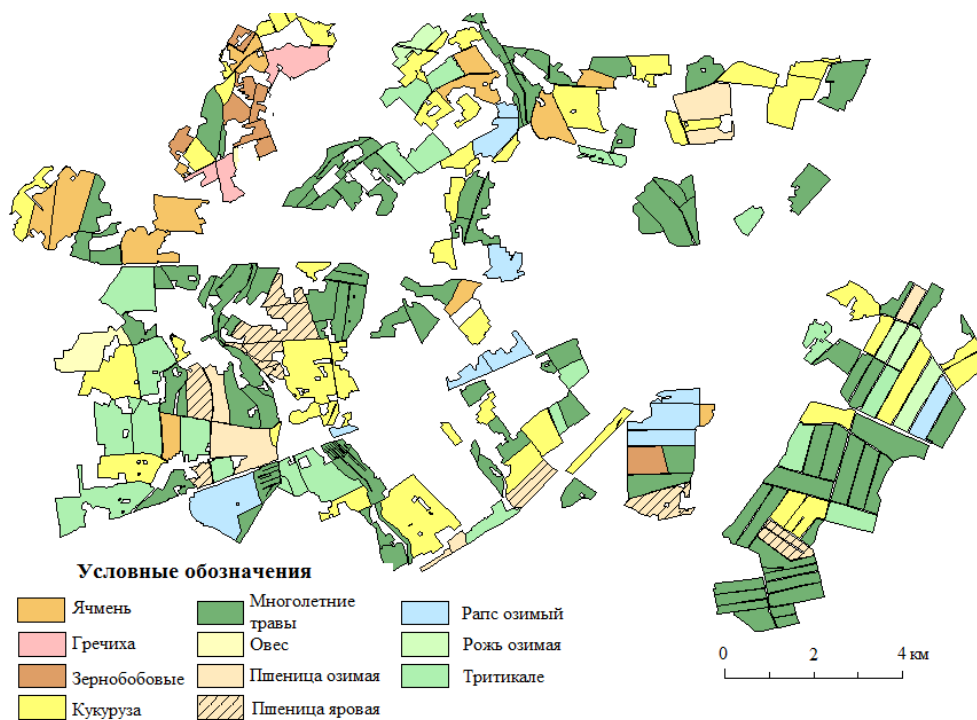


Рис. 1. Структура посевов сельскохозяйственных культур, полученная по результатам дешифрирования космических снимков

Fig. 1. The structure of crops based on the result of interpretation

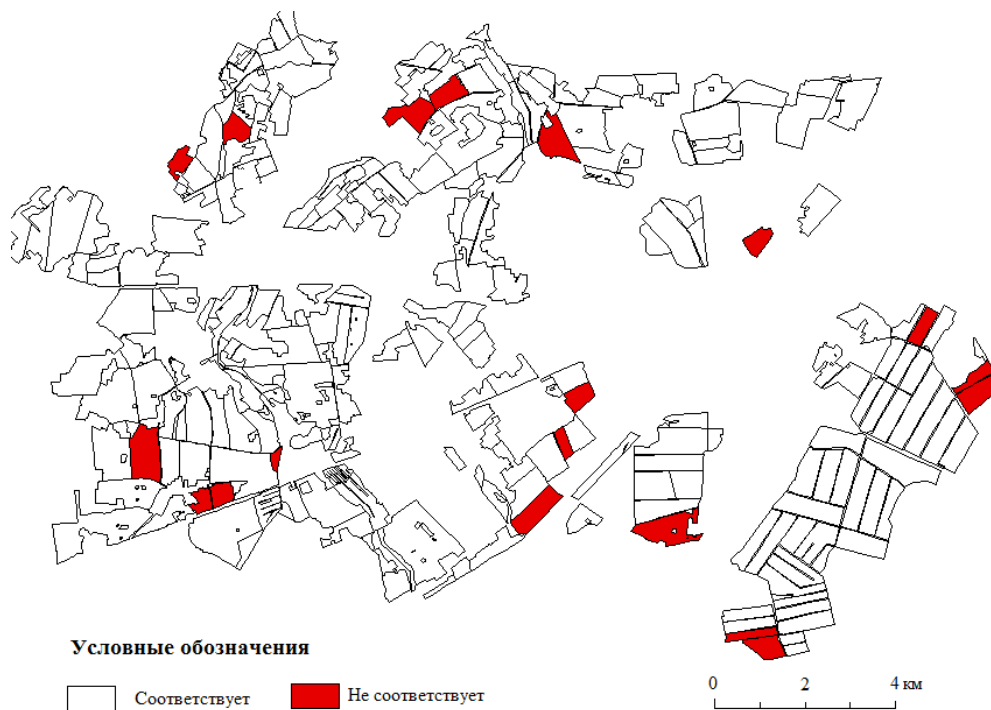


Рис. 2. Картограмма несоответствия результатов дешифрирования и данных из книги истории полей

Fig. 2. Map of discrepancy of interpretation results and the data from the history fields books

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ мол_нр, № 15-35-51243.

Список литературы
References

1. Барталев С.А., Лупян Е.А., Нейштадт И.А., Савин И.Ю. 2006. Классификация некоторых типов сельскохозяйственных посевов в южных регионах России по спутниковым данным MODIS, Исследование Земли из космоса, 3: 68–75.
Bartalev S.A., Lupyanyan E.A., Neyshtadt I.A., Savin I.Yu. 2006. Gropland Area Classification in South Regions of Russia Using MODIS Satellite Data. Issledovanie Zemli iz kosmosa [Earth Observation and Remote Sensing], 3: 68–75. (in Russian)
2. Казяк Е.В., Лещенко А.В. 2015. Спектральные преобразования космических снимков landsat-8 для картографирования растительности агроэкосистем. Интерэкспо Гео-Сибирь, 4 (1): 79–83.
Kazyak E.V., Leshchenko A.V. 2015. Spectral transformation of space images landsat 8 for agroecosystems vegetation mapping. Interekspo Geo-Sibir', 4 (1): 79–83.
3. Кобзева Е.А., Поздина К.А. 2008. Автоматизация дешифрирования спутниковых снимков: опыт и проблемы, Геодезия и картография, 6: 40–44.
Kobseva E.A., Posdina K.A. 2008. The automation of satellite – photointerpretation: experience and problems. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography], 6: 40–44 (in Russian).
4. Коробов Р.М., Райлян В.Я., Войнов О.А. 1991. Использование линейного дискриминантного анализа для спектральной классификации полей озимой пшеницы различного состояния, Исследование Земли из космоса, 3: 39–48.
Korobov R.M., Raylyan V.Ya., Voynov O.A. 1991. Using linear discriminant analysis for the spectral classification of different fields of winter wheat condition. Issledovanie Zemli iz kosmosa [Earth Observation and Remote Sensing], 3: 39–48. (in Russian).
5. Нагиев П.Ю., Гусейнов К.К., Джафаров Э.М. и др. 1986. Автоматизированная классификация сельскохозяйственных объектов по материалам сканерной аэросъемки, Исследование Земли из космоса, 2: 96–101.
Nagiye P.Yu., Guseynov K.K., Dzhaфарov E.M. 1986. Automated classification of agricultural projects based on aerial surveys of scanner. Issledovanie Zemli iz kosmosa [Earth Observation and Remote Sensing], 2: 96–101. (in Russian).
6. Плотников Д.Е., Барталев С.А., Лупян Е.А. 2010. Признаки распознавания пахотных земель на основе многолетних рядов данных спутникового спектрометра MODIS. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 7 (1): 330–34.
Plotnikov D.E., Bartalev S.A., Lupyanyan E.A. 2010. The recognition features to map arable lands based on multi-annual MODIS Earth observation data. Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from space], 7 (1): 330–34. (in Russian).
7. Терехин Э.А. 2012. Информативность спектральных вегетационных индексов для дешифрирования сельскохозяйственной растительности. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 9 (4): 243–248.
Terekhin E.A. 2012. The Efficiency of Spectral Indices for Interpretation Agricultural Vegetation. Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from space], 9 (4): 243–248. (in Russian).
8. Bauer M.E., Hixson M.M., Davis B.J., Etheridge J.B. 1978. Area estimation of crops by digital analysis of Landsat data. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 44: 1033–1043.
9. Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC). Available at: <https://lpdaac.usgs.gov> (accessed 18 May 2015).
10. Misra P.N., Wheeler S.G. 1978. Crop classification with LANDSAT multispectral scanner data. Pattern Recognition, 10 (1): 1–13.
11. Carfagna E., Gallego F.J. 2005. Using remote sensing for agricultural statistics. International Statistical Review, 73 (3): 389–404.
12. Yan L., Roy D.P. 2014. Automated crop field extraction from multi-temporal Web Enabled Landsat Data. Remote Sensing of Environment, 144: 42–64.

УДК 622.28.044

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ
КОМБИНИРОВАННОЙ КРЕПИ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК
УГОЛЬНЫХ ШАХТ****ECONOMIC ESTIMATE OF APPLICATION OF COMBINED SUPPORT SYSTEM
IN PERMANENT WORKINGS OF COAL MINES****А.В. Смирнов¹, А.Е. Григорьев²
A.V. Smirnov¹, A.E. Grigoriev²**¹ ДТЭК Энерго, Украина, 01032, г. Киев, ул. Льва Толстого 57, Бизнес Центр 101 Тауэр² Национальный горный университет, Украина, 49005, г. Днепропетровск, пр. К.Маркса, 19¹ DTEK Energy, Business Center 101 Tower, 57 Lva Tolstogo St, Kiev, 01032, Ukraine² National Mining University, 19, K. Marx ave., Dnipropetrovsk, 49005, Ukraine

Email: grigoriev.nmu@gmail.com

Ключевые слова: показатель устойчивости выработки, рамная крепь, анкерная крепь, набрызгбетон, тампонаж, затраты на крепление и поддержание выработки.

Key words: stability factor of a mine working, frame bolting, roof bolting, shotcreting, tamping, and expenditures connected with construction of the working and its maintenance.

Аннотация. Обоснован выбор критерия оценки устойчивости подземных горных выработок. Представлены результаты наблюдения за состоянием капитальной выработки с различными видами крепи на шахте им. Героев Космоса компании ДТЭК. Детально описаны характерные особенности видов крепи. Выполнен сравнительный анализ рассчитанных суммарных затрат на крепление и поддержание выработки для экспериментальных участков с рамной и рамно-анкерной крепью. Получена зависимость показателя устойчивости от прямых затрат на крепление и поддержание выработки для различных видов крепи. Путем анализа зависимости обоснован наиболее экономически эффективный для данных условий вариант рамно-анкерной крепи.

Resume. Criterion selection to assess stability of underground mine workings has been substantiated. Observation results as for permanent working state with various support types in Geroev Kosmosa mine (DTEK Company) have been set out. The characteristic features of support types are described in detail. Comparative analysis of calculated total expenditures connected with sink of the working and its maintenance for every experimental site has been carried out. Dependence of stability factor on direct expenditures connected with construction of the working and its maintenance for various support types has been developed. Stability of sites with roof bolting is preferable as compared to those without it. The most cost-effective variant of arch roof bolting for these conditions is justified by analyzing the quadratic dependence. The economic effect of the introduction of a hip mount compliant with elongated struts with an additional gain of 5 anchors in the roof and shotcrete was \$ 334.0 per meter.

Введение

Практическая ценность результатов исследований зачастую определяется их экономической эффективностью, оценка которой в простейшем случае выполняется путем расчета разности стоимости исходного и предложенного (обоснованного) решения. В случаях же, когда имеет место некоторое множество сравниваемых результатов, одним из способов нахождения наиболее эффективного (сбалансированного) варианта является метод одномерного поиска оптимума некоторой функции, позволяющей найти наиболее приемлемое сочетание стоимости и долговременной эксплуатационной устойчивости объекта, который в исследуемом случае является капитальной протяженной выработкой. Такой функцией в первом приближении является:

$$\omega = f(E), \quad (1)$$

где ω – показатель устойчивости выработки, E – суммарные затраты на крепление и ремонт горной выработки.

Показатель устойчивости ω , определяемый в [Шашенко и др., 2002] как отношение длины участков выработки, не требующих ремонта крепи, к полной ее длине, несмотря на кажущуюся простоту, достаточно полно характеризует состояние выработки в целом:

$$\omega = \frac{L - L_k}{L}, \quad (2)$$



где L и L_k – соответственно полная длина выработки и длина участков с крепью, не соответствующей требованиям правил безопасности.

Здесь при $\omega=0$ выработка полностью неустойчива, при $\omega=1$ – полностью устойчива.

Суммарные затраты на крепление и поддержание выработки E в формуле (1) рассчитываются в первом приближении следующим образом:

$$E = K + P, \tag{3}$$

где, K и P – затраты на крепление (капитальные) и ремонт (эксплуатационные) выработки соответственно. Затраты, связанные с проведением выработки, при любом варианте крепи считаются одинаковыми.

Объект и методы исследований

Для определения капитальных затрат на крепление и эксплуатационных на ремонт было обустроено 9 наблюдательных участков в пределах второго западного магистрального откаточного штрека (2 ЗМОШ) горизонта 370 м на шахте им. ГЕРОЕВ КОСМОСА ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ», общая длина которой на момент проведения исследований составляла более 3,0 км. Полевая выработка размещена между отрабатываемыми пластами C_9 и C_{10}^B вне зоны влияния очистных работ в породах, представленных алевролитами, аргиллитами, песчаниками с угольными прослоями, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Мощность и предел прочности на одноосное сжатие пород, вмещающих 2 ЗМОШ шахты «им. Героев Космоса»

Table 1

Thickness and breaking strength for uniaxial compression of rocks inclosing 2nd main western haulage gate (MWHG) in Geroev Kosmosa mine

Наименование пород	Мощность, м	Прочность пород на одноосное сжатие, МПа
Породы кровли		
1. Песчаник	0.0–0.20	27.4–31.2
2. Алевролит	1.0–3.07	16.0–25.8
3. Песчаник	0.0–1.4	8.7–19.3
4. Аргиллит	1.6–6.83	13.8
Породы почвы		
5. Песчаник	0.0–2.5	27.4–31.2
6. Алевролит	0.0–4.15	16.0–25.8
7. Аргиллит	0.0–1.0	11.0–21.4
8. Угольный прослой	0.0–0.20	нет данных
9. Алевролит	0.0–2.8	16.0–25.8

В целом по длине выработки вмещающие породы, не смотря на некоторые различия в прочностных характеристиках, характеризуются как неустойчивые и склонные к обрушению и пучению независимо от мощности и типа пород в окрестности выработки. Поведение массива, проявления горного давления при прочих равных условиях на различных участках в целом подобны качественно и мало разнятся количественно независимо от вида пород, будь-то относительно прочный, но маломощный песчаник, или в целом близкие по свойствам алевролит или аргиллит. Для чистоты эксперимента наблюдение осуществлялось за участками, геометрические параметры и физико-механические свойства пород которых максимально близки.

На контрольном участке (поз. 1, табл. 2) длиной 100 м (ПК 320...330 при длине пикета 10 м) крепь выработки соответствовала базовому паспорту крепления выработки и представляла собой рамы КШПУ-М17.7 из профиля СВП №33 с шагом установки 0.5 м и железобетонной затяжкой. Стоит также отметить, что во избежание влияния различных конфигураций крепи на поведение массива в области перехода одного вида системы крепления к другому, каждый последующий участок наблюдения выбирался не менее чем в 20 м от предыдущего. При этом с каждой стороны зоны исследований оставался участок длиной не менее 10 м, закрепленный той же крепью, но не учитывающийся при проведении наблюдений.

На других участках (поз 2...9, см. табл. 2) варьировались системы усиления крепи и сечение профиля СВП. Так, например, на участке №2 общей длиной 40 м (ПК 332...336) плотность установки рам КШПУ-М 17.7 (СВП №33) уменьшилась по сравнению с контрольным участком с 2 р/м до 1.5 р/м с дополнительным усилением крепи путем тампонажа закрепного пространства. На участке №3 длиной 35 м (ПК 340...343+5) был использован профиль №27 с шагом установки рам 0.5 м, а в качестве затяжки применялась решетчатая сетка с последую-

щим нанесением набрызгбетонного покрытия. Аналогичная система крепи использовалась и на 4-ом участке длиной 35 м (ПК 347...350+5), но шаг крепи составил 0.75 м.

Таблица 2

Характеристики крепи, объемы ремонтных работ, суммарные затраты на крепление и ремонт, и показатели устойчивости для наблюдательных участков 2 ЗМОШ шахты «им. Героев Космоса»

Table 2

Characteristics of support, maintenance amounts, total expenditures connected with timbering and maintenance, and stability factors for observational sites of 2nd MWHG in Geroev Kosmosa mine

№ участка	№ профиля СВП	Шаг установки рам крепи	Тип затяжки / элементы усиления крепи	Длина участков перекрепления (на 100 м), L _к , м	Длина участков подрывки (на 100 м), L _п , м	Средняя высота подрывки, м	Сметная стоимость крепления, К, млн. руб./100 п.м.	Сметная стоимость ремонтных работ, Р, млн. руб./100 п.м.	Суммарная сметная стоимость, Е, млн. руб./100 п.м.	Показатель устойчивости ω
1	33	2	ж/б / нет	24	100	0.95	5.139	2.862	8.001	0.38
2	33	2	ж/б / тампонаж	6	82	0.77	6.834	1.251	8.088	0.56
3	27	2	сетка / набрызг-бетон	6	68	0.5	6.708	0.741	7.752	0.63
4	27	1.5		20	58	0.77	6.099	1.416	7.515	0.61
5	27	1.0		18	46	0.53	5.622	0.864	6.486	0.68
6	22	1.5	сетка /	22	48	0.67	6.141	1.182	7.326	0.65
7	22	1.0	5 анкеров,	27	69	0.77	5.265	1.419	6.684	0.52
8	19	1.5	набрызг-бетон	38	54	0.75	5.814	1.503	7.314	0.54
9	19	1.0		39	63	0.8	5.046	1.821	7.056	0.49

На участках 5...9 в качестве усиления крепи использовались анкера, устанавливаемые в кровлю в межрамном пространстве в количестве 5 штук, а в качестве затяжки – решетчатая сетка с последующим нанесением набрызгбетона двумя слоями общей толщиной 250 мм. На участке №5 длиной 50 м (ПК 360...ПК 365) шаг установки крепи из профиля СВП №27 составил 1 м. Участки №6 (ПК 367...372) и №7 (ПК 374...379) были закреплены крепью КШПУ из профиля СВП №22 плотностью установки 1.5 р/м и 1.0 р/м соответственно. На участках №8 и №9, длиной 40 м каждый (ПК 382...386 и ПК 388...392), использовался профиль СВП №19, а шаг установки крепи составлял 0.75 и 1.0 м соответственно.

Наблюдение выполнялось маркшейдерской службой шахты в период с 2012 по 2014 год. Результаты измерений заносились в соответствующие журналы, где фиксировались величина подъема почвы и опускания кровли, разрушение элементов крепи, искривление рельсового пути, а также разрушение затяжки (для участков №1 и №2) и набрызгбетонного слоя (участки №3...9). Замеры высоты подрывки выполнялись с шагом не менее 1 м, а для последующей обработки рассчитывалась средняя величина. Объемы перекрепления определялись в соответствии с зафиксированным в журналах количеством снятых и установленных заново рам крепи. Величина проседания кровли по результатам замеров оказалась незначительной и не превышала 300 мм.

По результатам наблюдения отмечено, что на всех участках в той или иной мере проявилось пучение и на каждом из них имело место разрушение элементов крепи. Общие объемы подрывки и перекрепления в пересчете на 100 погонных метров выработки представлены в таблице 2.

Фактические затраты зависят от горно-геологических и горнотехнических условий строительства и эксплуатации выработки. Более того, ввиду различных подходов к определению трудоемкости работ, которые часто регламентируются внутренним распорядком на шахте, в одних и тех же условиях итоговые стоимостные параметры могут различаться. Отличными являются также комплексы оборудования даже для одних и тех же способов проходки, крепле-

ния и ремонта, разряды привлекаемых специалистов и нормы дополнительных расходов. Поэтому для расчета затрат уместнее использовать усредненные стоимостные показатели ресурсных элементных сметных норм [ДБН Д.2.2-35-99, 2000], являющиеся нормативными для составления инвесторской документации шахт на территории Украины.

Результаты и их обсуждение

Для расчета сметной стоимости крепления и ремонта для каждого из вариантов крепей наблюдательных участков, на основании действующих с 01.01.2014 г. нормативных документов [ДСТУ Б. Д.1.1-1:2013, 2013] с использованием лицензированного и рекомендуемого Министерством регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины программного комплекса «Строительные технологии-СМЕТА», сформированы локальные сметы. Для каждого из вариантов с использованием (2) был рассчитан и коэффициент устойчивости ω (см. табл. 2), а также сформирован график функции (1) (рис.).

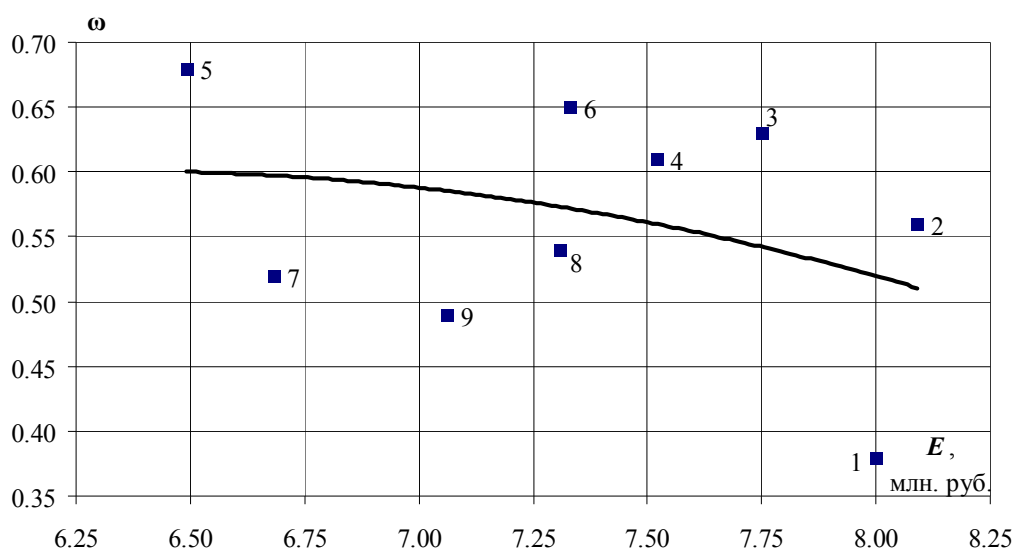


Рис. Зависимость показателя устойчивости ω от суммарных затрат на крепление и поддержание наблюдательных участков 2 ЗМОШ шахты «им. Героев Космоса» (1...9 – варианты крепи участков (см. табл. 1))

Fig. Dependence of stability factor ω of total expenditures connected with timbering and maintenance of observational sites within 2nd MWHG in Geroev Kosmosa mine (1 to 9 are alternatives of site timbering (table 1))

Полученная зависимость суммарных затрат от показателя устойчивости описывается квадратичной функцией вида:

$$y = ax^2 + bx + c, \tag{4}$$

где $a = -2.57$, $b = 1.08$, $c = -5.32$ – коэффициенты аппроксимации.

Выводы

Анализируя полученную зависимость и результаты наблюдения можно отметить следующие особенности:

- устойчивость участков с анкерной крепью, как по показателю устойчивости, так и по стоимости крепления и ремонта выгодно отличаются от участков без анкеров;
- контрольный участок с паспортной крепью без усиления является наименее устойчивым и наряду с участком №2 оказывается наиболее затратным;
- оптимальным является 5-й вариант: крепь КШПУ-М-17.7 из профиля №27 с шагом установки 1.0 м при сетчатой затяжке с набрызгбетоном и 5 анкерами в кровле. Графически именно эта точка лежит ближе всего к математическому максимуму функции

$$(\max = c - \frac{b^2}{4a} = -5.21);$$



- аппроксимирующая кривая в пределах показателя устойчивости изменяется не более чем на 10%. Однако затраты при этом сокращаются на 1 602 тыс. руб. на 100 п.м. При сравнении полученных абсолютных значений показателя устойчивости и затрат для оптимального (участок №5) и паспортного (участок №1) вариантов крепи устойчивость выработки возросла в 1.79 раза;

- при увеличении шага установки крепи при прочих равных условиях устойчивость выработки снижается, однако несколько уменьшаются и суммарные затраты.

Таким образом, полученный экономический эффект от внедрения крепи КШПУ-М 17.7 с дополнительным усилением 5 анкерами в кровле и набрызгбетоном составил 16.02 тыс. руб./п.м. в ценах по состоянию на 01.01.2014 года, что безусловно заслуживает внимания с точки зрения эффективности предпринимаемых мер по сокращению себестоимости угольной продукции.

Список литературы

References

1. Шашенко А.Н., Тулуб С.Б., Сдвижкова Е.А. 2002. Некоторые задачи статистической геомеханики. Киев, Универ. изд-во «Пульсары», 304.

Shashenko A.N., Tulub S.B., Sdvizhkova E.A. 2002. Nekotoryie zadachi statisticheskoy geomehaniki [Some problems of statistical geomechanics]. Kiev, Univer. izd-vo "Pulsary", 304.

2. ДБН Д.2.2-35-99. 2000. Горнопроходческие работы: строительные нормы. Сборник 35. Киев, Управление реформирования ценообразования, методологии экспертизы и контроля стоимости строительства Госстроя Украины, 488.

DBN D.2.2-35-99. 2000. Mining Workings: Construction Standards. Volume 35. Kiev, Management of Price Determination Reforming; Evaluation Technique and Control of Construction Cost of State Construction of Ukraine, 488.

3. ДСТУ Б. Д.1.1-1:2013. 2013. Правила визначення вартості будівництва. Київ, Мінрегіон України, 88.

DSTU B. S.1.1-1:2013. 2013. Rules to Determine Construction Cost. Kyiv, Minrehion Ukrayiny, 88.

УДК 622.011

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ
СТЕПЕНИ ГЛАДКОСТИ ОТКОСОВ УСТУПОВ КАРЬЕРА
ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЕГО УЧАСТКОВ**

**APPLICATION METHODOLOGY FOR QUANTIFYING THE DEGREE
OF SMOOTHNESS SLOPES SHOULDER CAREER TO IDENTIFY POTENTIALLY
DANGEROUS FROM THE POINT OF VIEW OF STABILITY OF ITS SITE**

**И.Б. Агарков¹, Н.А. Годовников²
I.B. Agarkov¹, N.A. Godovnikov²**

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

² ОАО «ВИОГЕМ», Россия, 308007, г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 86

¹ Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

² OJSC "VIOGEM", 86 B. Khmel'nitsky, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: aib290590@rambler.ru

Ключевые слова: массив скальных пород, карьер, предельный контур, гладкость откосов, устойчивость, проблемные участки, прогнозирование.

Key words: solid rock, quarry, limiting contour smooth slopes, stability, problem areas, forecasting.

Аннотация. Изложена разработанная авторами компьютерная технология количественной оценки степени гладкости откосов уступов на предельном контуре карьера в массиве скальных пород. Доказана приуроченность деформаций уступов к участкам бортов карьера с низкими значениями этого параметра, на основе чего предложена методика выявления проблемных по устойчивости участков карьера на ранней стадии постановки его на предельный контур.

Resume. There is presented a computer technology developed by the authors for quantifying the degree of smoothness of the slopes ledges on career limiting circuit in the array of rocks. It is proved that the strain of ledges pit walls are confined to sites with low values of this parameter on the basis of which the technique of identifying problem areas for the stability of a career at an early stage of its putting at the limit circuit.

Введение

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых в массивах скальных пород постановка уступов карьера на предельный контур осуществляется, как правило, с применением технологии предварительного щелеобразования, обеспечивающей защиту контурного породного массива от разрушения силой взрыва в процессе отработки предконтурного блока горных пород. Ниже зоны гипергенной дезинтеграции массива горных пород степень гладкости откосов таких уступов, выраженная характером прослеживания на их поверхности следов контурных скважин, изменчива по простиранию уступов: от хорошей (следы скважин прослеживаются почти непрерывно, исключая верхнюю часть уступа высотой до 3–5 м – зону перебура взрывных скважин на вышележащем горизонте) до плохой (следов скважин не видно или они прослеживаются локально, а в целом преобладает угловато-ломаный профиль откоса, создаваемый разноориентированными стенками трещин, по которым он сформировался) (рис. 1).

Зачастую деформации уступов карьера приурочены к участкам, которые характеризуются слабовыраженными следами контурных скважин или практически их полным отсутствием. Как отмечено в работе А.В. Дунаева [2009] это явление не связано с какими-либо нарушениями технологии заоткоски, а имеет природную основу (массив горных пород как бы показывает свои проблемные с точки зрения устойчивости уступов участки) и поэтому с самого начала постановки уступов на предельный контур ниже зоны гипергенной дезинтеграции массива горных пород необходимо выделять и изучать такие участки с целью выявления факторов, обуславливающих деформации уступов (трещиноватость, напряженно-деформированное состояние массива и других) и разработки мероприятий по предотвращению деформаций.

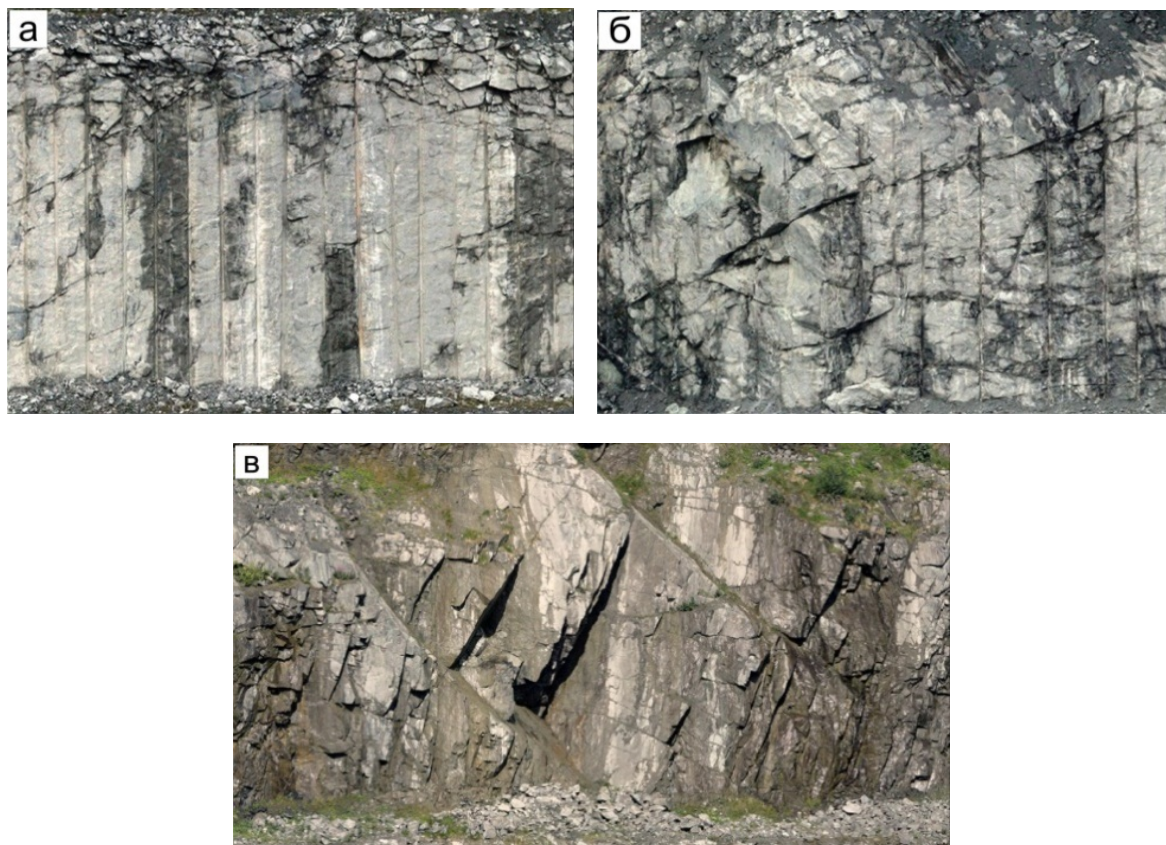


Рис. 1. Фотоснимки участков уступов карьера с различной степенью гладкости откосов, выраженной характером прослеживания контурных скважин (а – практически непрерывным, б – прерывистым, в – следы скважин отсутствуют)

Fig. 1. Photographs areas ledges careers with varying degrees of smoothness slopes pronounced contour tracking wells (а – almost continuous, б – intermittent, с – there are no traces of wells)

Методика исследования

В данной статье изложена разработанная авторами на примере карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК» методика установления позиции указанных выше проблемных участков, базирующаяся на дистанционной фиксации первичной информации в виде масштабированных фотопанорам бортов карьера и компьютерной технологии обработки этой информации с получением количественной оценки степени гладкости откосов уступов по периметру карьера.

Методика получения масштабированных фотопанорам бортов карьера и необходимая для этого аппаратура подробно описаны в статьях Е.Б. Яницкого и др. [2009] и И.Б. Агаркова и др. [2013]. Дальнейшая их обработка осуществляется с использованием созданной на базе горно-геологической ГИС ГЕОМИКС [Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2004612469 ГИС ГЕОМИКС, 2004] специализированной ГИС Устойчивость [Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014619048 ГИС Устойчивость, 2014] по следующему алгоритму (рис. 2). Сначала все уступы разделяются по их простиранию на секторы длиной 20 м и на каждом уступе оконтуривается область, ограниченная сверху разрушенной зоной перебура взрывных скважин, а снизу – осыпью неподобранной кусковатой взорванной горной массы. Далее в границах указанной области векторизуются следы скважин, а затем оконтуриваются участки их проявления (рис. 3). При этом верхние и нижние границы этих участков проводятся по соответствующим концам следов, а боковые на половине среднего значения расстояния между скважинами.

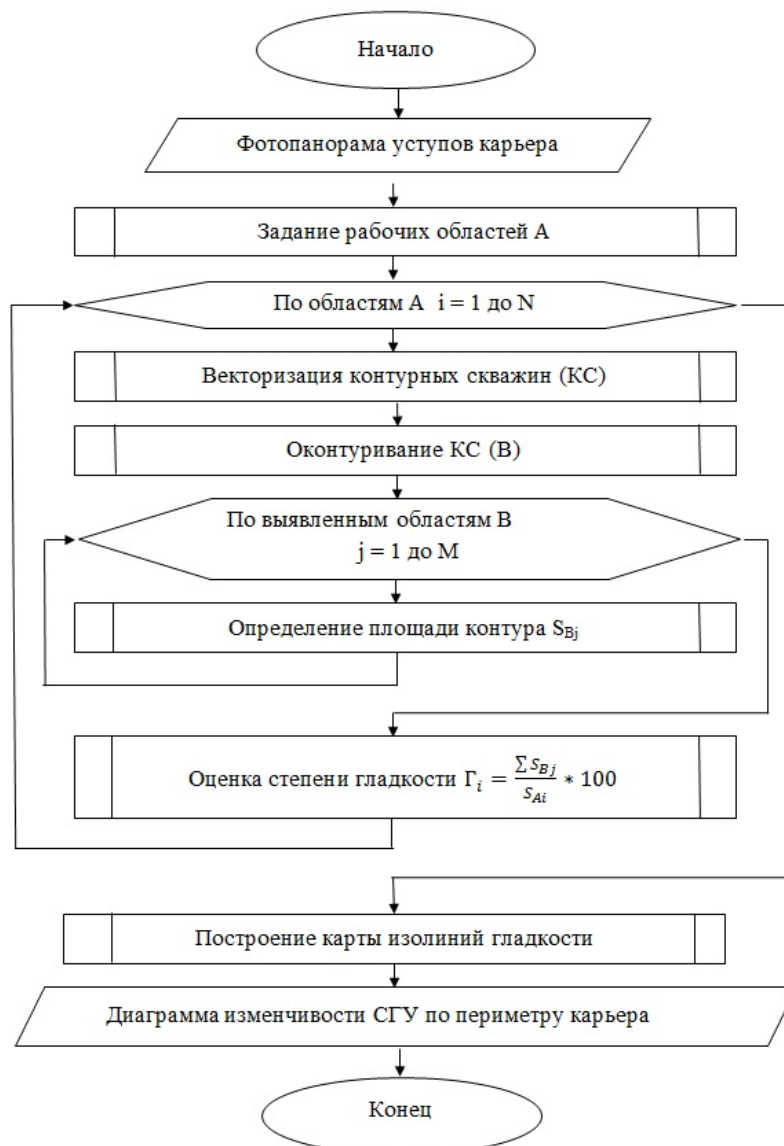


Рис. 2. Блок-схема алгоритма оценки степени гладкости откосов уступов, поставленных на предельный контур. Пояснение символов Γ , B , A дано в тексте
 Fig. 2. Flowchart assess the degree of smoothness slopes ledges, set a limit on the circuit. Explanation of symbols S , B , A are given in the text

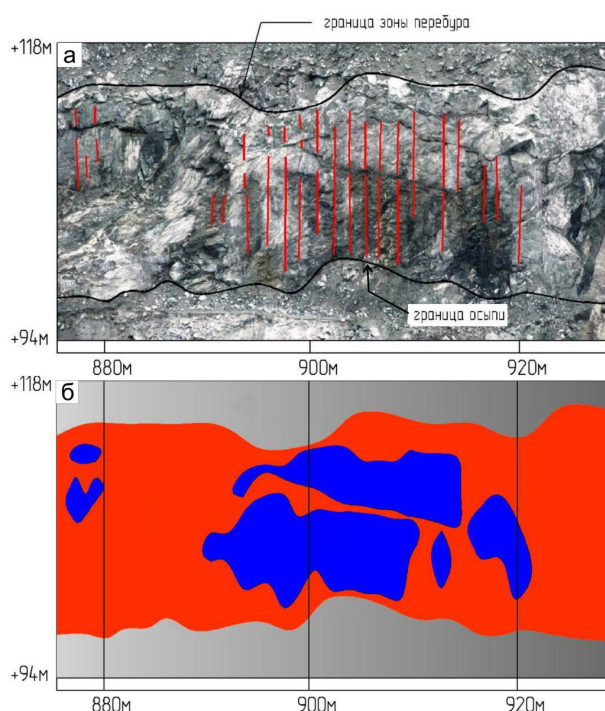


Рис. 3. Фрагменты обработанной фотопанорамы откоса уступа: а – на этапе векторизации следов контурных скважин (показаны черными линиями); б – на этапе оконтуривания участков проявления следов скважин (выделенные участки залиты черным цветом)
 Fig. 3. Fragments treated photopanoramas slope shoulder: a – at the stage of vectorization trace the contour holes (shown by black lines); b – at the stage of outlining areas manifestations traces wells (selected areas are filled with black color)



Затем по каждому 20-метровому сектору осуществляется расчет значений общей площади выделенной области и площадей оконтуренных участков со следами скважин. Эти значения, а также координаты x, y, z точки в центре каждого сектора на сводном маркшейдерском плане карьера, вносятся в базу данных (рис. 4), содержащую всю информацию, необходимую для дальнейшей реализации алгоритма (см. рис.2).

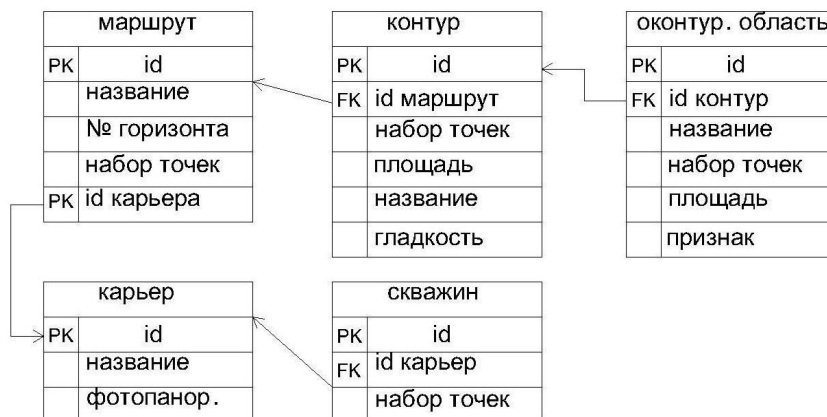


Рис. 4. Структура базы данных степени гладкости откосов уступов
 Fig. 4. The database structure of the degree of smoothness slopes ledges

По запросу к базе данных для каждого сектора производится расчет степени гладкости откосов уступов (Г, %) по формуле:

$$\Gamma = \frac{\sum_{i=1}^M S_{Bi}}{S_A} \times 100,$$

где $\sum S_{Bi}$ - сумма площадей участков со следами скважин, S_A - общая площадь сектора.

Полученные значения «Г» координатно привязываются к центру соответствующего сектора и вносятся в базу данных. Далее по запросу к ней автоматически строится сводный план карьера на его предельном контуре в изолиниях степени гладкости откосов. На рисунке 5 показаны фрагменты такого плана, на которых четко проявлена приуроченность свершившихся деформаций уступов к участкам западного, восточного и юго-восточного бортов карьера, характеризующихся низкими значениями степени гладкости откосов, и отсутствие деформаций в северном борту карьера, отличающимся высокими значениями указанного параметра.

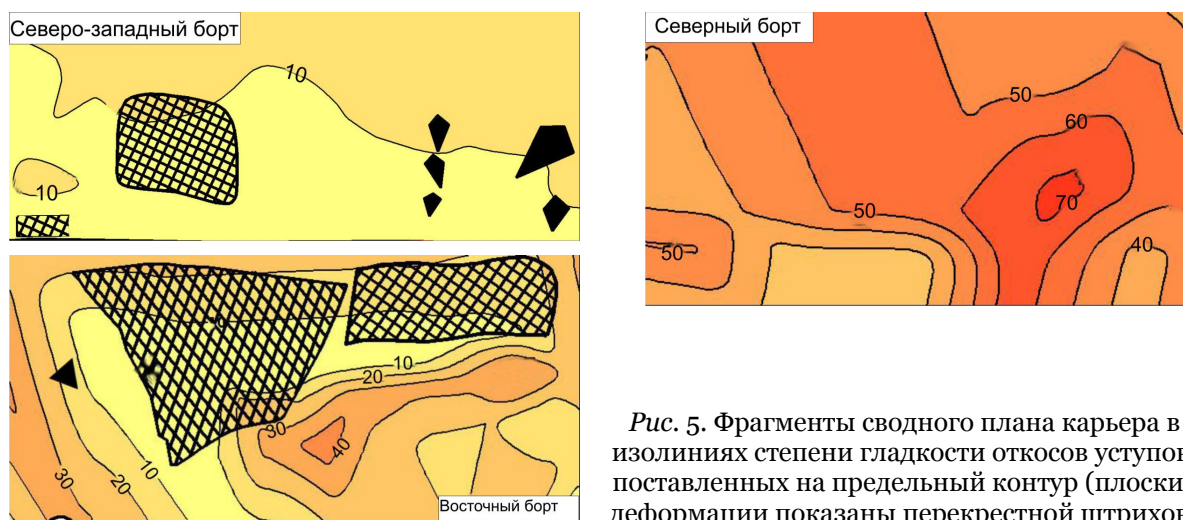
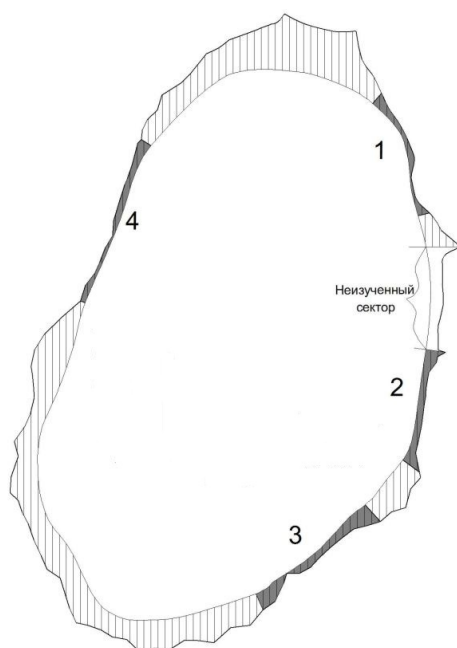


Рис. 5. Фрагменты сводного плана карьера в изолиниях степени гладкости откосов уступов, поставленных на предельный контур (плоские деформации показаны перекрестной штриховкой, клиновые – черным цветом)

Fig. 5. Fragments of the combined plan for a career in isolines degree of smoothness slopes ledges, set a limit on the circuit (planar deformation shows cross-hatching, wedge – black)

Результаты исследования

Интегральную картину поведения этого параметра отражает диаграмма его изменчивости по периметру карьера (рис. 6) в виде линейного графика. Для ее построения находят среднее значение степени гладкости откосов по каждому 20-метровому сектору, включающему все уступы от нижней границы зоны гипергенной дезинтеграции горных пород до верхней границы рабочей зоны карьера. На горизонтальной проекции этой границы откладываются значения расстояния по периметру карьера, а по перпендикуляру к простираению его бортов – среднюю величину степени гладкости откосов в каждом секторе. Затем путем сглаживания с окном, равным 60 м, строится график изменчивости указанного параметра. На диаграмме по периметру карьера четко выделились четыре сектора с минимальными значениями степени гладкости откосов уступов. Именно к этим секторам приурочены деформации уступов карьера, что доказывает целесообразность применения предлагаемой авторами методики выявления проблемных по устойчивости уступов участков карьера на ранней стадии постановки его на предельный контур ниже зоны гипергенной дезинтеграции массива горных пород.



№ сектора	Длина сектора, м	Количество деформаций уступов	Объем вывала горной породы, тыс.м ³
1	360	11	5.7–13.5
2	320	7	2.5–17.0
3	400	14	2.5–27.5
4	480	8	2.5–7.5

Рис. 6. Диаграмма изменчивости степени гладкости откосов (СГО) уступов по периметру карьера на его предельном контуре (секторы проявления деформаций залиты серым цветом, их характеристика дана в таблице)

Fig. 6. Diagram variability degree of smoothness of the slopes (DSS) benches around the perimeter of his career limiting circuit (sectors manifestation strain flooded gray, their characteristics are given in the table)

Заключение

1. Разработана и апробирована на примере карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК» методика количественной оценки степени гладкости откосов уступов.
2. Установлена взаимосвязь между степенью гладкости откосов уступов и их устойчивостью: чем ниже количественные значения СГУ, тем опаснее с точки зрения устойчивости изучаемый участок карьера.
3. Предложенная методика предназначена для прогнозирования позиции слабоустойчивых участков бортов карьера в массивах скальных пород на ранней стадии постановки их на предельный контур.

Список литературы References

1. Агарков И.Б., Игнатенко И.М., Яницкий Е.Б., Овсянников А.Н. 2013. Актуализация геолого-структурного плана карьера с применением фотопанорам его уступов. В кн.: Материалы 12-го международного симпозиума «Вопросы осушения, геологии и геоинформатики, геомеханики, специальных горных работ и горных технологий». Белгород: 369–374.
- Agarkov I.B., Ignatenko I.M., Janicki E.B., Ovsyannikov A.N. 2013. Updating of geological-structural plan career with photo panoramas of its ledges. In: Materialy 12-go mezhdunarodnogo simpoziuma "Voprosy osusheniya, geologii i geoinformatiki, geomehaniki, special'nyh gornyh rabot i gornyh tehnologij" [Proceedings of the 12th International Symposium "Problems of drainage, geology and geoinformatics, geomechanics, special mining and mining technology"]. Belgorod: 369–374. (in Russian)



2. Дунаев А.В. 2009. Типы и условия проявления деформаций стационарных уступов карьера при разработке Ковдорского апатит-магнетитового месторождения. *В кн.: Известия Тульского государственного университета. Геомеханика. Механика подземных сооружений. Сборник материалов VI международной конференции.* Тула: 56–59.

Dunayev A.V. 2009. Types and conditions of existence of strains stationary benches quarry of Kovdor apatite-magnetite deposit. *In: Izvestija Tul'skogo gosuniversiteta. Geomehanika. Mehanika podzemnyh sooruzhenij. Sbornik materialov VI mezhdunarodnoj konferencii* [News of the Tula State University. Geomechanics. Mechanics of underground structures. The collection of materials of VI International Conference]. Tula: 56–59. (in Russian)

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2004612469 Горно-геологическая информационная система ГЕОМИКС (ГИС ГЕОМИКС). 9.11.2004.

Certificate of state registration of the computer №2004612469 mining and geological information system GEOMIKS (GIS GEOMIKS). 09.11.2004. (in Russian)

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014619048 Специализированная геоинформационная система Устойчивость (ГИС Устойчивость). 8.09.2014.

Certificate of state registration of the computer №2014619048 specialized Geographic Information System Stability (Stability GIS). 09.08.2014. (in Russian)

5. Яницкий Е.Б., Игнатенко И.М., Дунаев А.В. 2009. Применение фотометодов для изучения структуры массива скальных пород и состояния стационарных уступов в карьере. *Геология, география и глобальная энергия*, (1): 31–36.

Janickij E.B. I.M. Ignatenko, Dunayev A.V. 2009. Application Photomethod to study the structure of the array of rocks and ledges in the stationary state career. *Geologija, geografija i global'naja jenergija* [Geology, geography and global energy], (1): 31–36. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Агарков Иван Борисович – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Андрейчев Алексей Владимирович – кандидат биологических наук, доцент; Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Мордовия
- Апухтин Александр Валерьевич – кандидат географических наук; Курский государственный университет, г. Курск, Россия
- Арепьева Людмила Анатольевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Курский государственный университет, г. Курск, Россия
- Афанасенкова Ольга Викторовна – научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Годовников Николай Алексеевич – младший научный сотрудник; ОАО «ВИОГЕМ»
- Горбачева Анжелика Александровна – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Григорьев Алексей Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент; Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина
- Гридасова Ольга Вячеславовна – аспирант; Курский государственный университет, г. Курск, Россия
- Гусев Александр Викторович – кандидат географических наук, директор; станция юных натуралистов, г. Новый Оскол, Белгородская область, Россия
- Дунаев Александр Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Дунаева Елена Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Ермакова Елена Ивановна – заместитель директора; станция юных натуралистов, г. Новый Оскол, Белгородская область, Россия
- Заикина Вероника Николаевна – аспирант; Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия
- Казяк Елена Витальевна – преподаватель; Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
- Калугина Светлана Викторовна – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Караулова Людмила Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, Россия
- Кастерина Надежда Геннадьевна – кандидат биологических наук; Волжский политехнический университет (филиал Волгоградского государственного технического университета), г. Волжский, Волгоградская область, Россия
- Колмыков Сергей Николаевич – кандидат географических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Кумани Михаил Владимирович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Курский государственный университет, г. Курск, Россия
- Мишнёв Александр Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; г. Симферополь, Республика Крым, Россия
- Новых Лариса Леонидовна – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Околелова Алла Ароновна – доктор биологических наук, профессор; Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия
- Омельченко Александр Владимирович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь, Республика Крым, Россия
- Орехова Галина Александровна – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Погорелая Марина Сергеевна – научный сотрудник; Институт микробиологии и иммунологии им. И.И. Мечникова НАМН Украины, г. Харьков, Украина



- Ржевская Виктория Степановна – начальник научно-производственного отдела; ООО «Компания «ГринКо», г. Симферополь, Республика Крым, Россия
- Романова Елена Анатольевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; Институт микробиологии и иммунологии им. И.И. Мечникова НАМН Украины, г. Харьков, Украина
- Семкина Лидия Александровна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
- Скипор Олег Болеславович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом; г. Симферополь, Республика Крым, Россия
- Скляр Евгений Александрович – аспирант; Курский государственный университет, г. Курск, Россия
- Смирнов Андрей Викторович – кандидат политологических наук, горный инженер; ДТЭК Энерго, г. Киев, Украина
- Терехин Эдгар Аркадьевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник; Федерально-региональный центр аэрокосмического мониторинга объектов и природных ресурсов Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Тишкина Елена Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, научный сотрудник; г. Екатеринбург, Россия
- Хохуткин Игорь Моисеевич – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник; Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
- Хрисанов Виталий Алексеевич – доктор географических наук, доцент, профессор; Белгородский юридический институт МВД России, г. Белгород, Россия
- Червонный Василий Васильевич – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Шерстнев Алексей Константинович – ассистент; Южный Федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии, г. Ростов-на-Дону, Россия