

№15 (212), вып. 32
Сентябрь 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 77-50062 от 29 мая 2012 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

Демографические характеристики ценопопуляций видов рода *Helleborus* L. в условиях Республики Абхазия. **Гулия В.О., Орловская Т.В.** 5

Экологический и энергетический баланс естественного возобновления придонных боров. **Салтыков А.Н., Борисова В.Л., Гармаш А.В.** 13

Адаптивная ценность сортов пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) в богарных условиях Азербайджана. **Рустамов Х.Н.** 22

Ареал и зоны вредоносности бактериального ожога гороха (научно-аналитический обзор). **Лазарев А.М., Коробов В.А., Надточий И.Н., Мыслик Е.Н.** 29

Видовая структура микоценозов трутовых грибов на живых деревьях дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в биоценозах порослевых нагорных дубрав Белгородской области. **Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В., Афанасенкова О.В.** 36

Исследование микозного заболевания садовых хризантем в коллекции Донецкого ботанического сада НАН Украины. **Ветрова Е.В., Бондаренко-Борисова И.В., Проноза Л.М.** 45

Результаты изучения эффективности некоторых протравителей для защиты семян сосны от поражения возбудителями фузариоза. **Черкис Т.М.** 53

Состав и структура почвенной мезофауны в сообществах коренной террасы Иртыша. **Сергеева Е.В.** 61

Пауки (Aranei) заповедника «Приволжская лесостепь» (Пензенская область, Россия). 3. Участок «Верховья Суры». **Полчанинова Н.Ю.** 67

К познанию тлей (Heteroptera: Homoptera: Aphididae), вредящих пшенице на юге Среднерусской лесостепи. **Хади Мерза Хамза Хади, Присный А.В.** 74

Клопы-слепняки (Heteroptera, Miridae) Южно-Уральского государственного природного заповедника. I. Vgucoginae, Degaecoginae, Mirinae. **Винокуров Н.Н., Голуб В.Б., Зиновьева А.Н.** 84

Изменения и дополнения в перечне охраняемых видов беспозвоночных животных Тюменской области и его приложения. **Галич Д.Е., Ситников П.С.** 94

Особенности формирования состава и структуры фауны жукелиц города Тобольска. **Важенина Н.В., Бухало С.П., Ляцев А.А.** 101.

Онтогенетическая модель возникновения экзогенных морфологических аномалий у имаго жесткокрылых насекомых.

Присный Ю.А. 109

Эколого-санитарное состояние рыбохозяйственных водоемов с комплексной интенсификацией. **Киреева И.Ю.** 114

Члены редколлегии:

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

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

А.И. Везнецев, 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. Сорочкопудов, 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»)

Оценка загрязнения Керченского пролива с использованием нейроглиальных белков донных рыб. **Сухаренко Е.В., Недзвецкий В.С., Петренко О.А.** 118

Сравнительный анализ морфометрических характеристик рогов лося (*Alces alces L.*) окской и ладожской популяций как показатель промысловой нагрузки. **Червонный В.В., Горбачева А.А., Ситникова Г.В.** 125

Методические аспекты оценки экологического риска для здоровья населения при эксплуатации ТЭС Украины. **Коваленко Г.Д., Хабарова (Пивень) А.В.** 131

ХИМИЯ

Морозостойкость неотвержденной и отвержденной композиции защитно-декоративного покрытия. **Сахнова Л.Ю., Воронцова О.А., Везнецев А.И.** 141

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Почвенный покров дельты реки Волги: метеогидрологические изменения как факторы влияния на геохимические особенности миграции легкорастворимых солей. **Бармин А.Н., Валов М.В., Шуваев Н.С.** 145

Динамика pH чернозема типичного в условиях краткосрочной климатической изменчивости в агроландшафтах юга лесостепи Среднерусской возвышенности. **Смирнова Л.Г., Чендев Ю.Г., Кухарук Н.С., Ткаченко А.В.** 156

Изменения площадей залежных земель на Европейской территории России за период 1990–2013 гг. **Китов М.В., Цапков А.Н.** 163

Районирование карьерного поля по взрываемости горных пород (на примере рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК»). **Овсянников А.Н., Игнатенко И.М., Дунаев В.А.** 172

Применение материалов космической съемки для оценки площади и состояния чистых паров Белгородской области. **Терехин Э.А.** 178

Нано-структуры в богатых железных рудах Курской магнитной аномалии. **Никитин И.И.** 184

Исследование зависимости напряженного состояния обделок параллельных подводных тоннелей произвольного поперечного сечения от основных влияющих факторов. **Воронина И.Ю.** 190

Сведения об авторах 197

Оригинал-макет *А.В. Присный, Е.А. Николаичева*

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 15.09.2015
Формат 60×84/8
Гарнитура Georgia
Усл. п. л. 23,25
Заказ 212
Цена свободная
Тираж 1000 экз.
Дата выхода 30.09.2015

Подписной индекс в Объединённом каталоге «Пресса России» – 81466

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

**№15 (212) Issue 32
September 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 77-50062 May 29, 2012
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. Prisnyi, 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

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

Demographic Characteristics of Cenopopulations Species of the Genus *Helleborus* L. in the Republic of Abkhazia. **Guliya V.O., Orlovskaya T.V.** 5

Ecological and Energy Balance of Natural Regeneration of Coniferous Forests near the Donets River. **Saltykov A.N., Borisova V.L., Garmash A.V.** 13

The Adaptive Value of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Rainfed Conditions in Azerbaijan. **Rustamov Kh.N.** 22

Area and Harmfulness Zones of Bacterial Blight of the Pea (scientific and analytical review). **Lazarev A.M., Korobov V.A., Nadtochij I.N., Mjsnjik E.N.** 29

Specific Structure of Mycocenosis of Polypore Fungi on Live Oak Trees (*Quercus robur* L.) in Biocenoses Coppice Upland Oak Forests in the Belgorod Region. **Dunaev A.V., Dunaeva E.N., Kalugina S.V., Afanasenkova O.V.** 36

The study of Fungal Diseases of Chrysanthemums in the Collection of the Donetsk Botanical Garden of NAS of Ukraine. **Vetrova H.V., Bondarenko-Borisova I.V., Pronoza L.M.** 45

The Results of Research on Some Fungicides Effectiveness for Scotch Pine Seedlings Protection from Damping-off Agents. **Cherkis T.M.** 53

The composition and structure of soil mesofauna in communities of indigenous terrace of the irtysh. **Sergeeva E.V.** 61

Spiders (Aranei) of the "Privolzhskaya Lesostep'" Nature Reserve (Penza Region, Russia). 3. "Verkhovya Sury" Segment. **Polchaninova N.Yu.** 67

To the Knowledge of Aphids (Heteroptera: Homoptera: Aphididae), Damaging Wheat in the South of Central Russian Forest-steppe Zone. **Hadi Merza Hamza Hadi, Prisniy A.V.** 74

Plant bugs (Heteroptera, Miridae) of the South Urals State Natural Reserve. I. Bryocorinae, Deraeocorinae, Mirinae. **Vinokurov N.N., Golub V.B., Zinovieva A.N.** 84

Changes and Additions to the List of Protected Species of Invertebrates of Tyumen Region and its Annex. **Galich D.E., Sitnikov P.S.** 94

Features of Formation of Composition and Structure of the Ground Beetles Fauna in Tobolsk. **Vazhenina N.V., Bukhhalo S.P., Lyashchev A.A.** 101

Ontogenetic model of exogenous origin of morphological abnormalities in adults of Coleoptera. **Prisniy Yu.A.** 109

Ecological and Sanitary Condition of Fishery Ponds with Complex Intensification. **Kireeva I.Yu.** 114

The Assessment of Kerch Gulf's Environmental Pollution with Neuroglial Proteins of Ground Fish Measuring. **Sukharensko H.V., Nedzvetsky V.S., Petrenko O.A.** 118

Research University)

Responsible secretary:

Yu.A. Prisny, 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. Prisniy**,
E.A. Nikolaicheva
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Passed for printing 15.09.2015
Format 60×84/8
Typeface Georgia
Printer's sheets 23,25
Order 212
Price free
Circulation 1000 copies
Date of publishing 30.09.2015

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

Comparative Analysis of Morphometric Characteristics of Elk Antlers (Alces alces L.) Oka and Ladoga Population as an Indicator of Commercial Load.

Chervonny V.V., Gorbacheva A.A., Sytnikova G.V. 125

Methodological Aspects of Ecological Risk Assessment for Human Health in the Operation of the Thermal Power Plants in Ukraine. **Kovalenko G.D., Khabarova (Piven) A.V. 131**

CHEMISTRY

Freezing Test of Uncured and Cured Composition of Protective-Decorative Coating. **Sakhnova L.Y., Vorontsova O.A., Vezentsev A.I. 144**

EARTH SCIENCES

Soil Cover of the Volga Delta: Gidrometeorological Change as a Factor of Influence on Geochemical Features of Soluble Salts Migration.

Barmin A.N., Valov M.B., Shuvaev N.S. 145

The Changes of Soil Acidity in Terms of Short-Term Climate Variability in Agricultural Landscapes of Southern Forest-Steppe Zone of the Central Russian Upland. **Smirnova L.G., Chendev Yu.G., Kukharuk N.S., Tkachenko A.V. 156**

Assessment of the Area of Fallow Land in the Belgorod Region and Other Regions of European Russia for the Period 1990-2013 years. **Kitov M.V., Tsapkov A.N. 163**

Methods of Zoning of Quarry Field according to Explosiveness of Rocks (on the example of Mine "Zhelezny" of OJSC "Kovdorsky GOK").

Ovsyannikov A.N., Ignatenco I.M., Dunayev V.A. 172

Application of Remote Sensing Data to Estimation of Area and the State of Fallows in the Belgorod Region. **Terekhin E.A. 178**

Nano-Structures of Rich-Iron ores of the Kursk Magnetic Anomaly.

Nikulin I.I. 184

Study of the Relation of Underwater Tunnel Linings Stress State In View of Main Influencing Factors. **Voronina I.Yu. 190**

Information about Authors 197

БИОЛОГИЯ

УДК 574.3(58.009)

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ РОДА *HELLEBORUS* L. В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ

DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF CENOPULATIONS SPECIES OF THE GENUS *HELLEBORUS* L. IN THE REPUBLIC OF ABKHAZIA

В.О. Гулия, Т.В. Орловская
V.O. Guliya, T.V. Orlovskaya

Институт ботаники Академии наук Республики Абхазия, Республика Абхазия, 384933, г. Сухум, ул. Гулия, 22
Institute of Botany, Academy of Sciences of the Republic of Abkhazia, 22, Guliya St, Sukhum, 384933,
The Republic of Abkhazia

E-mail: tvorlovskaya@mail.ru

Ключевые слова: *Helleborus caucasicus*, *Helleborus abchasicus*, ценопопуляция, возрастная структура, демографические показатели.

Key words: *Helleborus caucasicus*, *Helleborus abchasicus*, cenopopulation, age structure, demographic indicators.

Аннотация. Вопросы изучения эколого-ценотических и биологических особенностей эндемичных растений имеют не только важное общебиологическое значение, но и служат основой для научно обоснованного ресурсосведения и сохранения видового разнообразия. Изучены демографические характеристики на примере 40 дикорастущих ценопопуляций *Helleborus caucasicus* A. Br. и *Helleborus abchasicus* A. Br. в условиях Абхазии. Исследованные ЦП представляют собой пространственно-временной ряд – в разных высотных поясах от 50 до 800 м над у. м., разнообразных растительных сообществах, с различной степенью экологических режимов и антропогенной нагрузки. Определена их возрастная структура в различных фитоценотических условиях, исследован ряд популяционных параметров (плотность, индекс возрастности, восстановления, старения и эффективности), позволяющих оценить состояние и структуру. Возрастные спектры изученных ЦП *Helleborus* одновершинные с максимумами на особях виргинильного или средневозрастного генеративного онтогенетического состояния, поэтому они находятся в стабильном равновесном состоянии. Большинство ЦП являются нормальными, молодыми и зрелыми и полночленными. Плотность различных вариаций в исследованных ЦП варьирует от 1 до 15 экз./м². Индекс старения очень низкий (<0.1). Индексы восстановления и замещения имеют высокие значения, что означает высокий уровень процессов самоподдержания. Сравнение демографических показателей показало слабое варьирование величины возрастности (Δ) изучаемых ЦП (от 0.186 до 0.398). В то же время индексы эффективности (ω) имеют более сильную амплитуду распределения (0.441–0.834). Несмотря на мощный антропогенный пресс эколого-ценотические условия, для *H. caucasicus* и *H. abchasicus* в условиях Абхазии можно считать оптимальными.

Resume. The study of ecological and biological features of cenotic and endemic plants is not only of important general biological significance, but also serves as a basis for science-based study of resources and preservation of species diversity. Demographic characteristics studied on the example of 40 wild cenopopulations of *Helleborus caucasicus* A. Br. and *Helleborus abchasicus* A. Br. in conditions of Abkhazia. The investigated CP are a number of space-time - in different altitudinal belts from 50 to 800 m above sea level, a variety of plant communities, with varying degrees of environmental conditions and anthropogenic pressures. Their age structure is determined in various phytocenotic conditions, a number of population parameters are investigated (density, index of its age, recovery, aging and efficiency) in order to assess the status and structure. Age spectra of the studied CP *Helleborus* unimodal with highs in the middle-aged individuals of virginal or generative ontogenetic state, so they are in a stable equilibrium state. Most CPUs are normal, young and mature and whole. The density variations in the investigated range from CP 1 to 15 copies./m². Aging index is very low (<0.1). Indices of recovery and replacement are high, which means a high level of self-sustaining processes. Comparison of demographic indicators showed a slight variation in the age specific (Δ) of the studied CPU (from 0.186 to 0.398). At the same time, the performance indeces (ω) have stronger amplitude distribution (0.441-0.834). Despite the powerful anthropogenic ecological and coenotic conditions for *H. caucasicus* and *H. abchasicus* in conditions of Abkhazia can be considered as optimal.



Введение

Материалы, касающиеся географии, экологии, фитоценотической роли и ресурсной оценки представителей рода *Helleborus* L., как составной части флоры Кавказа, приведены во многих ботанических работах. Отдельные данные имеются в ряде публикаций [Штейн, 1926; Малеев, 1936; Грудзинская, 1953; Орлов, 1953; Колаковский, 1986; Адзинба, 2003; Читанава, 2007; и др.].

Несмотря на достаточно полную изученность флоры сосудистых растений Западного Кавказа, специальные популяционные исследования, посвящённые изучению рода *Helleborus*, в Абхазии не проводились, к тому же за последние десятилетия современная территория Республики претерпела много изменений и не только в связи с геополитической ситуацией, но и ввиду антропогенного воздействия, поэтому имеющиеся литературные сведения являются устаревшими, разрозненными, неполными и не всегда точными. В тоже время вопросы изучения эколого-ценологических и биологических особенностей эндемичных растений имеют не только важное общебиологическое значение, но и служат основой для научно обоснованного ресурсосведения и сохранения видового разнообразия.

В связи с этим изучение эколого-фитоценотической приуроченности и оценка состояния ценопопуляций (ЦП) видов рода *Helleborus* на территории Республики Абхазия является весьма актуальной и своевременной задачей.

Объекты и методы исследования

Приоритетные районы для проведения ресурсосведческих исследований выделяли после прямой оценки численности и проективного покрытия особей изучаемых растений в соответствии со шкалой Друде [Неронов, 2003].

В пределах каждой ЦП выполняли геоботаническое описание сообщества на площадках (трансектах) размером 10–25 м² ленточной формы.

Изучение морфометрических параметров проводили согласно методу И.Г. Серебрякова [1952] на 30 генеративных растениях из каждой ЦП.

При исследовании структуры ЦП использовали метод дискретного выделения возрастных состояний в онтогенезе растений, разработанных Т.А. Работновым [1950] и А.А. Урановым [1975]. При отнесении особей к тому или иному онтогенетическому состоянию были изучены следующие морфометрические признаки: число побегов, длина и ширина репродуктивных побегов, число цветков на одном побеге, диаметр цветка, высота цветка, длина и ширина внешних сегментов околоцветника.

Эффективную плотность популяции (Pe) определяли как произведение индекса эффективности на её общую плотность [Животовский, 2001].

Для характеристики структуры ЦП видов рода *Helleborus* L. были определены следующие показатели: индекс возрастности (Δ), который даёт реальное представление о вкладе каждой онтогенетической группы в общую возрастность ЦП [Уранов, 1975; Животовский, 2001]; индекс восстановления (I_v) характеризует отношение числа прегенеративных особей к числу генеративных [Жукова, 1995]; индекс замещения (I_z) – отношение числа особей регенеративного периода к сумме чисел генеративных и постгенеративных; индекс старения (I_c) – отношение особей постгенеративного возрастного состояния к общему количеству особей в популяции [Глотов, 1998]; индекс эффективности (ω) рассматривается как энергетическая нагрузка на среду. Оценка состояния ЦП проводили по классификации «дельта–омега» Л.А. Животовского [2001], основанной на совместном использовании индексов возрастности (Δ) и эффективности (ω).

Распределение морфологических признаков по индикаторам проведено в соответствии с классификацией Н.С. Ростовской [2002].

Результаты и их обсуждение

Согласно маршрутам в районах экспедиционного обследования из 67 выявленных ЦП различных видов рода *Helleborus* L., которые охватывают большую часть местопроизрастаний исследуемых растений на территории Абхазии, за исключением Галского района (ввиду его приграничного положения с Грузией), установлено 40 значительных. Исследованные ЦП представляют собой пространственно-временной ряд – в разных высотных поясах от 50 до 800 м над у. м., разнообразных растительных сообществах, с различной степенью экологических режимов и антропогенной нагрузки.

Плотность различных вариаций *Helleborus* в исследованных ЦП варьирует от 1 до 15 экз./м². Максимальная плотность отмечена у *H. abchasicus* var. *roseus* (10.82±1.08 экз./м²), минимальная в ЦП *H. caucasicus* var. *guttatus* (2.25±0.24 экз./м²). В целом высокая плотность



характерна для ЦП *H. abchasicus* var. *roseus*. Наиболее низкая отмечена для ЦП *H. abchasicus* var. *zebrinus*. Коэффициент вариации очень высокий (для *H. caucasicus* var. *albo-virens* и *H. caucasicus* var. *guttatus* более 60%, для вариаций *H. abchasicus* – 53.5%) (табл. 1).

Таблица 1

Возрастная структура ценопопуляций видов рода *Helleborus* L.

Table 1

The age structure of populations of species of the genus *Helleborus* L.

Цено-популяция	Онтогенетическое состояние, %				Плотность особей, экз./м ²	
	j	v	g ₂	s	экологическая	Pe
<i>H. caucasicus</i> var. <i>albo-virens</i>						
ЦП 1	0.74±0.25*	1.00±0.15	1.16±0.40	0.22±0.01	3.12±0.45	1.67
	23.72**	32.05	37.18	7.05	1-5***	
ЦП 10-12	–	4.21±0.42	6.04±0.71	0.25±0.14	10.50±1.09	7.85
		40.09	57.52	2.38	6-15	
ЦП 14, 15	0.03±0.02	2.12±0.32	2.23±0.21	0.15±0.04	4.53±0.31	3.15
	0.66	46.79	49.23	3.31	3-6	
ЦП 18, 20	0.12±0.01	0.45±0.11	1.68±0.23	–	2.25±0.24	1.88
	5.33	20.0	74.67		1-3	
ЦП 41-43	1.54±0.28	4.50±0.38	1.48±0.47	0.62±0.05	8.14±0.61	3.59
	18.92	55.28	18.18	7.62	6-10	
<i>H. caucasicus</i> var. <i>guttatus</i>						
ЦП 3, 4	0.09±0.01	1.25±0.04	1.44±0.31	0.10±0.03	2.88±0.32	1.99
	3.13	43.40	50.0	3.47	2-4	
ЦП 6, 8	0.89±0.04	2.21±0.42	1.28±0.05	0.15±0.04	4.53±0.44	2.29
	19.65	48.79	28.26	3.31	3-6	
ЦП 24-28	0.40±0.04	2.80±0.21	1.16±0.48	0.14±0.01	4.50±0.78	2.39
	8.89	62.22	25.78	3.11	2-7	
ЦП 29, 30	0.47±0.01	1.59±0.21	1.52±0.48	–	3.58±0.11	2.22
	13.13	44.41	42.46		1-6	
<i>H. abchasicus</i> var. <i>roseo-punctatus</i>						
ЦП 44, 45	0.06±0.01	2.87±0.12	2.12±0.46	0.08±0.01	5.13±0.77	3.35
	1.17	55.95	41.33	1.56	2-8	
ЦП 54-57	0.52±0.02	1.92±0.35	3.12±0.46	0.07±0.01	5.63±0.53	3.98
	9.24	34.10	55.42	1.24	4-8	
ЦП 62, 65	0.92±0.02	2.74±0.14	1.12±0.01	0.11±0.01	4.89±0.77	2.36
	18.82	56.03	22.90	2.25	4-8	
<i>H. abchasicus</i> var. <i>zebrinus</i>						
ЦП 58, 59	0.74±0.06	1.21±0.04	0.58±0.01	0.03±0.01	2.56±0.21	1.15
	28.91	47.27	22.66	1.17	2-3	
<i>H. abchasicus</i> var. <i>nervosus</i>						
ЦП 49-51	0.42±0.01	1.76±0.21	1.35±0.31	0.14±0.01	3.67±0.67	2.14
	11.44	47.96	36.79	3.82	2-6	
<i>H. abchasicus</i> var. <i>roseus</i>						
ЦП 36	0.61±0.05	2.94±0.34	1.44±0.27	0.23±0.02	5.22±0.56	2.76
	11.69	56.32	27.58	4.41	4-7	
ЦП 37-40	0.45±0.41	4.40±0.81	5.65±0.76	0.32±0.01	10.82±1.08	7.58
	4.16	40.67	52.22	2.96	8-15	
<i>H. abchasicus</i> var. <i>atropurpureus</i>						
ЦП 46, 48	1.10±0.08	2.07±0.49	2.23±0.46	–	5.40±0.81	3.18
	20.37	38.33	41.29		3-8	

Примечание: * – X ср±ΔX, экз./м²; ** – частота по возрастным периодам, %; *** – размах варьирования.

Сильное варьирование плотности как внутри ЦП, так и по всем изучаемым ЦП свидетельствует о данном показателе как о признаке, чутко реагирующем на экологические, фитоценоотические особенности местообитания и антропогенное воздействие на них.

Соотношение между эффективной (Pe) и экологической плотностями в ЦП варьирует от 1.19 (ЦП 18, 20) до 2.27 (ЦП 41-43) раза. Наименьшее различие между плотностями отмечено в зрелых ЦП (1.19-1.33 раза), т.е. эффективная плотность по своему значению приближается к экологической плотности, так как в них накапливаются особи средневозрастного генеративного состояния.



В зреющих ЦП экологическая плотность в ~ 1.5 раза выше, чем эффективная, но в формировании возрастных спектров наблюдается три варианта: либо соотношение прегенеративной и генеративной фракций примерно одинаково (ЦП 3, 4, 14, 15), либо сумма прегенеративных особей меньше генеративных (ЦП 37–40, 54–57), либо больше (ЦП 29, 30, 44, 45). При этом показатели эффективной плотности колеблются примерно в одинаковых пределах от 1.88 до 7.85 в зрелых ЦП и от 1.99 до 7.58 в зреющих, что определяется стабильным состоянием генеративной и виргинильной фракций относительно постгенеративной и ювенильной.

Наибольших различий эффективная плотность достигает в молодых ЦП (≥ 2 раза). Варьирование этого показателя в молодых ЦП находится в низких пределах 1.15–3.59.

В целом все варианты ЦП стабильны, а значения эффективной плотности позволяют сделать вывод об экологическом оптимуме данных местообитаний.

Онтогенетическая структура ЦП в различных частях ареала является интегральным показателем их состояния, отражает их организацию в пространстве и во времени, адаптивные особенности вида на популяционном уровне, перспективы его самоподдержания. Для выявления возрастной структуры в онтогенезе было выделено 4 онтогенетических состояния: в прегенеративном периоде – ювенильное (j) и виргинильное (v) состояния; в генеративном периоде – средневозрастное генеративное (g_2); в постгенеративном – сенильное (s). В связи с быстрым прохождением начальных этапов онтогенеза во всех ЦП отсутствовали проростки. Особи постгенеративного периода присутствовали не во всех ЦП.

Особое значение для ЦП имеют процессы самоподдержания. Результаты изучения онтогенетической структуры исследованных популяций представлены в таблице 1.

Генеративность ЦП *Helleborus* (g_2 , %) является одной из важнейших характеристик их жизненного состояния в фитоценозе. Величина этого показателя колеблется от 18.18% до 74.67%, примечательно, что минимальное и максимальное значения этого показателя присущи вариации *H. caucasicus* var. *albo-virens*. Большинство ЦП имеют показатель генеративности меньше 50%.

Коэффициент вариации плотности генеративных особей находится в пределах от 42% до 80%, что свидетельствует об очень высокой степени изменчивости данного признака. Установлена прямая сильная корреляционная зависимость общей плотности заросли от количества генеративных растений различных вариаций *Helleborus* ($r=0.83\%$, при $p>0.05$), значительная между количеством генеративных особей и коэффициентом генеративности заросли ($r=0.48\%$), умеренное влияние оказывает количество особей в прегенеративном периоде (j+v) на количество генеративных растений ($r=0.43\%$) и очень слабая зависимость плотности заросли от коэффициента генеративности ($r=0.08\%$).

Таким образом, низкий уровень коэффициента генеративности, умеренное влияние количества растений в ювенильном и виргинильном состояниях на количество генеративных особей указывают на то, что это может быть связано с нерациональным сбором цветущих побегов, для коммерческих целей.

Возрастной состав представляет собой один из существенных признаков популяции, обеспечивающих её самоподдержание и устойчивость. Для всех исследованных ЦП характерно преобладание виргинильных и средневозрастных генеративных растений, их доля колеблется от 20.0% (ЦП 18, 20 *H. caucasicus* var. *albo-virens*) до 62.22% (ЦП 24–28 *H. abchasicus* var. *guttatus*) и от 18.18% (ЦП 41–43 *H. caucasicus* var. *albo-virens*) до 74.67% (ЦП 18, 20 *H. caucasicus* var. *albo-virens*) соответственно. Доля растений в сенильном состоянии низкая (от 0 до 7.05%), в ЦП 18, 20, 29, 30 – отсутствует.

Возрастные спектры изученных ЦП *Helleborus* одновершинные с максимумами на особях виргинильного или средневозрастного генеративного онтогенетического состояния (рис. 1), поэтому они находятся в стабильном равновесном состоянии. Преобладание в некоторых ЦП молодых особей виргинильного состояния, вероятно, обусловлено их молодостью. Онтогенез включает все возрастные периоды и состояния, характерные для многолетних поликарпиков.

Ценопопуляции являются нормальными, молодыми и зрелыми, полночленными (за исключением ЦП 10, 11, 12, 18, 20, 29, 30, 46 и 48), что говорит об устойчивости и способности большинства ЦП к самовозобновлению. Неполночленность ЦП 10–12, в которой отсутствуют проростки и ювенильные растения, можно рассматривать, как показатель нерегулярного семенного возобновления, что может быть связано с неблагоприятными метеорологическими условиями, отрицательно влияющими на процесс генеративного размножения, или с неблагоприятными условиями для выживания проростков, так как популяция находится в условиях повышенной антропогенной нагрузки и подвергается вытаптыванию, уничтожению цветков и др. К тому же смещение максимума возрастного спектра вправо наблюдается в условиях постоянных, но умеренных нарушений, связанных с высокой антропогенной нагрузкой (выпас скота, сбор растений и т. д.).

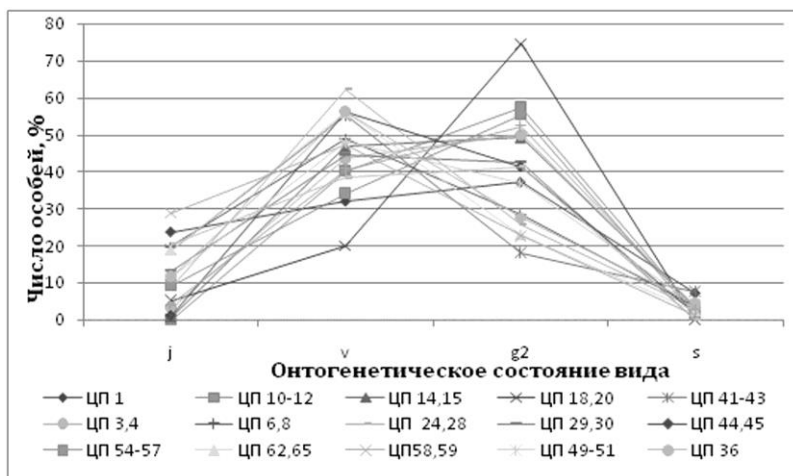


Рис. 1. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Helleborus*
 Fig. 1. Developmental spectra of the cenopopulations *Helleborus*

Несмотря на достаточно большое количество генеративных особей, обеспечивающих семенное размножение, самоподдержание ЦП в природе осуществляется в основном вегетативным путём, о чем можно судить по незначительной доле подростка в ЦП. Не исключено, что семенное возобновление осуществляется эпизодически и ослаблено воздействием разных причин: биологических, фитоценологических, антропогенных. Проростки могут погибать, не выдерживая конкуренции с ЦП других видов. Небольшое количество сенильных растений обусловлено значительной продолжительностью жизни генеративных растений и, возможно, быстрым отмиранием старых генеративных и постгенеративных растений, так как особи могут проходить полный онтогенез только в исключительно благоприятных природных и климатических условиях и при отсутствии антропогенных нарушений. Отсутствие сенильного состояния может также косвенно указывать на уничтожение генеративных особей.

Установление демографических показателей ЦП позволило на основе соотношения онтогенетических состояний в каждой ЦП рассчитать: индекс восстановления (Iв), индекс замещения (Iз), коэффициент возрастности (Δ) и индекс эффективности (ω) (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика ценопопуляций видов рода *Helleborus* L.

Table 2

Feature of the cenopopulations species *Helleborus* L.

Цено-популяция	Индекс					Тип ЦП
	Iв	Iз	Iс	Δ	ω	
<i>H. caucasicus</i> var. <i>albo-virens</i>						
ЦП 1	1.500	1.261	0.071	0.295	0.536	молодая
ЦП 10-12	0.697	0.669	0.024	0.358	0.748	зрелая
ЦП 14, 15	0.964	0.903	0.033	0.333	0.695	зреющая
ЦП 18, 20	0.339	0.339	0	0.398	0.834	зрелая
ЦП 41-43	4.081	2.876	0.076	0.233	0.441	молодая
<i>H. caucasicus</i> var. <i>guttatus</i>						
ЦП 3, 4	0.931	0.870	0.035	0.335	0.691	зреющая
ЦП 6, 8	2.422	2.214	0.033	0.235	0.507	молодая
ЦП 24-28	2.758	2.462	0.031	0.234	0.531	молодая
ЦП 29, 30	1.355	1.355	0	0.268	0.620	зреющая
<i>H. abchasicus</i> var. <i>roseo-punctatus</i>						
ЦП 44, 45	1.382	1.332	0.016	0.288	0.652	зреющая
ЦП 54-57	0.782	0.765	0.012	0.331	0.706	зреющая
ЦП 62, 65	3.268	2.976	0.023	0.206	0.482	молодая
<i>H. abchasicus</i> var. <i>zebrinus</i>						
ЦП 58, 59	3.362	3.197	0.012	0.186	0.448	молодая
<i>H. abchasicus</i> var. <i>nervosus</i>						
ЦП 49-51	1.615	1.463	0.038	0.279	0.584	молодая
<i>H. abchasicus</i> var. <i>roseus</i>						
ЦП 36	2.465	2.126	0.044	0.249	0.529	молодая
ЦП 37-40	0.858	0.812	0.029	0.338	0.701	зреющая
<i>H. abchasicus</i> var. <i>atropurpureus</i>						
ЦП 46, 48	1.422	1.422	0	0.256	0.588	молодая

Индекс старения очень низкий (<0.1). Индексы восстановления и замещения имеют высокие значения, что означает высокий уровень процессов самоподдержания. При этом эти же индексы, отражающие интенсивность вегетативных процессов в ЦП 10–12, 18, 20 меньше, чем в остальных (количество особей прегенеративного периода 25.33–40.09%, в ЦП 10–12 ювенильные особи отсутствовали), следовательно, в данных ЦП процесс самоподдержания незначителен, что видимо, связано с менее благоприятными условиями жизни, длительным генеративным периодом и высокой степенью элиминации проростков.

Необходимо отметить, что все указанные выше ЦП образованы вариациями *H. caucasicus*. Так как ЦП произрастают в очень сходных местообитаниях Гудаутского района вблизи населённых пунктов, это позволяет предположить, что основное влияние на межпопуляционные различия оказывает антропогенное воздействие. В остальных ЦП можно констатировать факт их интенсивного пополнения молодыми особями.

Таким образом, по показателям популяционных параметров в наименее устойчивом состоянии находятся ЦП 18, 20 (*H. caucasicus* var. *albo-virens*), а популяционный оптимум наблюдается в ЦП 29, 30 (*H. caucasicus* var. *guttatus*) и 46, 48 (*H. abchasicus* var. *atropurpureus*).

Сравнение демографических показателей показало слабое варьирование величины возрастности (Δ) изучаемых ЦП (от 0.186 до 0.398). В то же время индексы эффективности (ω) имеют более сильную амплитуду распределения (0.441–0.834). Небольшой диапазон индекса возрастности и его невысокие значения показывают внушительную долю особей молодой части популяции.

Высокие значения индекса эффективности свидетельствуют о хорошем и устойчивом состоянии популяций. Оценка возрастности Δ (дельта) и эффективности ω (омега) показала, что изученные ЦП относятся к молодым ($\Delta=0.186-0.295$; $\omega=0.441-0.588$), зреющим ($\Delta=0.268-0.338$; $\omega=0.620-0.706$) и зрелым ($\Delta=0.358-0.398$; $\omega=0.748-0.834$) (рис. 2).

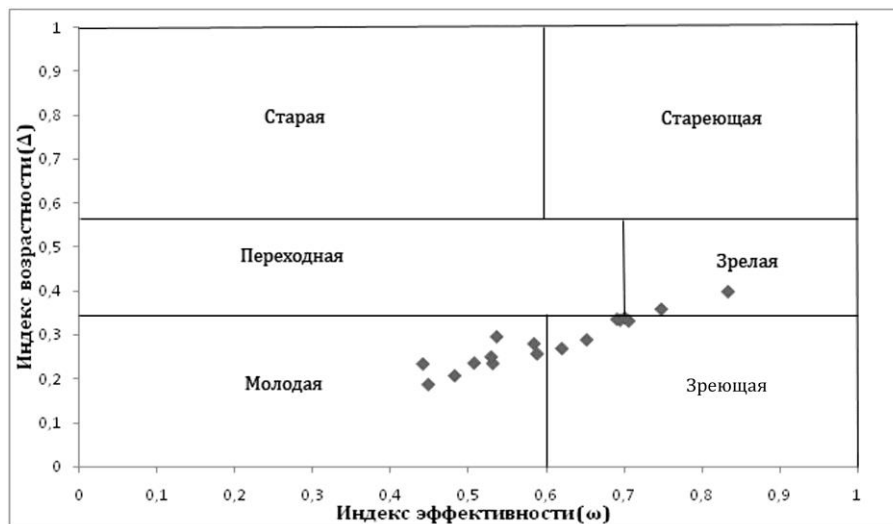


Рис. 2. Распределение ценопопуляций *Helleborus* по классификации «дельта-омега»
Fig. 2. The distribution of the cenopopulations *Helleborus* classification «Delta-omega»

При этом можно говорить только о том, что молодые и зреющие ЦП потребляют большее количество энергии и производят большую нагрузку на энергетические ресурсы среды.

Хорошее состояние ЦП позволяет предполагать, что эколого-ценотические условия, несмотря на мощный антропогенный пресс, можно считать оптимальными. Основной способ охраны видов рода *Helleborus* L. – это сохранение его мест обитания, в связи со значительно возросшей за последние годы рекреационной нагрузкой и неконтролируемого сбора растений, для этого, необходимо проводить постоянный мониторинг за состоянием и динамикой природных ценопопуляций. В связи с этим состояние естественных зарослей обозначенных выше вариаций требует тщательного изучения и постоянного мониторинга.

Заключение

1. Плотность различных вариаций *Helleborus* сильно варьирует от 1 до 15 экз./м² в зависимости от экологических и фитоценотических особенностей местообитания. Высокая

плотность характерна для ЦП *H. abchasicus* var. *roseus*, наиболее низкая отмечена для ЦП *H. abchasicus* var. *zebrinus*.

2. В формировании возрастных спектров наблюдается три варианта: либо соотношение прегенеративной и генеративной фракций примерно одинаково (ЦП 3, 4, 14, 15), либо сумма прегенеративных особей меньше генеративных (ЦП 37–40, 54–57), либо больше (ЦП 29, 30, 44, 45).

3. Генеративная группа особей в изученных ЦП весьма различна, величина этого показателя колеблется от 18.18% до 74.67%, примечательно, что минимальное и максимальное значения присущи вариации *H. caucasicus* var. *albo-virens*. Большинство ЦП имеют показатель генеративности меньше 50%.

4. Возрастные спектры изученных ЦП *Helleborus* одновершинные с максимумами на особях виргинильного или средневозрастного генеративного онтогенетического состояния, поэтому они находятся в стабильном равновесном состоянии.

5. Изученные ЦП являются нормальными, молодыми и зрелыми, полночленными (за исключением ЦП 10, 11, 12, 18, 20, 29, 30, 46 и 48), что говорит об устойчивости и способности большинства ЦП к самовозобновлению.

6. Самоподдержание ЦП в природе осуществляется в основном вегетативным путём.

7. Большинство исследованных ЦП на основании оценки возрастности Δ (дельта) и эффективности ω (омега) можно классифицировать как молодые и зреющие, лишь две характеризуются как зрелые.

8. В целом для сохранения видов рода *Helleborus* L. необходим контроль над состоянием выявленных ЦП, запрещение бесконтрольного сбора цветков и выкапывание корневищ с корнями, возможное ограничение хозяйственной деятельности в местах произрастания.

Список литературы

References

1. Адзинба З.И. 2003. Краткая история изучения флоры Абхазии. В кн.: Юбилейная международная конференция, посвященная 160-летию Сухумского ботанического сада. Сухум: 25–35.
Adzinba Z.I. 2003. A brief history of the study of the flora of Abkhazia. In: Jubilejnaja mezhduнародnaja konferencija, posvjashhennaja 160-letiju Suhumskogo botanicheskogo sada [Anniversary International Conference dedicated to the 160th anniversary of the botanical garden of Sukhumi]. Sukhum: 25–35. (in Russian)
2. Глотов Н.В. 1998. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений. В кн.: Жизнь популяций в гетерогенной среде. Ч. 1. Йошкар-Ола, Периодика Марий Эл: 146–149.
Glotov N.V. 1998. On the estimation of the parameters of the age structure of populations of plants. In: Zhizn' populyatsiy v geterogennoj srede. Ch. 1 [The life of the population in a heterogeneous environment. Part 1]. Yoshkar-Ola, Periodika Mariy El: 146–149. (in Russian)
3. Грудзинская И.А. 1953. Широколиственные леса предгорий Северо-Западного Кавказа. В кн.: Широколиственные леса Северо-Западного Кавказа. М., АН СССР: 5–183.
Grudzinskaya I.A. 1953. Deciduous forests of the foothills of the North-West Caucasus. In: Shirokolistvennye lesa Severo-Zapadnogo Kavkaza [Broad-leaved forests of the Northwest Caucasus]. Moscow, AN SSSR: 5–183. (in Russian)
4. Животовский Л.А. 2001. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений. Экология, (1): 3–7.
Zhivotovskiy L.A. 2001. Developmental state, the effective density and classification of plant populations. Ekologiya [Russian Journal of Ecology], (1): 3–7. (in Russian)
5. Жукова Л.А. 1995. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, РИИК «Ланар», 223.
Zhukova L.A. 1995. Populyatsionnaya zhizn' lugovykh rasteniy [Population life of meadow plants]. Yoshkar-Ola, RIIK «Lanar», 223. (in Russian)
6. Колаковский А.А. 1986. Флора Абхазии. Т. 4. Тбилиси, Метсниереба, 362.
Kolakovskiy A.A. 1986. Flora Abkhazii. T. 4 [Flora Abkhazia. Vol. 4]. Tbilisi, Metsniereba, 362. (in Russian)
7. Малеев В.П. 1936. Флора и растительность Абхазии (общий очерк). В кн.: Абхазия: Геоботанический и лесной очерк. М., АН СССР: 3–12.
Maleev V.P. 1936. Flora and vegetation of Abkhazia (general review). In: Abkhaziya: Geobotanicheskij i lesnoj ocherk [Abkhazia: Geobotanical and forest essay]. Moscow, AN SSSR: 3–12. (in Russian)
8. Неронов В.В. 2003. Полевая практика по геоботанике. Биология, (31): 21.
Neronov V.V. 2003. Polevaya praktika po geobotanike. Biologiya [Biology], (31): 21. (in Russian)
9. Орлов А.Я. 1953. Буковые леса Северо-Западного Кавказа. В кн.: Широколиственные леса Северо-Западного Кавказа. М., АН СССР: 244–355.
Orlov A.Ya. 1953. Beech forests of the Northwest Caucasus. In: Shirokolistvennye lesa Severo-Zapadnogo Kavkaza [Broad-leaved forests of the Northwest Caucasus]. Moscow, AN SSSR: 244–355. (in Russian)



10. Работнов Т.А. 1950. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. Труды БИН АН СССР. Серия 3. Геоботаника, 6: 7–204.
- Rabotnov T.A. 1950. The life cycle of perennial herbaceous plants in the meadow cenoses. Trudy BIN AN SSSR. Serija 3. Geobotanika, 6: 7–204. (in Russian)
11. Ростова Н.С. 2002. Корреляции: структура и изменчивость. Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. Серия 1, 94: 308.
- Rostova N.S. 2002. Correlations: the structure and variability. Trudy Sankt-Peterburgskogo obshhestva estestvoispytatelej. Serija 1, 94: 308. (in Russian)
12. Серебряков И.Г. 1952. Морфология вегетативных органов высших растений. М., Советская наука, 391.
- Serebryakov I.G. 1952. Morfologiya vegetativnykh organov vysshikh rasteniy [The morphology of the vegetative organs of higher plants]. Moscow, Sovetskaya nauka, 391. (in Russian)
13. Уранов А.А. 1975. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов. Биологические науки, (2): 7–34.
- Uranov A.A. 1975. Fitotsenopopulyatsy age spectrum as a function of time and energy wave processes. Biologicheskie nauki, (2): 7–34. (in Russian)
14. Читанова С.М. 2007. Флора Колхиды. Дис. ... канд. биол. наук. Сухум, 543.
- Chitanava S.M. 2007. Flora Kolkhidy. Dis. ... cand. biol. sciences. Sukhum, 543. (in Russian)
15. Штейн В.В. 1926. Материалы к флоре Сочинского Причерноморья. Труды Сочинской сельскохозяйственной и садоводческой опытной станции, 6: 93–113.
- Shteyn V.V. 1926. Materials for the flora of Sochi Black Sea Coast. Trudy Sochinskoj sel'skhozajstvennoj i sadovodcheskoj opytnoj stancii, 6: 93–113. (in Russian)

УДК 630×231:[630×17:582.475.4](282.247.364)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ЕСТЕСТВЕННОГО
ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПРИДОНЕЦКИХ БОРОВ
ECOLOGICAL AND ENERGY BALANCE NATURAL RESUMPTION
PRIDONETSKIH CONIFEROUS FOREST**

**А.Н. Салтыков, В.Л. Борисова, А.В. Гармаш
A.N. Saltykov, V.L. Borisova, A.V. Garmash**

*Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева, Украина, г. Харьков, Харьковский район,
п/о «Коммунист-1», 62483,
V.V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University named by, p/o "Communist-1", Kharkovsky district, Kharkov, 62483,
Ukraine*

E-mail: saltykov.andrey.1959@mail.ru; borisova.valentina@ukr.net; garmash1505@gmail.com

Ключевые слова: естественное возобновление, экологические факторы, ценопопуляция, экологическая ниша, биогеоценоз, популяционный «всплеск».

Key words: natural regeneration, environmental factors, cenopopulation, population splash.

Аннотация. Результаты исследований за процессами естественного возобновления придонецких боров, выполненные в течение 2003–2014 гг., позволяют выдвинуть предположение о том, что индукция и следующая за ней авторегуляция волны возобновления являются результатом изменения баланса экологических факторов. В свою очередь экологический баланс и динамика составляющих экосистемы следуют за изменениями энергетического баланса лесных экосистем. Это необходимое условие успешности старта ценопопуляции подроста и авторегуляции волны возобновления.

Resume. The implementation of the reproductive potential of pine forests into the category of self-seeding is an obligatory component of structural and functional features of the forest ecosystem, providing its stability in space and time. The results of the study allow us to say that the induction and the resumption of autoregulation waves are a response reaction of the forest ecosystem to the change of the existing balance of environmental factors of exogenous and endogenous order. From a practical point of view, the adoption of this concept is the basis for improvement measures for its support, and this increase of their forestry and ecological as well as economic efficiency.

Введение

Реализация репродуктивного потенциала сосняков в категорию самосева – обязательная составляющая структурно-функциональных особенностей лесной экосистемы, обеспечивающая ее устойчивость в пространстве и времени. Результаты выполненных нами исследований позволяют отметить, что индукция и следующая за ней авторегуляция волны возобновления являются ответной реакцией лесной экосистемы на изменение существующего баланса экологических факторов экзогенного и эндогенного порядка [Салтыков, 2014]. Очевидно, допустимо предположение и о том, что изменение экологического баланса связано с определенными изменениями энергетических составляющих экосистемы [Межжерин, 1987], хотя подобное утверждение нельзя признать бесспорным, по меньшей мере, в рамках рассматриваемого процесса. С практической точки зрения принятие данной концепции служит основой для совершенствования мероприятий по его сопровождению, а, следовательно, повышению их лесоводственно-экологической и, вероятно, экономической эффективности. В свою очередь, фрагментация исследования во времени и пространстве влечет за собой повторение ранее полученных результатов, а, следовательно, и подтверждение ранее изложенных гипотез в рамках современной теории возобновления.

Очевидно, что в настоящее время необходима систематизация уже накопленных результатов экспериментальных исследований и использование более результативных методологических подходов, в связи с чем, нами предложено рассматривать процесс возобновления пристепных боров как ответную и закономерную реакцию популяции сосны в бассейне Северского Донца на изменение баланса экологических факторов.

Объекты и методы исследования

В рамках данного фрагмента исследований рассмотрены структурно-функциональные особенности естественного возобновления на борových террасах Северского Донца и его притоков за 2003–2014 гг. За указанный период нами было заложено более 400 пробных площадей для учета подроста, проанализированы климатические условия региона исследований и воспроизведен ретроспективный ряд возобновления за вековой период.



Особенности микробиологических процессов гаревых субстратов рассмотрены на фоне контрольных, не тронутых пожаром объектов. В пределах потенциальных «окон инвазии» исследованы причины экологического замещения сосны и осуществлены учеты численности мышевидных грызунов. При выполнении исследований за основу выполнения опыта были приняты методики [Воробьева, 1967; Грейг-Смитта, 1967; Злобина, 1976, 2009; Пятницкого, 1959; Санникова, 1985, 1992; Тихоненко, 2002] и других, частично адаптированные нами к конкретным условиям полевых и лабораторных исследований. Полученные результаты обработаны широко распространенными методами статистического анализа [Доспехов, 1965].

Результаты исследований

Реконструкция «всплесков» возобновления, по литературным данным [Врадий, 1961; Дмитриевский, 1928; Пятницкий, 1964; Салтыков, 2014], а также результаты полевых исследований позволили установить, что за последнее столетие волна возобновления в бассейне Северского Донца наблюдалась неоднократно [Салтыков, 2014]. Ее формирование связано с закономерным увеличением количества выпадающих осадков на фоне их средней многолетней величины. Определяющее значение при этом имеют осадки, выпадающие в течение вегетационного периода на протяжении, как минимум, двух-трех лет [Салтыков, 2014; Санников, 1985]. С наступлением засушливых сезонов и отсутствием серии «возобновительных» осадков следует разрыв возрастных спектров ценопопуляций подроста, что определяет пульсирующий характер процесса возобновления. Список периодов активизации естественного возобновления придонских боров за последнее столетие выглядит следующим образом: 1906–1909, 1911–1912, 1919, 1926(25), 1931–1932, 1935–1936, 1943–1943, 1946–1947(8), 1952–1953(4), 1957–1958, 1964–1965, 1969–1970(71), 1976–1977, 1981–1982, 1985–1986, 1990–1991, 1995–996, 2002–2003 гг. В данном случае мы не претендуем на полноту и абсолютную точность списка, а лишь предпринимаем попытку систематизировать и восстановить утраченную по тем или иным причинам информацию. Наиболее многочисленной и ближайшей по времени в бассейне Северского Донца является ценопопуляция подроста сосны с возрастной доминантой 2002 г. Синхронность «всплеска» возобновления с увеличением количества осадков на протяжении вегетационного периода в течение ряда лет остается обязательным условием рассматриваемого процесса (табл. 1). [Салтыков, 2014].

Таблица 1
Количество осадков по данным метеостанции «Скрипаевский учебно-опытный лесхоз», расположенной в средней части бассейна Северского Донца

Table 1
The amount of precipitation according to the weather station “Skripaevsky training and experimental forestry”, located in the middle of the Seversky Donets Basin

Годы	Осадки, мм	
	за год	за апрель–октябрь
1999	467.7	189.0
2000	536.0	294.1
2001	688.4	355.9
2002	598.7	456.7
2003	722.1	507.1
2004	674.2	416.0
2005	664.4	373.4
2006	519.2	296.0
2007	541.2	344.8
2008	424.0	292.6
2009	593.1	281.4
Среднее	584.5	346.1

Анализ возрастной структуры ценопопуляций подроста подтвердил, что основу спектра волны возобновления составляет генерация сосны 2002 г. Довольно часто в пределах спектра встречаются растения 2001 и 2003 гг., однако их долевое участие в возрастном спектре не превышает 50%, количественное доминирование остается за поколением 2002 г.

Масштабность рассматриваемого явления невозможно игнорировать уже на том основании, что жизнеспособные ценопопуляции подроста были отмечены повсеместно на территории боровой террасы Северского Донца и его притоков. Вместе с тем очаги с наличием возобновления сосны фрагментированы в пространстве. Наиболее вероятным событием было накопление подроста сосны в границах пирогенного ряда [Салтыков, 2014]. Результаты исследований показывают, что в этих условиях наряду с аккумуляцией зольных элементов на уровне ложа для прорастания семян сосны [Бобровский, 2010] наблюдается «всплеск» микробиологической активности гаревого субстрата [Салтыков, 2012; Салтыков, 2014].

При исследовании биогенности лесной подстилки и верхнего слоя почвы применялись основные положения методик, разработанных на кафедре почвоведения Харьковского НАУ под редакцией профессора [Тихоненко, 2002]. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов лесной подстилки и пирогенного субстрата устанавливали методом высева субстрата на твердые селективные питательные агаризированные среды. Так, посевы на мясо-

пептонном агаре (МПА) позволили выявить общую численность микроорганизмов, разлагающих органические азотосодержащие соединения (гетеротрофы), посева на крахмало-аммиачном агаре (КАА) – численность микроорганизмов, ассимилирующих минеральные формы азота. На пептоно-глюкозном агаре Ваксмана (ПГА) определяли численность микроскопических грибов, усваивающих легкодоступные углеводы. На голодном агаре (ГА) устанавливали численность олиготрофов, а на среде Эшби (ЭШ) – численность олигонитрофилов. Численность микроорганизмов пересчитывали на 1 г абсолютно сухого субстрата (а. с. с.). Для определения интенсивности и направленности почвенных процессов, характеризующих, прежде всего, питательный режим почв, использовали предложенный [Тихоненко и др., 2002] показатель трансформации (Ктр) и минерализации органического вещества (Км), а также коэффициент мобилизации азотного фонда Ктаф.

Результаты полученных данных (табл. 2) свидетельствуют о том, что суммарное количество микроорганизмов (МПА+КАА+ГА+ЭШ) в лесной подстилке и верхнем слое почвы в насаждениях, пройденных низовым пожаром, возрастает в 2.5–5.0 раза по сравнению с данными контрольного (К) объекта.

Таблица 2

Численность трофических групп микроорганизмов в лесной подстилке и верхнем слое почвы по вариантам опыта

Table 2

The number of trophic groups of microorganisms in the forest litter and topsoil in variants of the experiment

Варианты опыта по давности влияния пожара	Количество микроорганизмов (грибы и актиномицеты в тыс. м/о в 1 г, бактерии в млн м/о в 1 г а. с. с.)					
	ПГА	МПА	КАА		ГА	ЭШ
			все	акт		
Без пожара (К)	10.95	0.33	0.68	172.6	0.27	0.18
На 1-й год	8.25	0.21	4.28	11.6	1.04	0.21
На 2-й год	7.3	0.17	2.29	99.6	1.19	0.11
На 8-й год	12.5	0.79	7.57	108.9	2.02	0.49
На 14-й год	13.69	0.19	0.35	24.6	0.53	0.27
Варианты опыта по давности влияния пожара	МПА+КАА+ГА+ЭШ	КМ = $\frac{МПА}{КАА}$	Ктаф. = $\frac{МПА+КАА}{ГА+ЭШ}$	Ктр. = $\frac{МПА}{ГА}$		
Без пожара (К)	1.5	0.49	2.2	1.8		
На 1-й год	5.7	0.05	3.6	0.2		
На 2-й год	3.8	0.08	1.9	0.15		
На 8-й год	10.9	0.10	3.3	0.39		
На 14-й год	1.3	0.55	0.7	0.35		

Максимальный уровень биогенности, согласно полученным данным, отмечен на восьмой год (10.9 млн. зародышей/г а.с.с.) на фоне формирования рыхлой лесной подстилки и восстановления напочвенного покрова. В последующие семь лет численность микроорганизмов снижается, а соотношение трофических групп спектра восстанавливается практически до уровня контрольного объекта (К).

Резкое изменение общей численности микроорганизмов в пределах пирогенной сукцессии наблюдается в основном по двум составляющим группам. Заметно увеличивается, во-первых, доля микроорганизмов, ассимилирующих минеральные формы азота (КАА), и, во-вторых, группы олиготрофов (ГА), способных развиваться в условиях обедненной среды.

Повышение микробиологического тонуса гаревого субстрата происходит на фоне закономерного снижения доли грибной флоры (ПГА). В результате увеличивается темп трансформации органических и минеральных веществ в почве [Салтыков, 2014]. Аналогичный «всплеск» биогенной активности верхнего слоя почвы на землях сельскохозяйственного пользования боровой террасы Северского Донца детально описан в работах профессора Д.Г. Тихоненко [Тихоненко, 1976; Тихоненко, 1973]. Функциональной результирующей рассматриваемого процесса является оптимизация параметров экологической ниши, призванная обеспечить стартовые позиции растениям, осваивающим эту нишу (рис. 1).

Вместе с тем «всплеск» микробиологической активности на уровне лесной подстилки и верхнего слоя почвы в пределах пирогенного ряда не является гарантией появления «щетки» самосева сосны. Опыт показывает, что появление жизнеспособного самосева и подроста в разрывах полога материнского древостоя даже после прохождения лесного пожара – совсем не обязательное следствие измененной структуры лесного насаждения. С определенной степенью вероятности можно обнаружить три наиболее распространенных варианта реализации

процесса: полное освоение разрыва подростом, выраженную приуроченность подростка к конусу полуденной тени, замещение сосны на экологически близкие виды. Вероятность экологического замещения в общем количестве возможных вариантов, как правило, заметно выше. Признание случайности процесса и игнорирование его закономерностей является своего рода точкой возврата к существующей системе знаний, сформированной в виде рабочих гипотез и в целом теории возобновления.



Рис. 1. Суммарная численность микроорганизмов по вариантам опыта, млн. зародышей / г абсолютно сухого субстрата
Fig. 1. The total number of microorganisms in the variations of the experiment, millions of embryos / g of completely dry substrate

С целью выявления причин торможения процессов возобновления нами была заложена серия пробных площадей в условиях типичных зон экологического замещения, большая часть пробных площадей приурочена к условиям свежего бора и субори. Характерно, что отсутствие подростка сосны в разрывах полога материнских насаждений сопровождается заметным ростом биомассы вейника наземного (*Calamagrostis epigeios* L.). Так, при величине «окна», равной средней высоте насаждения, биомасса вейника наземного колеблется от 10 до 12 т/га (табл. 3). В том случае, когда ширина разрыва значительно ниже средней высоты насаждения, можно наблюдать замещение вейника на лесные и луговые виды растительного покрова, поскольку в условиях затенения он не составляет достаточно высокую конкуренцию более адаптированным видам лесной растительности.

При диаметре разрыва в пологе насаждения до его двух средних высот и возрасте ценопопуляции вейника более 10 лет абсолютно сухая масса растений достигает 20–25 т/га и в ряде случаев более указанной величины. С наступлением летнего периода биомасса злака заметно увеличивается, достигая своего максимума к июлю–августу, и снижается в осенний период времени, тем самым исключая любые возможности успешного укоренения всходов и самосева.

Аналогичные исследования, выполненные нами на вырубках, где ширина лесосеки составляла около 100 м, показали, что структура напочвенного покрова изменяется чрезвычайно быстро.

Таблица 3

Биомасса растительного покрова в растительных группировках с доминированием вейника наземного (B₂-дС)

Table 3

The biomass of vegetation in plant groups with the dominance of *Calamagrostis* ground (B₂-dC)

Проективное покрытие, %	Высота, см	Корнеобитаемая зона, см	Абсолютно сухая масса, т/га	Наблюдение
Разрыв полога древостоя с диаметром, равным средней высоте насаждения				
69.2±2.07	107.86±3.32	6.31±0.20	10.66	Лето 2014 г.
67.88±1.36	105.76±1.65	8.53±0.17	11.57	Осень 2014 г.
Разрыв полога древостоя с диаметром, равным двойной средней высоте насаждения				
–	–	12.78±0.30	14.31	Весна 2014 г.
69.81±0.87	128.94±1.20	7.6±0.13	19.53	Осень 2014 г.

Типичная лесная растительность присутствует лишь в первый год после освоения лесосеки. В этот период фрагменты лесной растительности в виде отдельных пятен очень неравномерно размещены по площади вырубки, вейник наземный представлен единичными особями. На второй год после рубки вейник наземный активно осваивает жизненное пространство, достаточно хорошо просматриваются контуры групп растений. На третий год вейник наземный образует сплошной ковер, средняя высота растений достигает и даже превышает метровую отметку (табл. 4). Глубина зоны с основной массой корней достигает 11–12 см, корневые системы вейника образуют очень плотную подушку, недоступную для прорастания семян сосны.

Так, в условиях типа леса В₂-дС на пятый год существования ценопопуляции абсолютно сухая масса растений достигала и даже превышала 20 т/га.

Таблица 4
Биомасса растительного покрова с доминированием вейника наземного (В₂-дС) на вырубке с шириной лесосеки до 100 м

Table 4
Biomass vegetation with domination of reed land (В₂-dS) for cutting the width of the cutting area up to 100 m

Возраст ценопопуляции, лет	Высота, см	Корнеобитаемая зона, см	Абсолютно сухая масса, т/га	Наблюдение
Разрыв полога древостоя более трех средних высот насаждения				
2	122.73±2.47	11.69±0.34	14.74	Осень 2014 г.
3	148.32±1.69	12.11±0.35	23.88	Осень 2014 г.
4	104.97±2.39	11.55±0.26	22.88	Осень 2013 г.
5	137.62±11.01	12.25±0.27	23.49	Осень 2014 г.

Экологическое замещение сосны на ювенильной стадии ее развития возможно в том случае, если созданы условия для доминирования ценопопуляции экологически близкого вида. Вейник наземный является одним из ярких примеров прямого замещения сосны, которое возможно при несоответствии биоэкологических свойств сосны емкости экологической ниши. И наоборот: если комплекс условий и экологических факторов отвечает активизации процесса возобновления, то процессы экологического замещения исключены. Таким образом, успешная реализация, как и затухание волны возобновления – события вполне предсказуемые.

Но и в этом случае не исчерпываются причины и следствия возможных вариантов экологического замещения на этапе старта ценопопуляции подроста сосны. По мнению исследователей, наличие достаточно большого количества «сильного» белкового корма в урожайный год, каковым являются семена сосны, способствует быстрому росту численности популяций мышевидных грызунов [Салтыков, 2014; Санников, 1985]. За популяционным «всплеском» численности зверьков следует уничтожение проростков и всходов сосны. Как следствие, рост численности грызунов может служить барьером для естественного возобновления, а следовательно, и для существования пристепных боров. Вместе с тем несомненным является факт длительного существования сосны на борových террасах рек лесостепной и степной зон [Салтыков, 2014], а потому нельзя исключать и способность сосняков к самовозобновлению. Видимое противоречие в оценке взаимного влияния популяций является основанием для углубления исследований. В связи с этим с 2010 по 2013/14 гг. в границах наиболее распространенных типов леса боровой террасы Северского Донца была заложена серия опытных объектов с целью учета видового разнообразия и численности зверьков. Общая протяженность трансект при выполнении наблюдений составила около 35 км, количество ловушек превысило 6.5 тыс. учетных единиц. Учеты численности популяций грызунов выполнялись посезонно, чаще ежемесячно. Сеть опытных объектов приурочена к условиям свежих сугрудов, суборей и боров. В рамках опыта предусматривалось изучение плотности грызунов в местах наиболее вероятной возможности появления самосева сосны – «окнах инвазии» – и в границах пирогенного ряда с учетом давности прохождения пожара [Салтыков, 2014].

Исследованиями установлено, что наиболее вероятными расхитителями семян сосны в сосняках боровой террасы могут быть два вида грызунов – рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schieb.) и лесная мышь (*Apodemus sylvaticus* L.). В уловах присутствовала мышь полевая (*Apodemus agrarius* L), доля которой была довольно значительна, также встречались единичные экземпляры желтогорлой мыши (*Sylvimus flavicollis* Melch.). Наибольшая численность популяций зверьков отмечена в условиях свежего сугруда – 22 шт. на 100 л/с, в то время как в борах улов за тот же период времени составлял 4.89 зверька, а в суборях – 9.83 зверька на 100 л/с. Безусловное доминирование в сосняках боровой террасы среди грызунов принадлежало лесной мыши, долевого участия которой колебалось от 86 до 100 %. Лесная мышь в равной мере встречается в относительно бедных условиях свежего бора и в свежих суборях и сугрудах. Рыжая полевка и полевая мышь избегают борových и присутствуют только в условиях более высокотрофных местообитаний, единичные уловы желтогорлой мыши отмечены в сугрудах. Пик численности грызунов приходится на осенний период, наименьшая их плотность на единицу площади характерна для весны, и только в начале лета можно



наблюдать незначительный рост популяций, прежде всего лесной мыши. Минимальная численность популяций грызунов за три весенних сезона зафиксирована в мае, а именно в этот период наблюдается массовое выпадение семян и формируется «щетка» самосева. В результате максимум количества выпавших семян на единицу площади совпадает с минимумом численности зверьков на этой же площади. Иллюстрацией к вышеизложенному предположению являются данные численности зверьков по сезонам, отраженные в таблице 5. Очевидно, что весеннее потребление семян сосны мышевидными грызунами – событие вероятное, но не катастрофическое, поскольку зона перекрытия популяций в границах существующих экосистем минимальна. По нашему мнению, появление такого рода корма позволяет поддержать численность популяции лесной мыши в период ее весенней депрессии. В связи с этим, нецелесообразно выдвигать гипотезу о негативном влиянии грызунов на процессы возобновления.

Таблица 5
Средняя численность мышевидных грызунов по календарным сезонам из расчета на 100 ловушко-суток

Table 5

The number of rodents on seasonal calendar per 100 trap-nights

Тип леса	Поймано мышевидных грызунов, шт.					Относительная плотность
	весна	лето	осень	зима	всего	
A ₂ -С	0.98	0.31	4.41	1.46	7.16	0.37
B ₂ -дС	1.74	2.21	12.65	2.59	19.19	1.00
C ₂ -дС	3.51	10.51	30.14	8.61	52.77	2.75

Максимальные потери урожая семян сосны следует ожидать, видимо, в местах предполагаемой активизации процесса возобновления, в так называемых окнах инвазии: на полянах, прогалинах и т. д. Однако ловушки, выставленные в «окнах» полога древостоя на заранее подготовленных площадках с минерализацией верхнего слоя почвы, практически не посещались грызунами, хотя опыт проводили осенью в период максимальной плотности популяций, и в качестве модели были подобраны участки типа леса С₂-дС. Грызуны избегают открытых, лишенных лесной растительности участков, в то время как максимальная плотность популяции приурочена к той части лесного насаждения, где защитные свойства биотопа высокие. На свежих вырубках лесная мышь встречается единично, а в период весенней депрессии на вырубках текущего года мыши и полевки в уловах не встречались.

Не менее резкое снижение численности зверьков отмечено в пределах пирогенного ряда пристепных боров (табл. 6). Весенние пожары в сосняках боровой террасы Северского Донца, совпадавшие с периодом депрессии численности популяций, приводили практически к полному исчезновению грызунов, исключая их негативное влияние на старт ценопопуляции подроста сосны. Уловы лесных мышей на следующий после пожара год фиксировались в местах с высоким уровнем захламленности территории валежом, оставшимся после прохождения пожара, или порубочными остатками после санитарных рубок. На третий год, с восстановлением напочвенного покрова и кустарников, начинается расселение грызунов по площади горельника, но и в этом случае их численность зависит от защитных и кормовых свойств вновь сформированных биотопов.

Таблица 6
Сравнительная оценка численности мышевидных грызунов по сезонам

Table 6

Comparative evaluation of the number of rodents seasonal

Краткая характеристика биотопа	Количество пойманных грызунов на 100 л/с			
	весна	лето	осень	зима
Горельник первого года	0	0	0	0
Вырубка первого года	0	0	1.67	0.96
75-летнее насаждение A ₂ -С	0.98	0.31	4.41	1.46
90-летнее насаждение B ₂ -дС	1.74	2.21	12.64	2.58
170-летнее насаждение C ₂ -дС	3.51	10.51	30.14	8.61

Таким образом, влияние популяций мышевидных грызунов на процессы естественного возобновления нецелесообразно относить к категории негативных явлений, поскольку перекрытие экологических ниш рассматриваемых популяций минимализировано в пространстве и во времени. В то же время нельзя совсем игнорировать взаимное влияние

популяций, поскольку зоны диффузного перекрытия популяций существуют, потребление семян будет закономерным, но не катастрофическим явлением.

Очевидно, между вероятным стартом ценопопуляции подроста сосны и ростом популяций грызунов существует значительный временной разрыв. Этот разрыв можно считать экологическим фактором, обеспечивающим успешность реализации репродуктивного потенциала сосняков в категорию самосева.

Полученные нами результаты позволяют выдвинуть рабочую гипотезу о комплементарности экологической ниши и возобновления, которую можно с определенной степенью условности обозначить следующим образом. Комплементарность экологической ниши структуре и состоянию ценопопуляции подроста является неотъемлемым свойством процесса, соответствием между емкостью ниши и активизацией естественного возобновления придонских боров. Изменение комплекса экологических факторов – обязательное условие для формирования ниши возобновления.

Возвращаясь к вопросу изменения (нарушения) баланса экологических факторов как одного из определяющих условий оптимизации процесса, еще раз подчеркнем следующие его характерные черты. Это увеличение количества осадков, превышающее многолетнюю среднегодовую величину в 1.3–1.5 и более раза, аккумуляция зольных элементов на поверхности почвы, резкое (двух – пятикратное) возрастание численности микроорганизмов и изменение структуры микробиоценоза гаревого субстрата, исключение негативного влияния злаковых и популяционного пресса мышевидных грызунов на фоне обильного плодоношения сосняков. Учитывая качественные и количественные изменения экологической ниши, «всплеск» возобновления можно рассматривать как реализацию избыточной энергии, направленной на восстановление и поддержание популяционного пространства сосны в бассейне Северского Донца. Экологический баланс и динамика составляющих экосистемы следуют за изменениями энергетического баланса лесных экосистем. С позиции оценки успешности процесса возобновления формирование экологической ниши является результатом определенного энергетического состояния экосистемы, которая находит свое отображение посредством изменения баланса экологических факторов. Это необходимое условие успешности старта ценопопуляции подроста и дальнейшей авторегуляции волны возобновления в пределах лесной экосистемы. Для каждого типа леса границы и количественные характеристики такого состояния будут иметь определенные отличия.

Выводы

Активизация естественного возобновления придонских боров является ответной реакцией популяции сосны на изменение баланса экологических факторов абиотического и биотического порядка, которые прослеживаются на уровне количественных характеристик составляющих лесного биогеоценоза. Процесс возобновления можно рассматривать как реализацию избыточной энергии окружающей среды, преобразованную через структурно-функциональные особенности ценопопуляций подроста. Реакция популяции сосны на нарушение баланса экологических факторов наиболее рельефно прослеживается в двух направлениях: в первом варианте – это успешная реализация репродуктивного потенциала в пределах сформированной ниши возобновления, во втором – этот процесс исключен, поскольку отсутствует комплекс факторов, отвечающих его реализации. Между граничными вариантами, или сценариями, существует спектр переходных, отображающих возможное разнообразие сочетаний экологических факторов или соответствие между потенциальной и реализованной нишами.

Применение рабочей гипотезы о комплементарности экологической ниши и процессов возобновления позволяет объяснить наполнение, структуру ниши и степень ее соответствия жизненному состоянию ценопопуляции подроста. Использование основных положений гипотезы служит основанием для совершенствования теории возобновления и решения ряда практических вопросов реализации процесса в заданных условиях.

Список литературы References

1. Бобровский М.В. 2010. Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования. М., КМК, 481.
Bobrovskij M.V. 2010. Lesnye pochvy Evropejskoj Rossii: bioticheskie i antropogennye faktory formirovanija [Forest soils of European Russia: biotic and anthropogenic factors of formation]. Moscow, KMK, 481. (in Russian)
2. Воробьев Д.В. 1967. Методика лесотипологических исследований. Киев, Урожай, 388.



- Vorob'ev D.V. 1967. Metodika lesotipologicheskikh issledovanij [Research Methodology lesotipologicheskikh]. Kiev, Urozhaj, 388. (in Russian)
3. Врадий Н.И. 1961. Пристепные боры Украины и способы создания в них лесных культур. Дис. ... канд. с.-х. наук. Харьков, 365.
- Vradij N.I. 1961. Pristepnye bory Ukrainy i sposoby sozdanija v nih lesnyh kul'tur [Pristepnye forests of Ukraine and how to create them in the forest cultures]. Dis. ... cand. agricultural science. Kharkov, 365. (in Russian)
4. Грейг-Смит П. 1967. Количественная экология растений. Пер. с англ. М., Мир, 358. (Greig-Smith P. 1964. Quantitative plant ecology. Butterworth, Washington, 356.)
- Grejg-Smit P. 1967. Kolichestvennaja jekologija rastenij [Quantitative plant ecology]. Moscow, Mir, 358. (Greig-Smith P. 1964. Quantitative plant ecology. Butterworth, Washington, 356.)
5. Джиллер П. 1988. Структура сообществ и экологическая ниша. Пер. с англ. М., Мир, 184. (Dzhiller P. 1988. Community structure and ecological niche. Springer-Verlag, 184.)
- Dzhiller P. 1988. Struktura soobshhestv i jekologicheskaja nisha [Structure of communities and ecological niche]. Moscow, Mir, 1988. (Dzhiller P. 1988. Community structure and ecological niche. Springer-Verlag, 184.)
6. Дмитрієвський П.І. 1928. До питання про поновлення соснових лісів природним підростом. Вісті ХСГІ, (10): 1–21.
- Dmitriev's'kij P.I. 1928. On the renovation natural pine forests adolescents. Visti HSGI, (10): 1–21. (in Ukraine)
7. Доспехов Б.А. 1965. Методика полевого опыта. М., Колос, 423.
- Dospehov B.A. 1965. Metodika polevogo opyta [Methods of increase of the field Experience]. Moscow, Kolos, 423. (in Russian)
8. Злобин Ю.А. 1976. Оценка качества ценопопуляций подроста древесных пород. Лесоведение, (6): 72–79.
- Zlobin Ju.A. 1976. Quality Evaluation cenopopulations podrosta drevesnyh breeds. Lesovedenye [Russian Journal of Forest Science], (6): 72–79. (in Russian)
9. Злобин Ю.А. 2009. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы, 263.
- Zlobin Ju.A. 2009. Populjacionnaja jekologija rastenij: sovremenne sostojanie, tochki rosta. [Populyatsionnaja ecology of plants: modern status, terms of growth]. Sumy, 263. (in Ukraine)
10. Межжерин В.А. 1987. Концепция энергетического баланса в современной экологии. Экология, (5): 15–22.
- Mezhzherin V.A. 1987. The concept of balance in the modern power machinery ekolohy. Jekologija [Russian Journal of Ecology], (5): 15–22. (in Russian)
11. Тихоненко Д.Г. (ред.). 2002. Микробиология грунтов. Харьков, 136.
- Tihonenok D.G. (red.). 2002. Mikrobiologija gruntiv [Soil Microbiology]. Kharkov, 136. (in Ukraine)
12. Окунь Я. 1974. Факторный анализ. М., Статистика, 199.
- Okun' Ja. 1974. Faktornyj analiz [Factor analysis]. Moscow, Statistika, 199. (in Russian)
13. Остапенко Б.Ф. 1982. Водный режим свежей субори южной Левобережной Лесостепи УССР. В кн.: Труды ХСХИ Т. 286. Типологические основы ведения лесного хозяйства. Харьков, ХСХИ: 35–42. (in Russian)
- Ostapenko B.F. 1982. Fresh water regime Pinetum compositum southern left-bank forest-steppe USSR. In: Trudy HSHI. T. 286. Tipologicheskie osnovy vedenija lesnogo hozjajstva [Proceedings of HSKHI. Vol. 286. Typological bases forestry]. Kharkov, HSHI: 35–42. (in Russian)
14. Пятницький С.С. 1964. Лесовозобновление в условиях Левобережной Лесостепи УССР. В кн.: Труды ХСХИ. Т. XLV. Лесоразведение и возобновление. Харьков, ХСХИ: 3–23.
- Pjatnickij S.S. 1964. Reforestation in a left-bank forest-steppe USSR. In: Trudy HSHI. T. XLV. Lesorazvedenie i vozobnovlenie: [Proceedings of HSKHI. Vol. 286. Forestation and renewal]. Kharkov, HSHI: 3–23. (in Russian)
15. Пятницький С.С. 1959. Методика исследований естественного семенного возобновления в лесах Левобережной Лесостепи Украины. Харьков, ХСХИ, 26.
- Pjatnickij S.S. 1959. Metodika issledovanij estestvennogo semennogo vozobnovlenija v lesah levoberezhnoj Lesostepi Ukrainy [The research methodology of natural seed regeneration in the forests of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. Kharkov, HSKHI, 26. (in Russian)
16. Салтыков А.Н., Новосад К.Б. 2012. Микрофлора гаревых субстратов дерновых и примитивных почв в борах степной зоны Левобережной Украины. Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, (4): 194–200.
- Saltykov A.N., Novosad K.B. 2012. Microflora cinder substrates turf and soil in the primitive forests of the steppe zone of the Left-Bank Ukraine. Visnik HNAU im. V.V. Dokuchaeva, (4): 194–200. (in Russian)
17. Салтыков А.Н. 2014. Структурно-функциональные особенности естественного возобновления приднепровских боров. Харьков, ХНАУ, 361 с.
- Saltykov A.N. 2014. Strukturno-funkcional'nye osobennosti estestvennogo vozobnovlenija pridoneckih borov [Structural and functional features of the natural regeneration of pine forests near Donetsk]. Kharkov, HNAU, 361. (in Russian)
18. Санников С.Н., Санникова Н.С. 1985. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. М., Наука, 152.
- Sannikov S.N., Sannikova N.S. 1985. Jekologija estestvennogo vozobnovlenija sosny pod pologom lesa [Ecology of natural regeneration under the canopy of pine Forest]. Moscow, Nauka, 152. (in Russian)

19. Санников С.Н. 1992. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М., Наука, 264.

Sannikov S.N. 1992. *Jekologija i geografija estestvennogo vozobnovlenija sosny obyknovennoj* [Ecology and geography of natural regeneration of Scots pine]. Moscow, Nauka, 264. (in Russian)

20. Сукачев В.Н. 1972. Избранные труды. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. М., Наука, 331.

Sukachev V.N. 1972. *Izbrannye trudy. T. 1. Osnovy lesnoj tipologii i biogeocenologii* [Selected Works. Vol. 1. Fundamentals of forest typology and biogeocenology]. Moscow, Nauka, 331. (in Russian)

21. Тихоненко Д.Г., Васильева Л.И. 1976. Биологическая характеристика легких почв разных эда-topов. В кн.: Труды ХСХИ. Т. 225. Повышение продуктивности и защитной роли насаждений. Харьков, ХСХИ: 102–109.

Tihonenko D.G., Vasil'eva L.I. 1976. Biological characteristics of different light soils edatopov. *In: Trudy HSHI. T. 225. Povyshenie produktivnosti i zashhitnoj roli nasadzenij*: [Proceedings of HSKHI. Vol. 225. Increased productivity and protective role nasadzenij]. Kharkov, HSKHI: 102–109. (in Russian)

22. Тихоненко Д.Г., Культенко Е.С. 1973. Лесорастительные качества почво-грунтов боровой террасы р. Северский Донец. Труды ХСХИ. В кн.: Исследования по лесоводству и агролесомелиорации. Т. 190. Харьков, ХСХИ: 83–96.

Tihonenko D.G., Kulenko E.S. 1973. Silvicultural quality of soils of upland terraces of river Seversky Donets. *In: Trudy HSHI. T. 190. Issled. po lesovodstvu i agrolesomelioracii* [Proceedings of HSKHI. Vol. 190. Forestry and Agroforestry]. Kharkov, HSKHI: 83–96. (in Russian)



УДК 633.11:581.1 (479.24)

АДАПТИВНАЯ ЦЕННОСТЬ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА
THE ADAPTIVE VALUE OF BREAD WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) IN RAINFED CONDITIONS IN AZERBAIJAN

Х.Н. Рустамов
Kh.N. Rustamov

Институт Генетических Ресурсов НАНА, Азербайджан, AZ1106, г. Баку, пр. Азадлыг, 155
Genetic Resources Institute of ANAS, 155, Azadlig Av., Baku, AZ1106, Azerbaijan

E-mail: xanbala.rustamov@mail.ru

Ключевые слова: пшеница мягкая, староместные и селекционные сорта, стрессовые факторы, желтая ржавчина, урожайность, адаптивный потенциал, коэффициент адаптивности.

Key words: bread wheat, aboriginal and selected varieties, stress factors, yellow rust, yield, adaptive potential, adaptability coefficient.

Аннотация. В статье отражены результаты изучения адаптивной ценности староместных и созданных в разные годы селекционных сортов пшеницы мягкой. В годы (2012–2014 гг.), контрастные по агроклиматическим условиям, были проанализированы урожайность и элементы её структуры. Установлено, что по комплексу признаков и по урожайности выделились в основном современные сорта интенсивного типа. Выявлено что, в средние континентальных условиях урожайность больше зависит от числа зерен в колосе. Экстремальность метеорологических условий позволила выявить адаптивность изучаемых сортов. Коэффициент адаптивности (0.53–1.44) показывает, что у изучаемых сортов степень выраженности реакции на неблагоприятные условия высокая. Селекционные сорта намного превосходят староместные по урожайности. Стародавние генотипы оказались сильно восприимчивыми к желтой ржавчине, а у селекционных сортов выявлены значительные различия по этому показателю. В изученном наборе выявлено два типа устойчивости: горизонтальная и вертикальная. Выделены сорта с высоким адаптивным потенциалом Шеки 1, Угур, Тале 38, Шафаг 2, Гобустан и Лайагатли 80. Первые выделились высокой потенциальной урожайностью, а последние два также устойчивостью к стрессовым факторам.

Resume. The article presents the results of study of adaptive value of indigenous and created in different years breeding varieties of bread wheat of Azerbaijan. In the years (2012–2014) contrasting by agro-climatic conditions, yield and its structural elements were analyzed. There was revealed that by complex of traits and yield stood out mainly modern varieties of intensive type. It is revealed that a median of continental conditions of Mountainous Shirvan productivity depends more on the number of grains per ear. Extreme weather conditions allowed revealing the adaptability of the studied varieties. The coefficient adaptation (0.53–1.44) shows that the studied varieties degree of reactions to adverse conditions is high. It was established that aboriginals and selected varieties differ in many agrobiological parameters. If aboriginal varieties were taller (1.25–1.50 m), the selection varied considerably by the height of straw (0.92–1.30 m), and the newest varieties were generally low and medium growth (0.73–1.10 m). Breeding varieties are far superior to aboriginals in terms of yield. Aboriginal genotypes were highly susceptible to yellow rust, and in breeding varieties there were identified significant differences for this indicator. In the studied set of identified two types of stability were identified: horizontal and vertical. Varieties with high adaptive potential were identified: Shaki 1, Ugur, Tale 38, Shafaq 2, Gobustan and Layagatli 80. The first stood out due to the high yield potential, while the latter two are also resistant to stress factors.

Введение

Адаптивный потенциал – предел устойчивости культурных растений к неблагоприятным факторам. Селекция на повышение адаптивного потенциала была основой «народной селекции», при которой не ставилась задача получения рекордных урожаев, а ценилась устойчивость растений к стрессовым условиям. Создание сортов с широким адаптивным потенциалом привело к отбору сортов для различных экологических ниш. Эта концепция приобретает особую значимость на фоне прогнозов международных экспертов ВОЗ и ФАО о кризисе в обеспечении значительной части населения продовольствием и пресной водой – этой важнейшей составляющей экологической проблемы, обострившейся из-за глобального потепления и аридизации регионов планеты [Корзун, Бруйло, 2011].

Урожайность культурных растений формируется в результате взаимодействия генотипа с окружающей средой под управлением человека. При оптимальной взаимосвязи среды и растений в онтогенезе, особенно в критические этапы, агрономическая урожайность повышается. Для получения устойчивых урожаев зерновых культур основное значение имеет правильный подбор сортов. Внедрение высоко адаптированных сортов к конкретным

условиям, устойчивых к стрессовым факторам среды, использование семян высоких репродукций обеспечивают получения высоких валовых сборов зерна [Кравченко, 2010].

Значимость адаптивного районирования с/х культур, особенно в неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях, обусловлена тем, что высокая потенциальная урожайность растений может быть реализована лишь в том случае, если она «защищена» устойчивостью к действию стресса. Экологически пластичные сорта – это формы средней интенсивности, способные давать не очень высокую, но стабильную урожайность в любых условиях [Ионова и др., 2013].

Условия внешней среды на 50–80% детерминируют потенциальный уровень урожайности. Сочетание высокой потенциальной продуктивности и экологической устойчивости в одном генотипе определяет особенности стратегии адаптивной селекции растений на современном этапе [Жученко, 1990; 2008; 2013].

Успех создания высокопродуктивных сортов определяется всей системой растения, взаимодействующей с окружающей средой. Критерием адаптационной способности растений является их устойчивость к неблагоприятным условиям – засухе, заморозкам, болезням, кислым почвам и др. факторам [Гончаров П.Л., Гончаров Н.П., 1993].

Исходя из вышесказанного, целью исследований являлось изучение адаптивного потенциала староместных и созданных в разные годы селекционных сортов пшеницы мягкой (*T. aestivum* L.) Азербайджана.

Объекты и методы исследования

Опыты проводили в предгорной зоне (760 метров н.у.м.) Нагорного Ширвана с недостаточным увлажнением – на Гобустанской ЗОС Аз. НИИ Земледелия. В данной зоне климат средне континентальный, среднемноголетние годовые атмосферные осадки составляют 350–400 мм, которые обычно выпадают осенью, зимой и в начале весны. Одним из важнейших элементов климата является температурный режим. Средняя годовая температура воздуха составляет +10.7°C. Зима продолжительная – с начала декабря до конца марта. Ночные заморозки продолжительные, зимой температура опускается до -15...-20°C. Преобладают северо-восточные ветры, но наблюдаются и юго-восточные. Скорость ветра иногда доходит до 35 м/с. Лето жаркое, сухое, температура может доходить до 35°C [Зарбалиев и др., 2014].

Главным недостатком климата Гобустана является возможность возникновения в весенне-летний период длительной засухи и суховеев. В целом зону по климатическим параметрам можно охарактеризовать как средне континентальную – со сравнительно теплой, при недостаточном увлажнении и с жарким летом, но относительно холодной суровой зимой. Данные факторы являются лимитирующим для получения высоких и устойчивых урожаев зерновых культур.

Климатические условия в годы изучения (2011–2014 гг.) резко отличались друг от друга и от среднемноголетней нормы – изменение основных агрометеорологических величин было существенным. В 2012 году, в начале апреля в опытном поле на фоне жесткой засухи наблюдались вертикальные вихри, буря (пыльные бури и «пыльные дьяволы»). В результате зигзагообразного движения вихря местами оголился верхний слой почвы, в других местах образовались мелкие барханы, были уничтожены нормально кустившиеся проростки или оголились корни [Рустамов и др., 2012; Акпаров и др., 2014].

В 2013 году зима была мягкая, лишь в январе наблюдались кратковременные морозы. В начале весны (март) была жесткая засуха, но в апреле-мае наблюдались интенсивные осадки и относительно низкая температура, т.е. создались оптимальные условия для роста и развития растений пшеницы. Температурный режим и количество осадков было ближе к средне многолетним. У изученных образцов высота растений была максимальной за все годы наблюдений. Кроме того, относительно прохладная и дождливая погода провоцировала эпифитотию желтой ржавчины, и условия года позволили объективно оценить полевую устойчивость генотипов к этой, а также другим болезням. В этом году основными лимитирующими факторами для роста и развития были ранневесенняя засуха и желтая ржавчина.

В 2014 году зима была длительная и суровая, весной, до середины мая температура воздуха была низкая, эффективных осадков почти не было (всего за весну-лето выпало 88.0 мм осадков). В середине мая и в период налива зерна, на фоне длительной засухи наблюдалась аномальная жара (35–42°C). Из-за температурного режима болезни, в т. ч. ржавчины не развивались. Кроме того, из-за перечисленных факторов высота растений снизилась в среднем на 12–16 см. Фаза колошения, по сравнению с предыдущим годом, наступила с опозданием на 10–15 дней. Из-за аномальной жары период налива зерна резко сократился на 12–15 дней.



В качестве оценки метеоусловий вегетационного периода использовали показатель увлажнённости территории (влагообеспеченности) – гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). ГТК определяли отношением суммы осадков (R) в мм за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10°C к сумме температур (Σt) за это же время [Селянинов, 1960]:

$$\text{ГТК} = R / \Sigma t,$$

где R – сумма осадков за период с температурой > 10°C, мм; Σt – сумма температур за это же время, °C.

Таблица 1
Гидротермический коэффициент Селянинова за годы исследования, Гобустан,
2012–2014 гг.

Table 1
Selyaninov hydrothermic coefficient for through years of research, Gobustan, 2012–2014

Месяцы	Гидротермический коэффициент Селянинова				
	2012	2013	2014	Среднее	Среднее многолетнее
Март	-	-	-	-	-
Апрель	0.56	1.84	0.74	1.05	2.29
Май	0.57	1.60	0.40	0.86	1.05
Июнь	0.48	0.32	0.06	0.29	0.68
Июль	0.80	0.49	0.01	0.43	0.21
Среднее	0.60	1.06	0.30	0.66	1.06
Всего осадки, мм	362.8	385.3	222.8	291.3	406.0

Из таблицы 1 видно, что в годы изучения обеспеченность пшениц теплом и осадками резко отличалась. Если смотреть отдельно по годам, то видно, что сумма активных температур за вегетационный период и сумма осадков находятся в обратной зависимости, т.е. чем выше температура, тем меньше осадков. Например, если сравнить 2012-2014 гг., то получается, что температура в 2013 была на уровне среднемноголетней, а осадков выпало почти в 2 раза больше, чем в другие годы изучения. Данные показывают, что в 2014 году была жесткая засуха, которая отразилась на урожайности в целом и элементов ее структуры.

Посев проводили вручную, в оптимальные сроки для данной зоны, повторность 3-кратная. Размер делянки, в зависимости от года изучения 5–6 м². Технология возделывания общепринятая для мягкой пшеницы в условиях Нагорного Ширвана. С помощью общеизвестных методов были проведены фенологические наблюдения и оценки [Мусаев и др., 2008; Мережко и др. 1999; Johnson et al., 1972]. Тип развития определяли весной, в конце фазы кущения, по форме куста – по 9 балльной шкале [Филатенко, Шитова, 1989; Рустамов, 2014].

Объектами исследований были староместные и созданные в разные годы отечественные селекционные сорта пшеницы мягкой (37 сортообразцов), изученные в полевом музее пшениц: староместные генотипы, сорта 50-80 годов – Бол бугда, Арзу, Безостая 1, Бирлик, Гюргана 1, Карабах, Зердаби, Перзиван 1, Грекум 75/50, сорта 90-2000гг. – Дурдане, Мирбашир 128, Тарагги, Азери, Акинчи 84, Гийматли 2/17, Саба, Нурлу 99, Шафак; современные районированные сорта - Азаматли 95, Шеки 1, Рузи 84, Гобустан, Угур, Гюнашли, Аран, Тале 38, Муров 2, Гырмызы гюль 1, Зирва 85, Шафак 2, Кызыл бугда, Лайагатли, Баба 75 и т. д.

Результаты и их обсуждение

Анализ метеоданных и урожайности показал, что годы изучения резко отличаются. 2013 год был наиболее благоприятным по климатическим условиям. Абиотические факторы благоприятствовали росту и развития растений. В данном году короткая ранневесенняя засуха, эпифитотия грибковых болезней и полегание из-за максимального роста были лимитирующими факторами. В 2012 году лимитирующими факторами оказались вертикальные вихри – буря и весенне-летняя засуха. В 2014 году зима была длительная и суровая. Весной, до середины мая температура воздуха была низкая. В середине мая и в период налива зерна, на фоне длительной засухи наблюдалась аномальная жара. Из-за температурного режима в 2012 и 2014 гг. болезни, в т.ч. ржавчины не развивались.

Установлено, что староместные и селекционные сорта различаются по многим агробиологическим показателям. Если староместные сорта были высокорослыми (125–150 см), то селекционные значительно различались по высоте соломины (92–130 см), а новейшие сорта оказались в основном низко- и среднерослыми (73–110 см). Селекционные сорта отличаются также высокой устойчивостью к полеганию (балл 7–9).

Длина колоса, число колосков и плотность колоса, в зависимости от высоты растений резко изменились под влиянием стресса. Наибольшие различия отмечены по элементам структуры – минимальные и максимальные показатели отличались почти 2 раза. Исходя из показателей среднеквадратичного отклонения, можно сказать, что у староместных и старых селекционных сортов элементы структуры урожая меньше подвергались изменениям. К ним можно отнести также такие новые сорта, созданные на данной станции, как – Гобустан, Лаягатли 80, Кызыл бугда и Баба 75 (табл. 2).

Таблица 2
Сравнительные величины показателей урожайности в разные по влагообеспеченности годы, Гобустан, 2012–2014

Table 2
Comparative study yield indices of different for moisture years, Gobustan, 2012–2014

Сорт, образец	Устойчивость к желтой ржавчине (2013г.)	Плотность колоса, D	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, г/м ²	Коефф. адаптивности
Местный v. ps. erythrosperrum	90S	15.9±0.7	25.9±0.5	1.0±0.1	37.9±3.0	159.7±46.8	0.55
Местный v. cinereum	80S	23.3±0.5	33.2±0.3	1.2±0.1	36.8±3.4	156.0±17.9	0.53
Бол бугда	R	18.2±0.6	35.2±2.5	1.6±0.1	45.2±0.6	274.3±87.8	0.94
Арзу	R	17.9±0.6	45.2±3.3	1.6±0.1	37.0±0.4	236.5±97.7	0.81
Гюргана 1	10MR	15.3±1.4	38.1±1.2	1.8±0.2	44.9±4.7	236.8±111.2	0.81
Карабаг	MR	16.3±0.6	32.7±0.4	1.2±0.1	37.9±2.0	306.0±127.0	1.05
Грекум 75/50	40S	17.3±2.3	35.1±2.2	2.0±1.2	53.6±3.5	320.7±91.4	1.1
Мирбашир 128	40S	20.5±2.7	34.6±1.5	1.3±0.02	41.7±4.4	301.7±124.5	1.03
Азери	60S	17.0±1.3	46.5±0.5	1.9±0.04	43.4±2.4	299.2±139.0	1.02
Зирва 85	R	15.9±2.4	47.4±4.6	2.0±2.3	41.4±1.2	338.7±131.3	1.16
Азаматли 95	60S	17.0±1.7	42.6±2.9	1.5±0.01	35.6±2.3	328.9±148.5	1.12
Шеки 1	R	17.4±2.1	38.8±6.1	1.9±0.08	47.7±8.0	364.4±148.4	1.25
Гобустан (Ст.)	10MR	16.1±1.1	48.4±0.3	2.1±0.1	43.4±1.7	338.7±181.6	1.16
Шафаг 2	R	16.6±1.9	37.8±1.0	1.9±0.01	47.8±3.6	346.5±127.2	1.18
Угур	MR	16.8±1.5	42.5±3.6	2.0±0.2	46.7±1.2	414.2±217.8	1.42
Аран	MR	18.5±2.8	54.4±5.8	2.3±0.3	41.3±0.4	300.2±126.8	1.03
Тале 38	80S	18.0±2.0	43.3±2.1	2.1±0.02	48.8±1.7	421.4±240.0	1.44
Муров 2	20MR	17.5±1.7	50.3±4.8	2.1±0.2	43.2±1.2	344.0±153.0	1.18
Гырмызы гюль 1	R	21.9±1.0	51.5±3.9	2.1±0.3	40.4±1.8	282.9±66.9	0.97
Кызыл бугда	R	20.1±1.0	37.6±2.0	1.8±0.2	49.8±3.3	326.9±136.6	1.12
Лайагатли 80	R	19.6±0.3	52.7±7.4	2.1±0.4	37.7±1.8	366.7±166.7	1.25
Баба 75	R	17.7±0.9	49.7±6.7	1.9±0.4	40.2±1.6	330.3±134.8	1.13
Среднее	-	18.0±1.0	43.2±3.0	1.8±0.1	42.3±0.3	292.1±114.6	1.06

В Азербайджане, за последние годы районировано много сортов с высоким потенциалом урожайности (70–90 ц/га), но, из-за стрессовых факторов средняя урожайность пшеницы в целом по стране не выросла (27–40 ц/га). Из-за слабой экологической пластичности, свойственной новым сортам интенсивного типа, занимая большие площади, они сильно реагируют на погодно-климатические условия.

В эпифитотийном году (2013 г.) у изученных сортов пшеницы мягкой по устойчивости к жёлтой ржавчине сорта резко отличались: имелись как высоко- и среднеустойчивые, так и сильновосприимчивые генотипы. Староместные генотипы поражались полностью (80–90S). Среди старых (Бол бугда, Арзу, Зардаби, Парзиван 1) и новых селекционных сортов (Шафаг 2, Шеки 1, Гырмызы гюль 1, Зирва 85, Лайагатли 80, Кызыл бугда и т. д.) выделены высокоустойчивые (R) к данному патогену генотипы. У 23,8% сортов устойчивость средняя (MR-20MR), 31% неустойчивы (20–80S) к жёлтой ржавчине (Таблица 2).

В изученном наборе аборигенных и селекционных сортов пшеницы мягкой Азербайджана выявлены оба типа устойчивости: горизонтальная (нераспецифическая) и вертикальная (распецифическая). Следует отметить, что если старые селекционные сорта созданы, в основном с участием местного генофонда и мировой коллекции ВИР, то новые и



новейшие сорта, особенно у мягких пшениц с использованием образцов из CIMMIT, ICARDA и других международных организаций.

На основании общей оценки и анализа урожайности с единицы площади можно сделать некоторые выводы. Средняя урожайность изучаемых сортов оказалась выше в 2013 г., по сравнению с 2012 и 2014 гг. В 2012 г. сорта Грекум 75/50, Шеки 1, Шафаг 2, Гырмызы гюль 1, Зирва 85, Кызыл бугда, Лайагатли 80 и Баба 75 превысили по урожайности стандартный сорт Гобустан. У остальных сортов, в том числе староместных, урожайность была ниже или на уровне стандарта. В 2013 г. отличались интенсивные современные сорта: Угур, Тале 38 и Лайагатли 80. В жестко засушливом 2014 г. выделились Парзиван 2, Грекум 75/50, Тарагги, Гюнешли, Шафаг 2, Угур, Аран, Тале 38, Лайагатли 80, Кызыл бугда, и Баба 75.

В среднем за три года исследований, по сравнению со стандартом Гобустан максимальной урожайностью отличались сорта Шеки 1, Угур Тале 38, Зирва 85, Шафаг 2, и Лайагатли 80 (см. табл. 2).

Для анализа продуктивного и адаптивного потенциала сортов по варьированию урожайности использовали понятие «среднесортная урожайность» (X_i) [Зыкин и др., 1984]. Сопоставление урожайности у изучаемых сортов проводили не со стандартом, а со средней урожайностью по всем сравниваемым сортам. Реакцию отдельного сорта на сложившиеся конкретные условия вегетационного периода определяли при соотношении его урожайности со среднесортной (292.11 г/м²). При этом цифровое значение данного показателя выражалось коэффициентом адаптивности (см. табл. 2). По величине показателя можно судить об адаптивности или продуктивности сорта. В неблагоприятных условиях потенциальная продуктивность не реализуется, а адаптивность, наоборот, сильно выражается. Высокая урожайность сорта в условиях засухи соответствует высокому коэффициенту адаптивности.

В 2012 г. среднесортная урожайность по опыту составила 165.9 г/м², а в 2013 и 2014 гг., соответственно 520.9 и 189.6 г/м². Перечисленные выше и другие сорта характеризовались наивысшим коэффициентом адаптивности (см. табл. 2).

Анализ связи урожайности и элементов её структуры показал, что имеется некоторые достоверные связи. Не выявлено связи высоты растений с элементами структуры урожайности, кроме длины колоса (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционные связи урожайности и элементов ее структуры у сортообразцов мягкой пшеницы

Table 3

Correlation relations of yields and the elements of its structure in bread wheat accessions

Показатели	Высота растений	Длина колоса	Число колосков	Плотность колоса	Число зерен с колоса	Масса зерна с колоса	Масса 1000 зерен	Урожайность
Высота растений	1	-	-	-	-	-	-	-
Длина колоса	0.505** 0.003	1	-	-	-	-	-	-
Число колосков	0.272 0.126	0.343 0.051	1	-	-	-	-	-
Плотность колоса	-0.139 0.441	-0.320 0.069	0.634** 0.000	1	-	-	-	-
Число зерен с колоса	-0.004 0.980	0.252 0.157	0.570** 0.001	0.521** 0.002	1	-	-	-
Масса зерна с колоса	0.007 0.970	0.411* 0.017	0.379* 0.030	0.285 0.108	0.836** 0.000	1	-	-
Масса 1000 зерен	0.207 0.241	0.508** 0.003	0.141 0.435	0.060 0.741	0.409* 0.016	0.789** 0.000	1	-
Урожайность	0.181 0.305	0.136 0.450	0.148 0.410	0.255 0.152	0.463** 0.006	0.315 0.070	0.274 0.117	1

Примечание: * – $P < 0.05$; ** – $P < 0.01$.

Кроме того, выявлены общеизвестные корреляционные связи: число колосков в колосе взаимосвязано с плотностью, числом зерен и массой зерна с колоса. Число зерен с колоса имеет положительные связи с массой зерна с колоса и с урожайностью с единицы площади. Отсюда следует, что у высокорослых староместных и старых экстенсивных сортов, чем выше стеблестой, тем длиннее колос. Чем плотнее колос, тем больше число зерен и масса зерна с колоса и т. д. Выявлено что, в средне континентальных условиях Нагорного Ширвана урожайность больше зависит от числа зерен в колосе.

Заклучение

Экстремальность метеорологических условий позволила выявить адаптивность изучаемых сортов. Коэффициент адаптивности (0.53–1.44) показывает, что у изучаемых сортов степень выраженности реакции на неблагоприятные условия различна.

Селекционные сорта намного превосходят староместные по урожайности. По комплексу хозяйственно ценных признаков выделены сорта Гобустан, Лайагатли 80, которые, в основном отобраны на данной территории, адаптированы конкретным условиям. Сорта Шеки 1, Угур, Гобустан, Тале 38, Шафаг 2, Лайагатли 80 и т. д. характеризовались наивысшими коэффициентами адаптивности.

Стародавние генотипы пшеницы мягкой оказались сильно восприимчивые к желтой ржавчине, а у селекционных сортов выявлены значительные различия по этому показателю.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность руководству и сотрудникам Института генетических ресурсов и Гобустанской ЗОС Аз. НИИ Земледелия, оказавшим содействие в проведении настоящих исследований.

Список литературы References

1. Акпаров З.И., Рустамов Х.Н., Аббасов М.А., Джангиров А. А., Каримов А.Я., Кулиев Ш.Б., Гамидов Г.Н. 2014. Гобустанский полевой музей пшениц (*Triticum* L.). В кн.: Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений. Материалы XI международной научно-методической конференции (г. Махачкала, 9–13 июня 2014 г.). Ч. 2. Махачкала: 101–105.
Akparov Z.I., Rustamov Kh.N., Abbasov M.A., Dzhangirov A.A., Karimov A.Y., Guliyev Sh.B., Hamidov H.N. 2014. Kobustan field museum of wheat (*Triticum* L.). In: Introdukciya, sohranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobrazija kul'turnyh rastenij. Materialy XI mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii (Mahachkala, 9–13 iyunja 2014). Ch. 2 [Introduction, conservation and use of biological diversity of cultivated plants. Materials the XI International Scientific Conference (Makhachkala, 9–13 June 2014). Part 2]. Makhachkala: 101–105. (in Russian)
2. Гончаров П.Л., Гончаров Н.П. 1993. Методические основы селекции растений. Новосибирск, Изд-во Новосибирского университета, 312.
Goncharov P.L., Goncharov N.P. 1993. Metodicheskie osnovy selekcii rastenij [Methodical bases of plant breeding]. Novosibirsk, Izd-vo Novosibirskogo universiteta, 312. (in Russian)
3. Жученко А.А. 1990. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. Кишинев, Штиинца, 432.
Zhuchenko A.A. 1990. Adaptivnoe rastenievodstvo: jekologo-geneticheskie osnovy [Adaptive crop production: ecological and genetic basis]. Kishinev, Shtiinca, 432. (in Russian)
4. Жученко А.А. 2008. Перспективы использования мировых генетических ресурсов в селекции. В кн.: Генетические основы селекции. Уфа: 11–20.
Zhuchenko AA 2008. Perspectives the use of the world's genetic resources in breeding. In: Genetic bases of selection. Ufa: 11–20. (in Russian)
5. Жученко А.А. 2013. Настоящее и будущее адаптивной системы селекции и семеноводства растений на основе идентификации и систематизации их генетических ресурсов. Аграрный вестник Юго-Востока, 1-2 (8-9): 31–38
Zhuchenko AA 2013. The present and future of the adaptive system breeding and seed production plants on the basis of identification and classification their genetic resources. Agrarnyj vestnik Jugo-Vostoka [Agrarian bulletin of South-East], 1-2 (8-9): 31–38. (in Russian)
6. Зарбалиев А.Г., Талаи С.М., Джахангиров А.А., Гамидов Г.Н., Ахмедов Б.М. 2014. Оценка коллекции озимой мягкой пшеницы по срокам колошения и урожайности в богарных условиях Нагорного Ширвана. В кн.: Научные труды Азербайджанского НИИ Земледелия. Т. XXV. Баку, Муаллим: 63–68. (на азербайджанском языке)
Zarbaliev A.G., Talai J.M., Jahangirov A.A., Hamidov H.N., Akhmedov B.M. 2014. Assessment the collection winter wheat by earing maturity and yield under rainfed conditions Mountainous Shirvan. In: Nauchnye trudy Azerbajdzhanskogo NII Zemledelija. T. XXV [Scientific papers Azerbaijan Research Institute of Crop Husbandry. Vol. XXV]. Baku, Muallim: 63–68. (in Azerbaijani)
7. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. 1984. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Новосибирск, СО ВАСХНИЛ, 24.
Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A. 1984. Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skhozajstvennyh rastenij, ih raschet i analiz: metodicheskie rekomendacii [Parameters ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis: guidelines]. Novosibirsk, SO VASHNIL, 24. (in Russian)
8. Ионова Е.В., Газе В.Л., Некрасов Е.И. 2013. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур (обзор). Зерновое хозяйство России, 3 (19): 19–22.



Ionova E.V., Gaze V.L., Nekrasov E.I. 2013. Prospects for the use of adaptive adaptive division into districts and adaptive selection of agricultural crops (review). *Zernovoe hozjajstvo Rossii* [Grain Economy of Russia], 3 (19): 19–22. (in Russian)

9. Корзун О.С., Бруйло А.С. 2011. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений. Гродно, ГГАУ, 140.

Korzun O.S., Brujlo A.S. 2011. Adaptivnye osobennosti selekcii i semenovodstva sel'skhozjajstvennyh rastenij [Adaptive features of breeding and seed production of agricultural plants]. Grodno, GGAU, 140. (in Russian)

10. Кравченко Р.В. 2010. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья. Ставрополь, Ставропольбланкиздат, 208.

Kravchenko R.V. 2010. Agrobiologicheskoe obosnovanie polucheniya stabil'nyh urozhayev zerna kukuruzy v usloviyah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ja [The Agrobiological substantiation obtaining stable yields of maize in the steppe zone of the Central Ciscaucasia]. Stavropol, Stavropol'blankizdat, 208. (in Russian)

11. Мережко А.Ф., Удачин Р.А., Зуев В.Е. и др. 1999. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса, и тритикале. Методические указания. СПб., ВИР, 82.

Merezhko A.F., Udachin R.A., Zuev V.E. et al. 1999. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, jegilopsa, i tritikale. Metodicheskie ukazaniya. [Replenishment, stored in a live form and study the world collection of wheat, aegilops, and triticale. Methodical instructions]. Saint-Petersburg, VIR, 82. (in Russian)

12. Мусаев А.Дж., Гусейнов Г.С., Мамедов З.А. 2008. Методика полевого опыта по изучению селекционного материала зерновых культур. Баку, Муаллим, 88. (на азербайджанском языке)

Musaev A.Dzh., Gusejnov G.S., Mamedov Z.A. 2008. Metodika polevogo opyta po izucheniju selekcionnogo materiala zernovyh kul'tur [Methods of field experiments to study the breeding materials of cereals]. Baku, Muallim, 88. (in Azerbaijani)

13. Рустамов Х.Н., Акпаров З.И., Аббасов М.А., Джангиров А.А., Каримов А.Я., Кулиев Ш.Б., Гамидов Г.Н. 2012. Изучение азербайджанских пшениц (*Triticum* L.) в Гобустанском полевом музее. В кн.: Научные труды Института генетических ресурсов НАНА. Баку, Элм: 39–43 (на азербайджанском языке)

Rustamov Kh.N., Akparov Z.I., Abbasov M.A., Dzhangiroy A. A., Karimov A.Y., Kuliev Sh.B., Hamidov H.N. 2012. Study of Azerbaijan wheats (*Triticum* L.) in Gobustan field museum. In: Nauchnye trudy Instituta geneticheskikh resursov NANA [Scientific papers of the Institute of Genetic Resources of ANAS]. Baku, Elm: 39–43. (in Azerbaijani)

14. Рустамов Х.Н. 2014. Новые образцы *Triticum compactum* Host. из Нахчыванской Автономной Республики. Вавиловский журнал генетики и селекции, 18 (3): 511–516.

Rustamov Kh.N. 2014. New samples *Triticum compactum* Host. of the Nakhchivan Autonomous Republic. Vavilovskiy zhurnal genetiki i selekcii [Russian Journal of Genetics: Applied Research], 18 (3): 511–516. (in Russian)

15. Селянинов Г.Т. 1960. Требование пшеницы к климату. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 82 (2): 183–198.

Selyaninov G.T. 1960. The requirement of wheat to the climate. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 82 (2): 183–198. (in Russian)

16. Филатенко А.А., Шитова И.П. 1989. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. Л., ВИР, 44.

Filatenco A.A., Shitova I.P. 1989. The wide unified classifier of *Comecon* for genus *Triticum* L. Leningrad, VIR, 44. (in Russian)

17. Johnson R., Stubbs R.W., Fuchs E., Chamberlain N.H. 1972. Nomenclature for physiologic races of *Puccinia striiformis* infecting wheat. Transactions of the British Mycological Society, 58: 475–480.

УДК 632.35:635.64

**АРЕАЛ И ЗОНЫ ВРЕДНОСТИ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОЖОГА ГОРОХА
(НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)****AREA AND HARMFULNESS ZONES OF BACTERIAL BLIGHT OF THE PEA
(SCIENTIFIC AND ANALYTICAL REVIEW)****А.М. Лазарев¹, В.А. Коробов², И.Н. Надточий¹, Е.Н. Мысник¹
А.М. Lazarev¹, V.A. Korobov², I.N. Nadtochij¹, E.N. Mjsnjik¹**¹ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Россия, 186207, г. Санкт-Петербург, ш. Подбельского, 3¹ All-Russian Research Institute of Plant Protection, 3, Podbel'sky road, St. Petersburg, 186207, Russia² Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85² Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: allazar54@mail.ru

Ключевые слова: бактериальный ожог гороха, симптоматика, ареал, вредность.
Key words: bacterial blight of pea, symptoms, range, harmfulness, disease control.

Аннотация. Приведены симптоматика бактериального ожога гороха и биологические свойства его патогена. Показаны ареал и зона вредности этого заболевания на территории бывшего Советского Союза. Выделены зоны высокой вредности бактериального ожога (Армения, Казахстан и Молдова), где растения гороха могут поражаться более чем на 25%. Описаны меры защиты гороха от бактериального ожога, которые формируются из агротехнических, организационно-хозяйственных и химических приемов, проводимых перед посевом и во время вегетации, уборки и хранения урожая указанных культур: посев качественными семенами районированных и устойчивых к болезни соргов, предпосевное протравливание семян ТМТД, подбор непоражаемых предшественников в севообороте, сбалансированное минеральное питание, борьба с сорной растительностью, уничтожение растительных остатков.

Resume. Symptoms of fire blight of peas and biological properties of its pathogen are given. Area and zone of harmfulness of the disease on the former Soviet Union territory are shown. The zones of high harmfulness of bacterial blight (Armenia, Kazakhstan and Moldova), where the pea plants may be affected by more than 25%. Measures of protections of peas from bacterial blight are described, which are formed from the agro-technical, organizational, economic and chemical methods, conducted before planting and during the growing season, harvesting and storage of crops of these cultures: sowing of quality seeds of adapted and disease resistant varieties, treatments of seeds with TMTD, selection of unaffected predecessors in the rotation, balanced mineral nutrition, eradication of weeds, removal of plant residues.

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) считают одной из основных зернобобовых растений, использующихся в качестве продовольственной, зернофуражной и укосной культуры. Его широкое распространение обусловлено высоким содержанием белка и аминокислот в зерне, хорошими вкусовыми качествами и усвояемостью, достаточно высокой урожайностью в зонах возделывания культуре [Гашкова, 2008].

Однако горох поражает значительное количество грибных и бактериальных болезней. Из последних бактериальный ожог гороха встречается повсеместно, он наиболее вредоносен в местностях с влажным теплым климатом, причиняя там значительный ущерб этой культуре [Горленко, 1966; Билай и др., 1988; Лазарев, 1995; Афонин и др., 2008].

Бактериоз поражает все надземные органы растения – стебли, черешки, листья, прилистники и бобы (чаще молодые сочные органы и листья нижних ярусов), вызывая темно-зеленые водянистые поражения, которые увеличиваются при повышенной влажности, приобретая коричневую окраску. Обычно бактериоз начинается на листьях нижнего яруса, постепенно поднимается на верхние и затем проникает в бобы. На различных органах растений пятна могут иметь более темную середину, а вокруг – мокнущую жировую кайму. Восприимчивость листьев возрастает по мере их старения. Особенно сильно страдают растения, произрастающие на песчаных почвах. В растение возбудитель бактериоза попадает, как правило, через устьица или ранки. Затем он распространяется под эпидермисом в паренхиме коры. Бактерии постепенно разрушают клеточные стенки и проникают в сосудистые пучки, вызывая увядание гороха. По сосудистой системе плодоножки они проникают в семена, в результате этого на последних появляются округлые желтоватые пятна. У созревших семян они нередко находятся вокруг рубчика. Инфекции благоприятствуют



высокая температура (25–30°C) и относительная влажность воздуха (90% и выше). Сочетание жаркой погоды с обильными росами или затяжными дождливыми периодами способствуют увеличению распространению и вредоносности этого бактериоза. Патоген поражает также душистый горошек, чину, вигну и другие бобовые культуры. Вредоносность бактериального ожога гороха выражается в отмирании листовых пластинок и створок бобов у пораженных растений [Бельтюкова, 1961; Бельтюкова и др., 1974; Лазарев, 2006].

Возбудитель бактериоза (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi* (Sackett 1916) Young et al. 1978) (PSP) представляет собой слабо подвижные палочки (монотрихи), передвигающиеся посредством полярного жгутика, размером 0.6–0.8 × 1.1–3.2 мкм, грамотрицательные. Располагаются одиночно, попарно, цепочками или нитями. Спор и капсул не имеют, не кислотоустойчивые. На картофельном агаре колонии PSP серовато-белые с зернистой поверхностью, округлые, со слабо приподнятым центром. На мясопептонном бульоне бактерии образует муть, хлопьевидную пленку и слабый осадок, не растет на среде Ушинского и Кона, развивается на среде Ферми. На стерильном картофеле дают гладкий желтый налет (ткань размечет). Бактерии PSP желатин разжижают воронкообразно, молоко свертывают и медленно пептонизируют (иногда с подкрашиванием сыворотки в желтовато-зеленый цвет), нитраты не восстанавливают, аммиак выделяют, индол и H₂S не дают, крахмал не гидролизуют, образуют леван и флюоресцирующий пигмент. Выделяют кислоту при росте в среде с маннитом, глюкозой, декстрозой, галактозой, сахарозой [Бельтюкова и др., 1974]. Оптимальная температура роста 27–28°C, максимальная 37.5°C, минимальная 7°C, термальная 50°C [Билай и др., 1988; Лазарев, 2006].

Меры борьбы с бактериозом гороха формируют из комплекса агротехнических и организационно-хозяйственных приемов. Эта система мероприятий направлена, с одной стороны, на создание для растений оптимальных условий возделывания, что усиливает их защитные реакции к болезням, а, с другой стороны, на предупреждение, ограничение или снижение распространенности и развития этих заболеваний, т. е. на создание неблагоприятных условий для жизнедеятельности возбудителя бактериоза. Она включает в себя целый перечень приемов, необходимых для проведения перед посевом и во время вегетации, уборки и хранения урожая [Лазарев, 2006].

Проведение посева во избежание скрытой (внутренней) бактериальной инфекции только здоровыми качественными (полноценными, крупными, выровненными) семенами апробированных (районированных) сортов, характеризующихся высокой устойчивостью (иммунностью) или выносливостью (толерантностью) к заболеванию, играет важную роль в системе борьбы с данной болезнью. В качестве посевного материала используют материал, собранный с участков, где не отмечали выявленное заболевание либо с незначительным его процентом. Важна предварительная оценка зараженности партий семян бактериальной и грибной инфекцией и заблаговременное протравливание. Для этой цели можно рекомендовать контактно-защитный протравитель – ТМТД, СП (800 г/кг). Применение этого препарата при обеззараживании семян при норме расхода препарата 2–3 кг/т будет способствовать уменьшению инфекционного бактериального начала в растительном материале [Долженко и др., 2001, Список ..., 2014]. Важно указать, что при обработке семян гороха при норме ТМТД 3 кг/т целесообразно добавлять 0.2 кг нитрагина на 1 гектарную норму семян. Определенные перспективы в разработке эффективных мер борьбы с возбудителем бактериоза гороха в качестве протравителей семенного материала предполагает применение антибиотиков (немедицинского профиля и сельскохозяйственного назначения) и препаратов - полимеров антибактериального характера, изготовленных путем промышленного синтеза. В течение ряда лет нами получены положительные результаты по действию на чистые культуры фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas* и в мелкоделяночных полевых опытах японского сельскохозяйственного антибиотика касумин, синтетического полимера катапол и его комплексных форм [Лазарев, 1992; Лазарев, 1994; Лазарев и др., 1997; Лазарев, Тютюрев, 1994; Тютюрев и др, 2002; Тютюрев и др, 2005]. Дальнейшая работа по испытанию препаратов из этой группы продолжается, так как этот путь поиска эффективных препаратов против бактериальных патогенов, по нашему мнению, представляет значительный интерес.

При правильном севообороте (подбор непоражаемых предшественников) возвращение гороха на поле необходимо не ранее чем через 3–4 года. Это особенно важно для хозяйств, где наблюдают сильное проявление бактериозов. Нарушение соблюдения севооборота и монокультура приводят к увеличению заражения бактериозом посевов. Необходимо недопущение расположения нового участка (особенно семеноводческого), граничащего с полями, на которых культуру выращивали в прошлом году. Местоположение семеноводческих посевов определяют в зонах землепользования, свободных от бактериоза.

Важно уделять внимание своевременному внесению оптимальных (сбалансированных) норм основных удобрений и микроэлементов в соответствии с особенностями почв каждой зоны, избегая их одностороннего внесения. Так, надо избегать избыточного внесения минерального азота, что может снизить устойчивость растений к болезни. Внесение фосфорно-калийных удобрений осуществляют в первую очередь на зараженных участках.

Необходимо следить за чистотой посевов, не допуская роста сорняков, являющихся конкурентами культуры и резервуарами патогенной микрофлоры. Борьба с насекомыми-переносчиками, являющимися активными распространителями бактериальной инфекции во время вегетации, должна осуществляться систематически. Опрыскивание растений проводят при появлении первых признаков бактериоза препаратами, проявляющими бактериостатическое или бактерицидное действие. Важна очистка полей после уборки от растительных остатков, а также их качественное осеннее запахивание: глубоко запаханные больные части растений в течение зимнего периода сгнивают и бактерии погибают. Правильное применение всех приемов технологии обработки почвы способствует скорейшему разложению и минерализации растительных остатков, самоочищению почвы от бактериальной инфекции либо значительному снижению в ней запаса возбудителя бактериоза.

В настоящее время горох успешно выращивают в разных почвенно-климатических зонах страны (Среднее Поволжье, Центрально-Черноземная зона, Татарстан, Башкортостан и др.). Бактериальный ожог гороха имеет распространение в США, Канаде, Уругвае, Англии, Ирландии, Венгрии, Румынии, Австралии, в Северной и Южной Америке и других странах [Горленко, 1966; Билай и др., 1988; Бельтюкова и др., 1974; Wimalaieewa, Naneavvow, 1984; Stead, Pemberton, 1987; Roberts, 1993]. Это заболевание имеется на всей территории бывшего СССР, а также в Узбекистане, Белоруссии, Казахстане, Армении, Молдавии, Таджикистане и на Украине [Горленко, 1966; Билай и др., 1988; Герасимов, Осницкая, 1961; Шпаар и др., 1980].

При составлении ареала бактериального ожога гороха на территории Российской Федерации и сопредельных государств за основу взята карта распространения гороха, а также использованы опубликованные в открытой печати литературные источники. Векторная карта (рис.) состоит из двух тематических слоев, характеризующих зоны слабой (распространение) и сильной вредоносности болезни на горохе. Зона сильной вредоносности определена в тех регионах, где возбудитель болезни вызывает потери урожая выше 25% экономического порога вредоносности [Лазарев, 2008]. Векторная карта распространения бактериоза выполнена в масштабе 1:20 000 000 в проекции Равновеликая Альберса на СССР, 9, 1001, 7, 100, 0, 44, 68, 0, 0 с помощью средств ГИС-технологий.

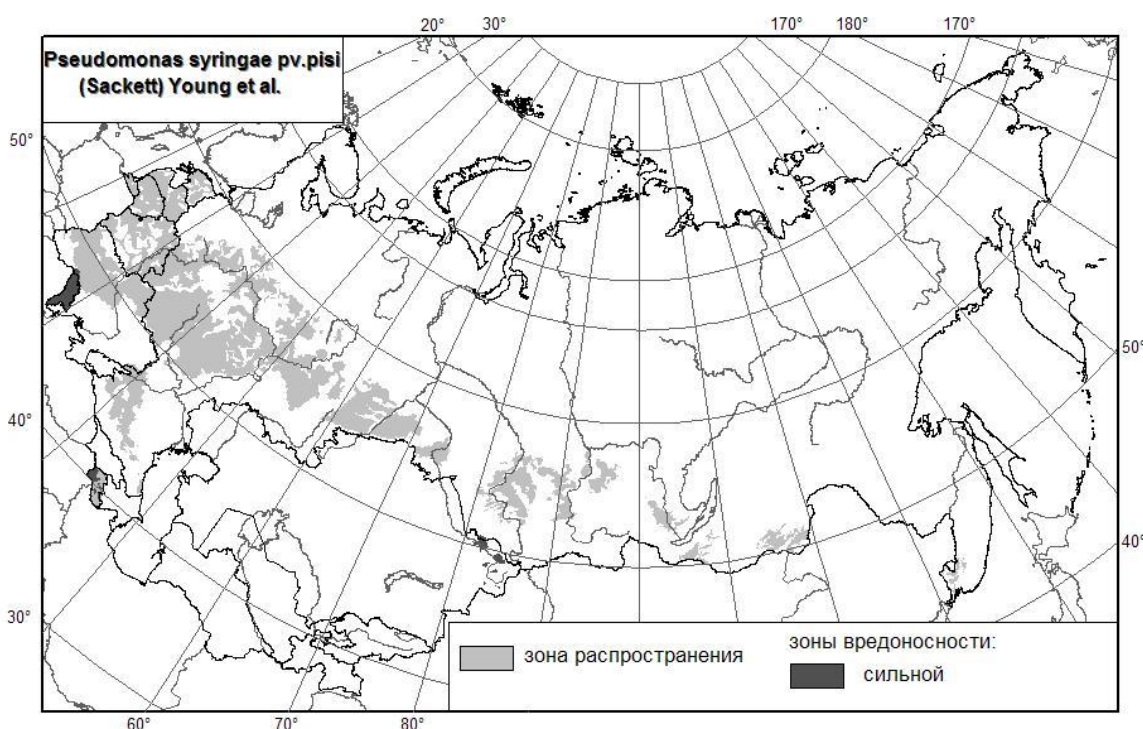


Рис. Векторная карта ареала и зоны вредоносности бактериального ожога гороха *Pseudomonas syringae pv. pisi* (Sackett) Young et al.



*Fig. Vector map of the range and severity of fire blight zone peas *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* (Sackett) Young et al.*

В нашей сводке отмечена распространенность указанного бактериоза во всех зонах выращивания гороха на территории бывшего Советского Союза – в Ленинградской, Московской, Ярославской, Кировской, Воронежской, Курской, Ростовской, Самарской и других центральных областях европейской части РСФСР, в Краснодарском, Алтайском и Красноярском краях, в Республике Алтай, в Республике Тыва [Горленко, 1966; Лазарев, 1995; Бельтюкова и др., 1974; Герасимов, Осницкая, 1961; Шпаар и др., 1980; Взоров, 1938; Бондарцева-Монтеверде, Васильевский, 1937; Справочник ..., 1984; Бельтюкова, 1968; Халеева, 1963; Халеева, Тихонова, 1964; Черемисинов, Хижняк, 1964, Бушкова, 1966], а также в Узбекистане [Мусаев, 1964], Белоруссии [Бондарцева-Монтеверде, Васильевский, 1937], Казахстане [Справочник, 1948; Бельтюкова, 1958; Власов, 1962; Ахмедов, 1971], Армении [Тетеревникова-Бабаян, 1963; Папоян, 1964; Папоян, 1966], Молдавии [Рожкован, 1986], Таджикистане [Взоров, 1938], на Украине [Бельтюкова и др., 1974, Бондарцева-Монтеверде, Васильевский, 1937; Бельтюкова, 1958; Власов, 1962; Дубиневич, 1964; Співак и др., 1973]. В пределах ареала бактериоза выделена зона высокой вредоносности, охватывающая Армению, Казахстан и Молдове, где спорадически возникают эпифитотии болезни и могут поражаться более 25% растений в посевах [Халеева, 1963; Тетеревникова-Бабаян, 1963; Папоян, 1966; Рожкован, 1986; Рожкован, 1989].

Основная часть работы выполнена в рамках проекта МНТЦ №2625.

Список литературы References

- Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. 2008. Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения. URL: <http://www.agroatlas.ru> (18 февраля 2015).
- Afonin A.N., Grin S.L., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. 2008. Agroekologicheskiy atlas Rossii i sopredelnykh gosudarstv: ekonomicheski znachimyye rasteniya, ih vrediteli, bolezni i sornyie rasteniya [Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds]. Available at: <http://www.agroatlas.ru> (accessed 18 February 2015). (in Russian)
- Бельтюкова К.И. 1958. Бактериальные болезни зернобобовых культур: фасоли и гороха. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Киев, 24.
- Belyukova K.I. 1958. Bakterialnyie bolezni zernobobovyih kultur: fasoli i goroha [Bacterial diseases of legumes: beans and peas]. Abstract. dis. ... doct. biol. sciences. Kiev, 24. (in Russian)
- Бельтюкова К.И. 1961. Бактеріальні хвороби квасоли. Киев, Вид-во АН УРСР, 204.
- Belyukova K.I. 1961. Bakterialni hvorobi kvasoli [Bakterialni illness beans]. Kiev, Vid-vo AN URSSR, 204. (in Ukrainian)
- Бельтюкова К.И., Королева И.Б., Мурас В.А. 1974. Бактериальные болезни зернобобовых культур. Киев, Наукова думка, 340.
- Belyukova K.I., Koroleva I.B., Muras V.A. 1974. Bakterialnyie bolezni zernobobovyih kultur [Bacterial diseases of legumes]. Kiev, Naukova dumka, 340. (in Russian)
- Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г., Краев В.Г., Элланская И.А., Зирка Т.И., Мурас В.А. 1988. Микроорганизмы – возбудители болезней растений. Киев, Наукова думка, 552.
- Bilay V.I., Gvozdyak R.I., Skripal I.G., Kraev V.G., Ellanskaya I.A., Zirka T.I., Muras V.A. 1988. Mikroorganizmy – vobuditeli bolezney rasteniy [Microorganisms - pathogens of plants]. Kiev, Naukova dumka, 552. (in Russian)
- Бондарцева-Монтеверде В.Н., Васильевский Н.И. 1937. Аскохитоз гороха. М.–Л., Издательство АН СССР, 88.
- Bondartseva-Monteverde V.N., Vasilevskiy N.I. Askohitoz goroha [Askohitoz of peas]. 1937. Moscow–Leningrad, Izdatelstvo AN SSSR, 88. (in Russian)
- Бушкова Л.Н. 1966. Бактериальные болезни гороха. Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в РСФСР в 1965 г. и прогноз их проявления в 1966 г. М., Россельхозиздат: 125–126.
- Bushkova L.N. 1966. Bakterialnyie bolezni goroha. Rasprostranenie vreditel'ey i bolezney selskohozyaystvennykh kultur v RSFSR v 1965 g. i prognoz ih proyavleniya v 1966 g. [Bacterial diseases of peas. Distribution of pests and diseases in agricultural crops in RSFSR in 1965 and forecast of their appearance in 1966]. Moscow, Rossel'hozizdat: 125–126. (in Russian)
- Взоров В.И. 1938. Выявление видового состава и географии бактериозов растений в Советском Союзе. В кн.: Итоги научно-исследовательских работ ВИЗР за 1936 г. Вирусные и бактериальные заболевания растений, биометод, химизация и механизация защиты растений. Л., Государственное издательство колхозной и совхозной литературы: 40–45.
- Vzorov V.I. 1938. Vviyavlenie vidovogo sostava i geografii bakteriozov rasteniy v Sovetskom Soyuze. In: Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot VIZR za 1936 g. Virusnyie i bakterialnyie zabolevaniya rasteniy, biometod, himizatsiya i mehanizatsiya zashchity rasteniy [Identification of the species composition and geography of

bacterial diseases of plants in the Soviet Union. The results of scientific research in 1936. VIZR viral and bacterial diseases of plants, biological control, use of chemicals and mechanization of plant protection products]. L.: Gosudarstvennoe izdatelstvo kolhoznoy i sovkhoznoy literatury: 40–45. (in Russian)

9. Власов Ю.И. 1962. Методические указания по распознаванию и учету вредителей и болезней гороха, кормовых бобов и оценке эффективности борьбы с ними. М., Изд-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов, 232.

Vlasov Yu.I. 1962. Metodicheskie ukazaniya po raspoznavaniyu i uchetu vreditel'ey i bolezney goroha, kormovykh bobov i otsenke effektivnosti borby s nimi [Guidelines for recognizing and accounting for pests and diseases of peas, broad beans and evaluation to deal with them]. Moscow, Izd-vo s.-h. lit-ryi, zhurnalov i plakatov, 232. (In Russian)

10. Гашкова И.В. 2008. *Pisum sativum* L. – горох посевной. Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения. URL: <http://www.agroatlas.ru> (18 февраля 2015).

Gashkova I.V. 2008. *Pisum sativum* L. - Goroh posevnoy / Agroekologicheskii atlas Rossii i sopredelnykh gosudarstv: ekonomicheski znachimyye rasteniya, ih vrediteli, bolezni i sornyye rasteniya [*Pisum sativum* L. – Garden pea. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries: Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds]. Available at: <http://www.agroatlas.ru> (accessed 18 February 2015). (in Russian)

11. Герасимова Б.А., Осницкая Е.А. 1961. Вредители и болезни овощных культур. М., Сельхозгиз, 536.

Gerasimova B.A., Osnitskaya E.A. 1961. Vrediteli i bolezni ovoschnykh kultur [Pests and diseases of vegetable crops]. Moscow, Sel'hozgiz, 536. (in Russian)

12. Горленко М.В. 1966. Бактериальные болезни растений. М.: Высшая школа, 292.

Gorlenko M.V. 1966. Bakterialnyie bolezni rasteniy [Bacterial diseases of plants]. Moscow, Vysshaya shkola, 292. (in Russian)

13. Долженко В.И., Котикова Г.Ш., Здрожевская С.Д., Гришечкина Л.Д., Буркова Л.А., Герасимова А.В., Милютенкова Т.И., Бельх Е.Б. 2001. Средства защиты растений для предпосевной обработки семян. СПб., ГНУ ВИЗР, 55.

Dolzhenko V.I., Kotikova G.Sh., Zdrozhevskaya S.D., Grishechkina L.D., Burkova L.A., Gerasimova A.V., Milyutenkova T.I., Belykh E.B. 2001. Sredstva zaschityi rasteniy dlya predposevnoy obrabotki semyan [Plant protection products for pre-treatment of seeds]. Saint-Peterburg, GNU VIZR, 55. (in Russian)

14. Дубиневич Б.Н. 1964. Эффективность протравливания семян гороха. Защита растений от вредителей и болезней, 12: 14–15.

Dubinevich B.N. 1964. The effectiveness of seed treatment of pea. *Zaschita rasteniy ot vreditel'ey i bolezney*, 12: 14–15. (in Russian)

15. Лазарев А.М. 1992. Действие касумина на фитопатогенные бактерии. Научные разработки и передовой опыт – производству Псковской области (материалы XXX научно-производственной конференции) (март 1992 г.). Великие Луки: 57–59.

Lazarev A.M. 1992. Deystvie kasumina na fitopatogennyie bakterii Nauchnyie razrabotki i peredovoy opyt – proizvodstvu Pskovskoy oblasti (materialy XXX nauchno-proizvodstvennoy konferentsii) (mart 1992 g.) [Action kasumina on phytopathogenic bakterii. Scientific developments and best practices – the production of the Pskov region (XXX Materials of scientific conference of production) (March 1992)]. Velikie Luki: 57–59. (in Russian)

16. Лазарев А.М. 1994. Влияние касумина на патогена черной ножки. Бактериальные болезни картофеля и овощных культур и методы борьбы с ними. Труды ВНИИФ. М.: 133–134.

Lazarev A.M. 1994. Vliyanie kasumina na patogena chernoy nozhki. Bakterialnyie bolezni kartofelya i ovoschnykh kultur i metody borby s nimi. Trudy VNIIF [Impact on kasumina pathogen blackleg. Bacterial diseases of potato and vegetable cultures and methods of dealing with them. Proceedings VNIIF]. Moscow: 133–134. (in Russian)

17. Лазарев А.М., Тютерев С.Л. 1994. Подбор препаратов против фитопатогенных бактерий. Бактериальные болезни картофеля и овощных культур и методы борьбы с ними. Труды ВНИИФ. М., 132.

Lazarev A.M., Tyuterev S.L. 1994. Podbor preparatov protiv fitopatogennykh bakteriy. Bakterialnyie bolezni kartofelya i ovoschnykh kultur i metody borby s nimi. Trudy VNIIF [Selection of drugs against harmful bacteria. Bacterial diseases of potato and vegetable cultures and methods of dealing with them. Proceedings VNIIF]. Moscow, 132. (in Russian)

18. Лазарев А.М. 1995. Бактериальные и актиномицетные болезни растений на территории Российской Федерации. СПб., ГНУ ВИЗР, 28.

Lazarev A.M. 1995. Bakterialnyie i aktinomitsetnyie bolezni rasteniy na territorii Rossiyskoy Federatsii [Bacterial diseases of plants and actinomycete in the Russian Federation]. Saint-Peterburg, GNU VIZR, 28. (in Russian)

19. Лазарев А.М. 2006. Бактериозы основных зернобобовых культур и меры борьбы с ними (методические рекомендации). СПб., ГНУ ВИЗР, 41.

Lazarev A.M. 2006. Bakteriozy osnovnykh zernobobovykh kultur i mery borby s nimi (metodicheskie rekomendatsii) [Bacterioses main leguminous crops and their control measures (guidelines)]. Saint-Peterburg, GNU VIZR, 41. (in Russian)

20. Лазарев А.М., Лубенцова О.В., Панарин Е.Ф. 1997. Действие полимерного антибиотика катапол на возбудителей основных бактериозов картофеля и овощных культур. Биологическая и



техническая интенсификация сельскохозяйственного производства. Материалы XXII научно-производственной конференции (апрель 1996 г.). Великие Луки: 65–66.

Lazarev A.M., Lubentsova O.V., Panarin E.F. 1997. Deystvie polimernogo antibiotika katapol na vzbuditeley osnovnykh bakteriozov kartofelya i ovoschnykh kultur. Biologicheskaya i tehniceskaya intensivatsiya sel'skohozyaystvennogo proizvodstva. Materialy NНII nauchno-proizvodstvennoy konferentsii (aprel' 1996 g.) [Action polymer antibiotic Katapola on the main bacterial pathogens of potatoes and vegetables. Biological and technical intensification of agricultural production. Articles XXII scientific production conference, April 1996]. Velikie Luki: 65–66.

21. Лазарев А.М. 2008. *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* (Sackett) Young et al. Бактериальный ожог гороха. Атлас экономически значимых растений и вредных объектов в России и сопредельных государств. Болезни сельскохозяйственных культур. URL: <http://www.agroatlas.ru> (18 февраля 2015).

Lazarev A.M. 2008. *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* (Sackett) Young et al. Bakterialnyy ozhog goroha. Atlas ekonomicheski znachimykh rasteniy i vrednykh ob'ektov v Rossii i sopredelnykh gosudarstv. Bolezni sel'skohozyaystvennykh kultur [Pseudomonas syringae pv. pisi (Sackett) Young et al. 2008. Bacterial blight of peas. Atlas of Economic Plants and Pests of Russia and in Neighboring Countries. Crop Diseases]. Available at: <http://www.agroatlas.ru> (accessed 18 February 2015). (in Russian)

22. Мусаев Т.С. 1964. Главнейшие инфекционные болезни гороха в условиях Самаркандской области. Труды Самаркандского государственного университета. Самарканд, Министерство образования Узбекской ССР: 158–162.

Musaev T.S. 1964. Glavneyshie infektsionnyie bolezni goroha v usloviyakh Samarkandskoy oblasti. Trudji Samarkandskogo gosudarstvennogo universiteta [The principal infectious diseases pea under the Samarkand region. Proceedings of the Samarkand State University]. Samarkand, Ministerstvo obrazovaniya Uzbekskoy SSR: 158-162. (in Russian)

23. Папоян Ф.А. 1964. Видовой состав и распространенность болезней гороха и конских бобов в Армянской ССР. Известия сельскохозяйственных наук, 11-12: 160–169.

Paroyan F.A. 1964. Species composition and prevalence of diseases of peas and faba bean in the Armenian SSR. Izvestiya sel'skohozyaystvennykh nauk, 11-12: 160–169. (in Russian)

24. Папоян Ф.А. 1966. Болезни гороха и конских бобов в Армении и разработка мероприятий по борьбе с некоторыми из них. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ереван, 25.

Paroyan F.A. 1966. Bolezni goroha i konskikh bobov v Armenii i razrabotka meropriyatij po borbe s nekotoryimi iz nih [Diseases peas and faba bean in Armenia and the development of measures to combat some of them]. Abstract. dis. ... cand. agricul. sciences. Erevan, 25.

25. Рожкован В. 1986. Болезни и вредители гороха. Сельское хозяйство Молдавии, 1: 26.

Rozhkovan V. 1986. Diseases and pests of peas. Selskoe hozyaystvo Moldavii, 1: 26. (in Russian)

26. Рожкован В. 1989. Бактериальный ожог гороха. Сельское хозяйство Молдавии, 9: 24–25.

Rozhkovan V. 1989. Fire Blight of peas. Selskoe hozyaystvo Moldavii, 9: 24–25. (in Russian)

27. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2014. Приложение к журналу «Защита и карантин растений». Справочное издание. М., 692.

Spisok pestitsidov i agrohimiKatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii. 2014. Prilozhenie k zhurnalu "Zaschita i karantin rasteniy". Spravochnoe izdanie [The list of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation, 2014. Supplement to the "Plant Protection and Quarantine". Reference book]. Moscow, 692. (in Russian)

28. Справочник агронома по защите растений. 1948. М.–Л., Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 31.

Spravochnik agronoma po zaschite rasteniy. 1948. [Directory agronomist Plant Protection]. Moscow–Leningrad, Gosudarstvennoe izdatelstvo sel'skohozyaystvennoy literatury, 31. (In Russian)

29. Тетеревникова-Бабаян Д.Н. 1963. О видовом составе заболеваний зернобобовых культур в Армении. Известия Академии наук Армянской ССР (биологические науки): 9–21.

Teterevnikova-Babayan D.N. 1963. The species composition of legume crops diseases in Armenia. Izvestija Akademii nauk Armjanskoj SSR (biologicheskije nauki): 9–21. (in Russian)

30. Тютерев С.Л., Панарин Е.Ф., Новожилов К.В. и др. 2002. Перспективы использования синтетического полимерного препарата катапол в качестве средства защиты растений. Вестник защиты растений, 3: 3–13.

Tyuterev S.L., Panarin E.F., Novozhilov K.V. et al. 2002. Prospects for the use of a synthetic polymer formulation catapol as plant protection products. Vestnik zaschityi rasteniy, 3: 3–13. (in Russian)

31. Тютерев С.Л., Панарин Е.Ф., Попова Э.В. и др. 2005. Антимикробные синтетические полимерные препараты как средства защиты растений от бактериозов. В кн.: 36 статей участников Міжнародної наукової конференції (4-6 жовтня 2005 г.). Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія. Київ: 192–197.

Tyuterev S.L., Panarin E.F., Popova E.V. et al. 2005. Synthetic polymeric antimicrobial drugs as a means of protection of plants against bacterial diseases. In: 36 statey uchasnikov Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii (4–6 zhovtnya 2005 g.). Fitopatogenni bakterii. Fitontsidologiya. Alelopatiya [36 articles of members of the International Scientific Conference (4–6 October 2005). Phytopathogenic bacteria. Fitontsidologiya. Alelopatiya]. Kiev: 192–197. (in Russian)

32. Халеева З.Н. 1963. Болезни гороха. Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в СССР в 1962 году и прогноз их появления в 1963 году. Л., Красный печатник: 188–191.

Haleeva Z.N. 1963. Bolezni goroha. Rasprostranenie vreditel'ey i bolezney selsko-hozyaystvennykh kultur v SSSR v 1962 godu. i prognoz ih poyavleniya v 1963 godu. [Diseases peas. Distribution of pests and diseases of agricultural crops in the USSR in 1962 and the forecast of their appearance in 1963]. Leningrad, Krasnyiye pechatnik: 188–191. (in Russian)

33. Халеева З.Н., Тихонова Н.А. 1964. Болезни гороха. Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в СССР в 1963 году. Труды ВИЗР. Л., Главполиграфпром: 238–243.

Haleeva Z.N., Tihonova N.A. 1964. Bolezni goroha. Rasprostranenie vreditel'ey i bolezney selskohozyaystvennykh kultur v SSSR v 1963 godu. Trudy VIZR [Diseases peas. Distribution of pests and diseases of agricultural crops in the USSR in 1963. Proceedings VIZR]. Leningrad, Glavpoligrafprom: 238–243. (in Russian)

34. Черемисинов Н.Я., Хижняк П.Я. 1964. Борьба с ржавчиной и бактериозами гороха и кормовых бобов. М., Колос, 8.

Cheremisinov N.Ya., Hizhnyak P.Ya. 1964. Borba s rzhavchinoy i bakteriozami goroha i kormovykh bobov [The fight against rust and bacterial diseases of peas and broad beans]. Moscow, Kolos, 8. (in Russian)

35. Шпаар Д., Клейнхемпель Г., Мюллер Г., Науманн К. 1980. Бактериозы культурных растений. Справочная книга. М., Колос, 143.

Shpaar D., Kleynhempel G., Myuller G., Naumann K. 1980. Bakteriozyi kulturnykh rasteniy. Spravochnaya kniga [Bacterioses crops. Reference book]. Moscow, Kolos, 143. (in Russian)

36. Співак М.Я., Кішко, Самойленко В. І., Гвоздяк Р.І. 1973. Виявлення та дослідження морфології бактеріофагів в полілізогенної культури *Pseudomonas pisi*. Мікробіологічний журнал, 35 (5): 565–569.

Spivak M.Ya., Kishko, Samoilenko V.I., Gvozdyak R.I. 1973. The identification and study of bacteriophages morphology in polilyogenic culture *Pseudomonas pisi*. Mikrobiologichnyi zhurnal, 35 (5): 565–569. (in Ukrainian)

37. Roberts S.J. 1993. Effect of bacterial blight (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) on the growth and yield of single pea (*Pisium sativum*) plants under grasshouse conditions. Plant Pathology, 42 (4): 565–576.

38. Stead D.E., Pemberton A.W. 1987. Recent problems with *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* in UK. Bulletin OEPP Oxford et., 17 (2): 291–294.

39. Wimalaieewa D.L.S., Naneavvow R.T. 1984. Bacterial blights of peas in Victoria. Australian journal of experimental agriculture and animal husbandry, 24 (126): 450–452.



УДК 581.552: 582.287.237:582.632.2

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА МИКОЦЕНОЗОВ ТРУТОВЫХ ГРИБОВ НА ЖИВЫХ ДЕРЕВЬЯХ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) В БИОЦЕНОЗАХ ПОРОСЛЕВЫХ НАГОРНЫХ ДУБРОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

SPECIFIC STRUCTURE OF MYCOCECENOSIS OF POLYPORE FUNGI ON LIVE OAK TREES (*QUERCUS ROBUR* L.) IN BIOCENOSSES COPPICE UPLAND OAK FORESTS IN THE BELGOROD REGION

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: трутовые Polyporaceae, дуб черешчатый, *P*-микоценоз, видовая структура, показатель доминирования, доминант, субдоминант, второстепенный вид.

Key words: Polypore fungi (Polyporaceae), English oak, *P*-mycocenosis, specific structure, index of dominance, dominant, subdominant, secondary species.

Аннотация. Данная статья является итогом пятилетних (2010-2014 гг.) исследований видовой структуры сообщества патогенных трутовых грибов на дубе черешчатом (*P*-микоценоза) в составе дубравных ценозов порослевых нагорных дубрав юго-запада Белгородской области Российской Федерации. По результатам анализа эмпирических материала сделаны следующие выводы. Видовое ядро *P*-микоценоза составляют три вида трутовых (Polyporaceae) – *Fistulina hepatica*, *Fomitiporia robusta*, *Laetiporus sulphureus*. Эти виды обнаруживают постоянно присутствие и высокие показатели доминирования в составе *P*-микоценоза. Один вид – *Inocutis dryophila* – является добавочным и второстепенным. Остальные шесть видов имеют статус случайных и второстепенных. Выявлено два различных структурных состояния *P*-микоценоза. Первое состояние характерно, как правило, для дубовых древостоев более высокого уровня жизнеспособности и отличается не выраженным доминированием *F. hepatica* и *L. sulphureus*, и выраженным субдоминированием *F. robusta*. Второе состояние характерно для дубовых древостоев более низкого уровня жизнеспособности и отличается выраженным доминированием *F. hepatica* и выраженным субдоминированием *L. sulphureus*, при субдоминировании или второстепенной роли *F. robusta*.

Resume. This article is the culmination of five years (2010-2014) research on the specific structure of the community of pathogenic Polypore fungi on English oak (*P*-mycocenosis) in the oak forest cenoses of coppice upland oak forests in the South-West of Belgorod region of the Russian Federation. Specific structure of the regional *P*-mycocenosis, with the exception of studies of prevalence are virtually unexplored, and therefore it was the aim of the present work to investigate the species structure of *P*-mycocenosis on live oak trees in the composition of biocenoses of coppice upland oak forests in the South-West of Belgorod region.

The following objectives were set: (1) to conduct a long-term and, possibly, large-scale field survey in oak coppice stands of upland oak forests, to clarify the list of representative species of regional *P*-mycocenosis and to assess their frequency of occurrence; (2) to investigate the ratio of species in the local *P*-mycocenosis; (3) to identify the characteristic structural state and to describe the species composition of *P*-mycocenosis of different hierarchical levels; (4) to try to identify the objective regularities of changing structural conditions of the specific structure of the regional *P*-mycocenosis on the gradient of the deteriorating sanitary condition of oak stands.

According to the analysis of empirical material the following conclusions have been made. Specific core of *P*-mycocenosis are three species of Polypore fungi (Polyporaceae) – *Fistulina hepatica*, *Fomitiporia robusta*, *Laetiporus sulphureus*. These species show a constant presence and a high level of dominance in the composition of the *P*-mycocenosis. One species – *Inocutis dryophila* – is incremental and minor. The remaining six species have the status of incidental and secondary. Two distinct structural states *P*-mycocenosis were revealed. The first state is usually characterized by, for oak stands, a higher level of vitality and has not dominance of *F. hepatica* and not pronounced dominance of *L. sulphureus*, and pronounced subdominance of *F. robusta*. The second state is characterized by oak stands of the lower level of viability and has a pronounced dominance of *F. hepatica* and pronounced subdominance of *L. sulphureus*, when subdominance or secondary role of *F. robusta*.

Введение

Лесостепная дубрава – отдельный лесной биогеоценоз лесостепи, представляющий сообщество характерных кверцитальных видов, занимающее свойственный биотоп. В составе биоценоза лесостепной дубравы можно выделить сообщества систематически близких видов, выполняющих сходные функции в биогеоценозе. Одним из таких сообществ является

микоценоз патогенных трутовых грибов из группы Polyporaceae sensu lato, поселяющихся на живых деревьях дуба черешчатого *Quercus robur* L. и выступающих основным звеном фитопатогенного пути утилизации древесины в общем потоке трансформации вещества и энергии в дубравных ценоэкосистемах.

Миоценоз патогенных трутовых грибов на живых деревьях дуба черешчатого, или *P*-миоценоз, – не случайное образование, он обладает структурой, находящей выражение в устойчивой повторяемости участия, соотношения и связей видов в сообществах. Но, в тоже время, структура любого сообщества многопланова [Степановских, 2001; Чернова, Былова, 2004; Сафонов, 2006] и при ее изучении необходимо выделять отдельные ее аспекты. Основой структуры любого сообщества является его видовая структура [Мухин, 1993; Степановских, 2001; Чернова, Былова, 2004; Сафонов, 2006].

Видовая структура регионального *P*-миоценоза, за исключением исследований по списочному составу и распространенности [Dunayev et. al., 2014] практически не исследована, в связи с чем и была определена цель настоящей работы – Исследовать видовую структуру *P*-миоценозов на живых деревьях дуба в составе биоценозов порослевых нагорных дубрав юго-запада Белгородской области.

Задачи ставились следующие: 1. Провести долговременные и, по возможности, масштабные полевые обследования в дубовых древостоях порослевых нагорных дубрав, уточнить список видов – представителей регионального *P*-миоценоза и оценить их встречаемость. 2. Исследовать соотношение видов в составе локальных *P*-миоценозов. 3. Выявить характерные структурные состояния *P*-миоценозов разного иерархического уровня и описать видовую структуру *P*-миоценозов разного иерархического уровня. 5. Попытаться выявить объективные закономерности смены структурных состояний видовой структуры регионального *P*-миоценоза по градиенту ухудшения санитарного состояния дубовых древостоев.

Объекты и методы

Объектом исследований являлся *P*-миоценоз, трофо-топически связанный с *Quercus*-ценопопуляцией, в биоценозах нагорных порослевых дубрав юго-запада Белгородской области, произрастающих в условиях D_{1-2} и D_2 . Полевые обследования проводились в 2010–2014 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 17 дубовых древостоев в составе 5 нагорных дубрав региона: 6 древостоев относительно лучшего состояния (средняя категория состояния жизнеспособности древостоя $\overline{K\bar{C}}=2.1\pm 0.03$ балла), 6 древостоев среднего ($\overline{K\bar{C}}=2.3\pm 0.00$) и 5 древостоев худшего ($\overline{K\bar{C}}=2.5\pm 0.02$) состояния. Обследованные в разные годы древостои в составе одних и тех же дубрав представляют собой разные лесорастительные участки в этих дубравах.

Полевые обследования проводились в соответствии с базовыми рекомендациями [Руководство по планированию ..., 2007] и общими методами миценологических исследований [Мухин, 1993, Сафонов, 2006]. Детальные обследования велись в полосе сплошного учета [Мухин, 1993; Сафонов, 2006]. Объем учета включал, как правило, не менее 160–200 вегетирующих деревьев дуба и сопутствующие им сухостой и бурелом (для оценки категории состояния жизнеспособности дубового древостоя). Учет производился по принципу «одна единица субстрата – один образец» [Мухин, 1993]. Особо отметим, что в нашем случае единица субстрата представляет собой отдельное живое (вегетирующее) дерево дуба. В субординационном отношении единица субстрата с грибами-поселенцами одного типа питания соответствует уровню элементарной единицы миценоза, его миценоячейки [Мухин, 1993, Сафонов, 2006]. Присутствие того или иного вида Polyporaceae на субстрате определялось по наличию характерных плодовых тел, их остатков, а в отношении отдельных видов, нерегулярно образующих плодовые тела, и косвенных признаков поражения. Все натурные данные заносились непосредственно в полевой журнал.

Камеральная обработка данных осуществлялась с позиций системно-структурного анализа [Ушаков, 2005; Сафонов, 2006] с помощью методов общей экологии [Степановских, 2001; Чернова, Былова, 2004], лесной миценологии [Мухин, 1993, Сафонов, 2006] и биометрии [Лакин, 1990].

Результаты и их обсуждение

Видовая структура [Мухин, 1993; Степановских, 2001; Чернова, Былова, 2004; Сафонов, 2006] – некоторое характерное сочетание и соотношение видов, составляющих сообщество.



Понятие «видовая структура» подразумевает устойчиво воспроизводящееся в сходных условиях окружающей среды сочетание и соотношение видов (статический аспект структуры), а также некоторые закономерные изменения в сочетании и соотношении в меняющихся условиях среды (динамический аспект структуры). Статический аспект рассматривается как обусловленный вариант структуры или структурное состояние. Смена структурных состояний сообщества видов, как и любой экобиологической системы, может быть увязано с градиентным изменением значений величин действующих факторов среды. В нашей работе мы используем ординацию структурных состояний видовой структуры *P*-микоценоза по оси санитарного состояния дубовых древостоев, т. е. исследуем структурные изменения по градиенту ухудшения санитарного состояния. Величина, характеризующая санитарное состояние, – категория состояния жизнеспособности (КС) – интегральный показатель «благополучия-неблагополучия» дубового древостоя, составляющего основу дубравного фитоценоза, а, следовательно, и «благополучия-неблагополучия» дубравного биоценоза в целом.

Следует заметить, что в иерархическом отношении мы будем рассматривать систему *P*-микоценозов разного уровня. Локальный *P*-микоценоз – микроценоз сложившийся в данном конкретном дубовом древостое данной конкретной нагорной дубравы региона исследований. *P*-микоценоз древостоев сходного санитарного состояния (сравнимых категорий состояния жизнеспособности) в составе нагорных дубрав региона исследований. Его видовая структура есть некоторое характерное и обобщенное для всех обследованных локальных древостоев, имеющих близкие значения категории состояния жизнеспособности, видовое структурное состояние. *P*-микоценоз порослевых нагорных дубрав региона исследований. Его видовая структура есть некоторое характерное и обобщенное видовое структурное состояние для групп (выборок) древостоев, разных в санитарном отношении, в составе нагорных дубрав.

Таким образом видовая структура *P*-микоценозов низшего иерархического уровня выступает структурным состоянием *P*-микоценоза высшего иерархического уровня.

Качественная сторона видовой структуры *P*-микоценозов – видовой состав трутовых на дубе – в общем, освещалась в наших предыдущих работах [Dunayev et. al., 2014]. Все рассмотренные виды, кроме трутовика Швейница *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat, так или иначе, принимают участие в формировании сообществ трутовых на дубе в нагорных дубравах. Это следующие виды: 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]).

Более подробно видовой состав будет рассматриваться нами в ходе анализа количественного соотношения видов.

Количественная сторона – соотношение видов-участников в составе *P*-микоценоза. Интуитивно ясно, что при анализе соотношений видов нам следует оценить приверженность каждого вида данному сообществу (т. е., насколько данный вид определяет «физиономию» сообщества) и «весовое» участие каждого вида в данном сообществе (т. е., насколько значительно присутствие данного вида в сообществе). Помогают это сделать оценочные показатели, которые строятся в виде простого процентного отношения частного к общему [Быков, 1983; Степановских, 2001; Чернова, Былова, 2004]. В одном случае это отношение числа выборок, в которых встречается данный вид, к общему числу выборок. В другом – отношение численности данного вида в данной отдельной выборке к общей численности видов в выборке. В первом случае говорят о показателе постоянства [Степановских, 2001], во втором – о показателе (степени) доминирования [Степановских, 2001; Чернова, Былова, 2004].

Оба названных показателя имеют свои оценочные шкалы, позволяющие оценить качественный статус каждого вида-участника в сообществе на основе количественной меры. В зависимости от значения показателя постоянства различают следующие категории видов [Степановских, 2001]: постоянные виды, которые встречаются более чем в 50% выборок; добавочные виды, которые встречаются в 25–50% выборок; случайные виды, которые встречаются менее чем в 25% выборок. В зависимости от значения показателя доминирования (по численности) выделяют следующие категории видов (классы доминирования) [Любарский, 1975]: малозначимые виды, доля численности которых в общей численности ($N, \%$) находится в пределах $0 < N \leq 4$; второстепенные виды – $4 < N \leq 16$; субдоминанты – $16 < N \leq 36$; доминанты – $36 < N \leq 64$; абсолютные доминанты – $64 < N \leq 100$.

Дополнительно, при исследовании видовой структуры сообществ используют и такой показатель как встречаемость (частота) доминирования [De Vries, 1937, Быков, 1983], т.е., отношение числа выборок с доминированием данного вида к общему числу выборок, в которых встречается данный вид. Нам представляется целесообразным при анализе структурных состояний видовой структуры сообщества использовать частоты встречаемости основных видов в разных статусах доминирования: как доминанта или абсолютного доминанта (*d*), субдоминанта (*sd*), второстепенного вида (*ssd*).

Мы будем исследовать структуру *P*-микоценозов с помощью величин показателя постоянства (*C*) и доминирования (*D*) [Степановских, 2001; Чернова, Былова, 2004], а также, с помощью величины частоты встречаемости в том или ином статусе доминирования (*f_{ssd}*, *f_{sd}*, *f_d*) видов *P*-микоценозов применительно к совокупности сходных биоценозов региона исследований. Собственно целостное представление о видовой структуре *P*-микоценоза дает распределение видов-участников в некотором порядке (например, в порядке уменьшения показателя постоянства) по осредненным показателям доминирования (первый аспект структуры) и по отдельным частотам их участия в сообществе (второй аспект структуры). Эти распределения могут быть представлены в виде гистограммы показателей доминирования видов (первый аспект) и гистограммы частот участия их в статусе доминирования (второй аспект), и найдены – в некоторой инвариантной форме – для *P*-микоценозов древостоев разного санитарного состояния (разных категорий состояния жизнеспособности) и регионального *P*-микоценоза в целом.

В процессе обследования 17 дубовых древостоев в составе 5 нагорных дубрав региона исследований было изучено соответственно 17 локальных *P*-микоценозов на живых деревьях дуба. Постоянное присутствие в составе локальных *P*-микоценозов обнаруживают три вида: *F. hepatica* (ПО), *F. robusta* (ЛДТ), *L. sulphureus* (СЖТ). Микоценоячейки с участием ПО были обнаружены в составе всех 17 *P*-микоценозов (*C*=100%). Микоценоячейки ЛДТ были обнаружены также в составе всех 17 *P*-микоценозов (*C*=100%). Микоценоячейки СЖТ были обнаружены в составе 16 *P*-микоценозов из 17 (*C*=94.1%). Отсутствие находки СЖТ в одном *P*-микоценозе из 17, вероятнее всего, не отражает действительной ситуации в этом *P*-микоценозе и является результатом ошибки исследования.

Микоценоячейки с участием *I. dryophila* (ДлТ) были обнаружены в составе 8 локальных *P*-микоценозов из 17 (*C*=47.1%). Т.е. этот вид может рассматриваться как добавочный. Остальные виды являются случайными для *P*-регионального микоценоза: *D. quercina* (ДГ) (*C*=17.6%), *H. croceus* (ШТ) (*C*=17.6%), *P. dryadeus* (ДТ) (*C*=11.8%), *P. squamosus* (ЧТ) (*C*=11.8%), *G. frondosa* (ГК) (*C*=5.9%), *F. fomentarius* (НТ) (*C*=5.9%).

Три постоянных вида регионального *P*-микоценоза – ПО, ЛДТ и СЖТ – являются и самыми массовыми видами в его составе (табл.). Согласно осредненным значениям показателей доминирования этих видов ($\bar{D}_{\text{по}}$, $\bar{D}_{\text{лдт}}$, $\bar{D}_{\text{сжт}}$) в локальных микоценозах древостоев лучшего состояния ($\bar{K}\bar{C}$ =2.1±0.03 балла, см. табл.) – ПО и ЛДТ выступают, в соответствие со шкалой Любарского субдоминантами ($\bar{D}_{\text{по}}$ =33.3%, $\bar{D}_{\text{лдт}}$ =21.1%, соответственно), СЖТ – доминантом ($\bar{D}_{\text{сжт}}$ =39.8%). Осредненный статус ДлТ в *P*-микоценозе древостоев лучшего состояния (см. табл.) близок к второстепенному ($\bar{D}_{\text{длт}}$ =3.5%). Остальные виды можно рассматривать как малозначимые.

Таблица

Участие видов-представителей в составе локальных *P*-микоценозов на живом субстрате в древостоях нагорных дубрав

Table

Participation of representative species of the local *P*-mycocenosis on live oak trees in stands of coppice upland oak forests

Древостой дубравы-год	Значения показатель доминирования (<i>D</i>) для видов-представителей, %										КС, балл
	ПО	ЛДТ	СЖТ	ДлТ	ДГ	ШТ	ДТ	ЧТ	ГК	НТ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
КД ¹ -13*	38.5	7.7	46.2	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
КД-11	8.3	25.0	58.3	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
ГЛ-13	62.5	25.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
ШД-11	26.3	10.5	63.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
ГЛ-12	50.0	25.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
КД-10	14.3	33.3	33.3	4.8	0.0	4.8	0.0	4.8	0.0	4.8	2.2

Окончание таблицы
End of table

1	2	4	3	5	6	8	7	11	9	10	11
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	33.3± 8.55	21.1± 4.03	39.8± 8.04	3.5± 1.62	0.0	0.8± 0.8	0.0	0.8± 0.8	0.0	0.8± 0.8	2.1± 0.03
Д-13	71.4	7.1	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
Д-11	47.6	4.8	38.1	4.8	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
М-13	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
М-10	50.0	33.3	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
ШД-12	58.6	17.2	20.7	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
ШД-10	33.3	21.2	27.3	6.1	3.0	3.0	3.0	0.0	1 (3.0)	0.0	2.3
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	51.8± 5.15	22.3± 6.96	20.7± 5.14	2.4± 1.12	1.3± 0.85	0.5± 0.5	0.5± 0.5	0.0	0.5± 0.5	0.0	2.3± 0.0
КД-14	50.0	25.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
КД-12	7.7	7.7	69.2	0.0	0.0	7.7	0.0	7.7	0.0	0.0	2.4
ШД-13	50.0	25.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
Д-14	50.0	22.2	16.7	5.5	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
Д-12	60.0	8.6	25.7	2.8	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	2.5
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	43.5± 9.17	17.7± 3.93	32.3± 9.37	1.7± 1.10	1.1± 1.1	1.5± 1.54	0.6± 0.56	1.5± 1.54	0.0	0.0	2.5± 0.02

Примечание: ¹ – древостой дубравы (КД – Коровина Дача; ГЛ – Графовский Лес; ШД – Шебекинская Дача; Д – Дубовое; М – Массив), * – год обследования (13 – 2013; 11 – 2011; 12 – 2012; 10 – 2010; 14 – 2014).

При этом, частоты встречаемости основных видов *P*-микоценоза в том или ином статусе доминирования следующие (см. табл.). Частоты встречаемости ПО в разных статусах доминирования: $f_{ssd}=2/6$ (33.3%) (т.е., ПО в 2 из 6 локальных *P*-микоценозов является в роли второстепенного вида), $f_{sd}=1/6$ (16.7%), $f_d=3/6$ (50.0%). Частоты встречаемости ЛДТ: $f_{ssd}=2/6$ (33.3%), $f_{sd}=4/6$ (66.7%). Частоты встречаемости СЖТ: $f_{ssd}=1/6$ (16.7%), $f_{sd}=2/6$ (33.3%), $f_d=3/6$ (50.0%). Остальные виды во всех локальных *P*-микоценозах, в которых они встречаются, выступают в роли второстепенных.

Структура *P*-микоценоза (в аспекте распределения видов по показателю доминирования) в древостоях лучшего состояния представлена на рисунке 1 (выборка 1).

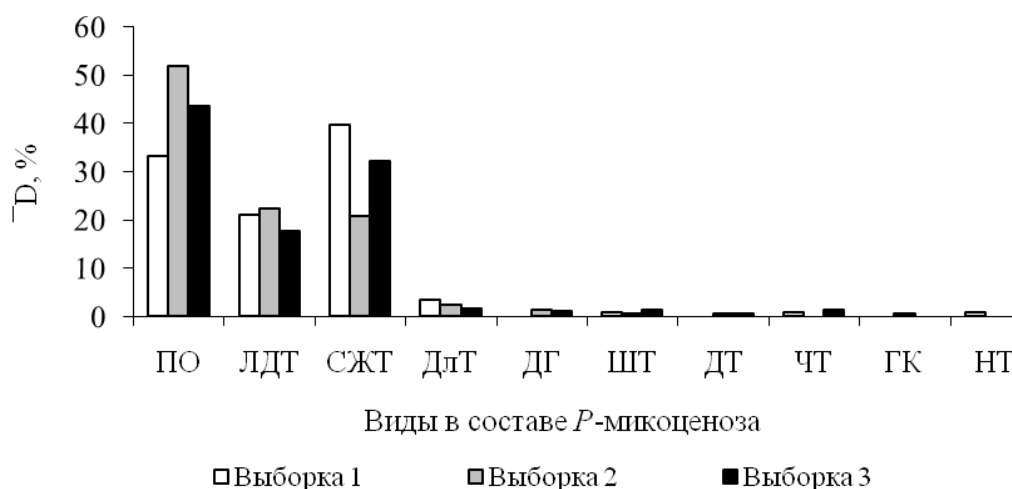


Рис. 1. Распределение видов-участников *P*-микоценоза по средним значениям показателя доминирования (\bar{D} , %) в древостоях лучшего (выборка 1), среднего (выборка 2) и худшего (выборка 3) состояния в составе нагорных дубрав

Fig. 1. The distribution of the species of representatives *P*-mycocenosis on average values of the index of dominance (\bar{D} , %) in the stands of the best (sample 1), medium (sample 2) and worst (sample 3) state viability in the composition of coppice upland oak forests

Согласно осредненным значениям показателей доминирования видов, составляющих видовое ядро *P*-микоценоза в выборке древостоев среднего состояния ($\overline{КС}=2.3\pm 0.0$ балла, см. табл.) – ПО выступает доминантом ($\overline{D_{по}}=51.8\%$), ЛДТ и СЖТ – субдоминантами ($\overline{D_{лдт}}=22.3\%$, $\overline{D_{сжт}}=20.7\%$, соответственно). Осредненный статус остальных представителей, встречающихся в составе локальных *P*-микоценозов выборки, в том числе и ДлТ, – малозначимые виды (см. табл.).

При этом, частоты встречаемости основных видов *P*-микоценоза в том или ином статусе доминирования следующие (см. табл.). Частота встречаемости ПО: $f_{ssd}=0$, $f_{sd}=1/6$ (16.7%), $f_d=5/6$ (83.3%). Частота встречаемости ЛДТ: $f_{ssd}=2/6$ (33.3%), $f_{sd}=3/6$ (50.0%); $f_d=1/6$ (16.7%) (в отсутствие СЖТ). Частоты встречаемость СЖТ: в одном *P*-микоценозе не отмечен (см. табл.), $f_{sd}=4/5$ (80.0%), $f_d=1/5$ (20.0%).

Остальные виды во всех локальных *P*-микоценозах, в которых они встречаются, выступают в роли второстепенных (см. табл.). Структура *P*-микоценоза (по показателю доминирования) в древостоях среднего состояния жизнеспособности представлена на рисунке 1 (выборка 2).

Согласно осредненным значениям показателей доминирования видов, составляющих видовое ядро *P*-микоценоза в выборке древостоев худшего состояния ($\overline{КС}=2.5\pm 0.02$ балла, см. табл.) – ПО выступает доминантом ($\overline{D_{по}}=43.5\%$), ЛДТ и СЖТ – субдоминантами ($\overline{D_{лдт}}=17.7\%$, $\overline{D_{сжт}}=32.3\%$, соответственно). Осредненный статус остальных представителей, встречающихся в составе локальных *P*-микоценозов – малозначимые виды (см. табл.).

При этом, частоты встречаемости основных видов *P*-микоценоза в том или ином статусе доминирования следующие (см. табл.). Частоты встречаемости ПО: $f_{ssd}=1/5$ (20.0%), $f_d=4/5$ (80.0%). Частоты встречаемости ЛДТ: $f_{ssd}=2/5$ (40.0%), $f_{sd}=3/5$ (60.0%). Частоты встречаемость СЖТ: $f_{sd}=4/5$ (80.0%), $f_d=1/5$ (20.0%) (при низкой представленности ПО).

Структура *P*-микоценоза (по показателю доминирования) в древостоях худшего состояния представлена на рисунке 1 (выборка 3).

Соотношение показателей доминирования представителей видового ядра *P*-микоценоза, а также распределение основных видов по частоте доминирования для выборок древостоев среднего и худшего состояния обнаруживают сходство и могут быть противопоставлены распределению видов по доминированию и частоте доминирования в *P*-микоценозах древостоев лучшего состояния.

Иными словами, можно говорить о существовании двух основных структурных состояний, определяющих структуру регионального *P*-микоценоза биоценозов нагорных дубрав (рис. 2). Одно представлено видовой структурой *P*-микоценоза в дубовых древостоях лучшего санитарного состояния ($КС=2.0-2.2$ балла) (см. табл., рис. 2: выборка 1), другое – видовой структурой *P*-микоценоза в дубовых древостоях худшего санитарного состояния ($КС\geq 2.3$ балла) (см. табл., см. рис. 2: выборка 2).



Рис. 2. Распределение видов в составе *P*-микоценоза по частотам встречаемости в статусе доминирования и абсолютного доминирования (f_d , %) в древостоях лучшего (выборка 1) и среднего и худшего (выборка 2) состояния

Fig. 2. The distribution of the species in the composition of *P*-mycocenosis on frequencies of occurrence in the status of dominance and absolute domination (f_d , %) in the stands of the best (sample 1) and the medium and worst (sample 2) state viability



Для первой структуры (в аспекте распределения видов по частоте доминирования) характерно не выраженное доминирование ПО ($f_d=50.0\%$) и СЖТ ($f_d=50.0\%$) (см. табл., см. рис. 2: выборка 1). ЛДТ в этом случае выступает преимущественно на ролях субдоминанта (см. табл.), ни разу не выступая доминантом ($f_d=0.0\%$). Для второй структуры характерно выраженное доминирование ПО ($f_d=9/11$ (81.8%) и слабо выраженное доминирование СЖТ ($f_d=2/10$ (20.0%) (см. табл., см. рис. 2: выборка 2), при выраженном субдоминировании этого вида. ЛДТ в этом случае выступает преимущественно в ролях субдоминанта и второстепенного вида, и единожды (в отсутствие СЖТ) в качестве доминанта ($f_d=1/11$ (9.1%). Остальные виды *P*-микоченоза в любом случае – или малозначимые или второстепенные виды.

Обращают на себя внимание выбивающееся из общего ряда высокое значение показателя доминирования ПО в *P*-микоченозе древостоя ГЛ-13 (см. табл.) из выборки древостоев лучшего состояния, а, также, низкое значение того же показателя для *P*-микоченоза древостоя КД-12 (см. табл.) из выборки древостоев худшего состояния.

Зная местную специфику приуроченности ПО к древостоям антропогенно трансформированных дубрав [Дунаева и др., 2014], можно предположить, что в первом случае мы имеем дело с древостоем, для которого характерны: высокая доля деревьев с дуплами и высокая доля деревьев клоновых биогрупп – т. е. показателей сильной антропогенной трансформации древостоя, несмотря на низкое значение величины КС=2.1 балла (относительно высокий уровень состояние жизнеспособности древостоя). Во втором случае – мы имеем дело с древостоем, для которого характерны: низкая доля деревьев с дуплами и низкая доля деревьев клоновых биогрупп, несмотря на высокое значение величины КС (обусловленное, вероятно, высоким участием в составе древостоя ограниченно жизнеспособных, нежизнеспособных и сухостойных деревьев).

Если поднять и проанализировать первичный эмпирический материал, то высказанное предположение находит свое подтверждение. Так, для выборки древостоев лучшего состояния среднее значение величины процентной доли вегетирующих деревьев, имеющих комлевые дупла, равно $24.0 \pm 2.68\%$; среднее значение процентной доли порослевых биогрупп с участием вегетирующих деревьев (от общего числа учтенных вегетирующих деревьев) – $30.4 \pm 2.79\%$. А для древостоя ГЛ-13 рассчитанные значения указанных величин следующие: 29.0% и 40.0%, соответственно. Для выборки древостоев худшего состояния среднее значение величины процентной доли вегетирующих деревьев, имеющих комлевые дупла, равно $30.4 \pm 4.22\%$; среднее значение процентной доли порослевых биогрупп с участием вегетирующих деревьев (от общего числа учтенных вегетирующих деревьев) – $38.9 \pm 2.15\%$. А для древостоя КД-12 рассчитанные значения указанных величин следующие: 21.6% и 33.3%, соответственно.

Таким образом, структуры локальных *P*-микоченозов в древостоях ГЛ-13 и КД-12 (двух их семнадцати обследованных) следует оценивать как некоторый вероятностный элемент в вероятностно-детерминированной системе взаимообусловленной смены состояний видовой структуры *P*-микоченоза и состояний жизнеспособности дубового древостоя, и рассматривать их в связи с ординацией по градиенту состояния древостоя, как отдельные редкие структурные состояния регионального *P*-микоченоза.

Следует ожидать, что для полного ряда обследованных древостоев (с учетом ГЛ-13 и КД-12) между величиной категории состояния жизнеспособности дубового древостоя КС и показателями доминирования представителей видовой ядра локального *P*-микоченоза будет отсутствовать достоверная корреляционная зависимость. И это действительно так. Коэффициент корреляции между величиной КС и показателем доминирования ПО ($D_{по}$) в *P*-микоченозах древостоев нагорных дубрав: $r=0.26$, $t_{\phi}=1.06$, $t_{st}=2.13$ для $P=95\%$, $k=15$. Между величиной КС и $D_{сжт}$: $r=-0.25$, $t_{\phi}=1.02$, $t_{st}=2.13$ для $P=95\%$, $k=15$). Между величиной КС и $D_{лдт}$: $r=-0.02$, $t_{\phi}=0.09$, $t_{st}=2.13$ для $P=95\%$, $k=15$.

Но если не учитывать данные по ГЛ-13, КД-12, то между КС и $D_{по}$ проявляется тесная положительная зависимость: $r=0.56$, $t_{\phi}=2.42$, $t_{st}=2.16$ для $P=95\%$, $k=13$. Между КС и $D_{сжт}$ – тесная отрицательная зависимость: $r=-0.57$, $t_{\phi}=2.49$, $t_{st}=2.16$ для $P=95\%$, $k=13$. Между КС и $D_{лдт}$ никакой зависимости не обнаруживается: $r=0.06$, $t_{\phi}=0.23$, $t_{st}=2.16$ для $P=95\%$, $k=13$.

Таким образом, с известным допущением можно рассматривать наличие взаимообусловленности между санитарным состоянием дубового древостоя и соотношением доминирования в составе видовой ядра *P*-микоченоза: чем хуже состояние дубовых древостоев, тем выше показатель доминирования ПО и ниже показатель доминирования СЖТ. Между КС и $D_{лдт}$ никакой зависимости не обнаруживается.

Возвращаясь к анализу видовой структуры, и развивая представления о существовании двух основных структурных состояний, определяющих структуру регионального *P*-микоченоза биоценозов нагорных дубрав, уточним соотношения показателей доминирования представителей видовой ядра *P*-микоченозов древостоев наилучшего (КС=2.0–2.2 балла) и

наихудшего состояния ($КС=2.4-2.5$ балла), исключая из рассмотрения данные для древостоев ГЛ-13, КД-12. Соотношение средних значений показателей доминирования $\bar{D}_{по}:\bar{D}_{лдт}:\bar{D}_{сжт}$ по выборке древостоев наилучшего состояния: 27.5%:20.3%:45.2%. При этом частоты встречаемости ПО в разных статусах доминирования следующие: $f_{ssd}=2/5$ (40.0%), $f_{sd}=1/5$ (20.0%), $f_d=2/5$ (40.0%). Частоты встречаемости ЛДТ: $f_{ssd}=2/5$ (40.0%), $f_{sd}=3/5$ (60.0%). Частоты встречаемости СЖТ: $f_{ssd}=0$ (0.0%), $f_{sd}=2/5$ (40.0%), $f_d=3/5$ (60.0%).

Соотношение средних значений показателей доминирования $\bar{D}_{по}:\bar{D}_{лдт}:\bar{D}_{сжт}$ по выборке древостоев наихудшего состояния: 52.5%:23.1%:20.2%. При этом частоты встречаемости ПО: $f_{ssd}=0$ (0.0%), $f_{sd}=0$ (0.0%), $f_d=4/4$ (100.0%). Частоты встречаемости ЛДТ: $f_{ssd}=1/4$ (25.0%), $f_{sd}=3/4$ (75.0%). Частоты встречаемости СЖТ: $f_{ssd}=0$ (0.0%), $f_{sd}=4/4$ (100.0%), $f_d=0$ (0.0%). Таким образом, еще более четко проявляется разница между двумя выделенными нами видовыми структурными состояниями регионального *P*-микоценоза: для первого характерно выраженное субдоминирование ПО при доминировании или субдоминировании СЖТ, для второго – выраженное доминирование ПО при выраженном субдоминировании СЖТ и ЛДТ.

Выводы

1. В составе регионального *P*-микоценоза на живых деревьях дуба в биоценозах порослевых нагорных дубрав юго-запада Белгородской области отмечены 10 видов Polyporaceae s. l. Три вида – печеночница обыкновенная (ПО), ложный дубовый трутовик (ЛДТ), серно-желтый трутовик (СЖТ) – являются постоянными членами сообщества патогенных трутовых на дубе. Один вид (дуболюбивый трутовик) является добавочным. Остальные виды рассматриваться как случайные члены сообщества. Постоянные члены регионального *P*-микоценоза обнаруживают также высокие показатели доминирования в локальных *P*-микоценозах и образуют видовое ядро сообщества патогенных трутовых на дубе. Остальные виды во всех локальных микроценозах, в которых они встречаются, выступают в роли второстепенных.

2. Выявлено 2 основных структурных состояния видовой структуры регионального *P*-микоценоза (в аспекте распределения видов по частоте доминирования): видовая структура *P*-микоценоза в дубовых древостоях лучшего санитарного состояния ($КС=2.0-2.2$ балла) и видовая структура *P*-микоценоза в дубовых древостоях худшего санитарного состояния ($КС\geq 2.3$ балла). Для первой структуры характерно не выраженное доминирование ПО ($f_d=50.0\%$) и СЖТ ($f_d=50.0\%$). ЛДТ в этом случае выступает преимущественно на ролях субдоминанта. Для второй структуры характерно выраженное доминирование ПО ($f_d=81.8\%$) и слабо выраженное доминирование СЖТ ($f_d=20.0\%$), при выраженном субдоминировании этого вида. ЛДТ в этом случае выступает преимущественно в ролях субдоминанта и второстепенного вида, и единой (в отсутствие СЖТ) в качестве доминанта ($f_d=9.1\%$). Остальные виды *P*-микоценоза в любом случае – или малозначимые или второстепенные виды.

3. С известным допущением можно рассматривать наличие взаимообусловленности между санитарным состоянием дубового древостоя и соотношением доминирования в составе видового ядра *P*-микоценоза. Так, для ординационного ряда характерных дубовых древостоев коэффициент корреляции между значениями величины категории состояния дубового древостоя $КС$ и значениями показателями доминирования печеночницы обыкновенной ($D_{по}$) существует достоверная положительная зависимость: $r=0.56$, $t_{\phi}=2.42$, $t_{st}=2.16$ для $P=95\%$, $k=13$. Между $КС$ и $D_{сжт}$ – достоверная отрицательная: $r=-0.57$, $t_{\phi}=2.49$, $t_{st}=2.16$ для $P=95\%$, $k=13$. Между $КС$ и $D_{лдт}$ какой-либо зависимости не обнаружено.

Список литературы References

1. Быков Б.А. 1983. Экологический словарь. Алма-Ата, Наука, 216.
2. Вукон В.А. 1983. Ekologicheskiy slovar' [Ecology dictionary]. Alma-Ata, Nauka, 216. (in Russian)
3. Дунаева Е.Н., Дунаев А.В., Калугина С.В. 2013. Особенности распространенности печеночницы обыкновенной *Fistulina hepatica* Fr. в порослевых дубравах. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 23 (10): 5–12.
4. Dunaeva E.N., Dunaev A.V., Kalugina S.V. 2013. Features of the prevalence of the beefsteak fungus *Fistulina hepatica* Fr. in coppice oak forests. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 23 (10): 5–12. (in Russian)
5. Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М., Высшая школа, 352.
6. Lakin G.F. 1990. Biometriya [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola, 352. (in Russian)
7. Любарский Е.Л. 1975. Принципы и методы исследования морфоструктуры ценопопуляций. В кн.: Структура ценопопуляций. Казань, КГУ: 3–16.



- Lyubarskiy E.L., 1975. Principles and methods of research of a morphostructure of cenopopulation. *In: Struktura tsenoropulyatsiy* [The structure of populations]. Kazan, KGU: 3–16. (in Russian)
5. Мухин В.А. 1993. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург, Наука, 231.
- Mukhin V.A. 1993. Biota ksilotrofnykh bazidiomitsetov Zapadno-Sibirskoy ravniny [Biota xylotrophic basidiomycetes of the West Siberian plain]. Ekaterinburg, Nauka, 231. (in Russian)
6. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований. Приложение 3 к Приказу рослесхоза от 29.12.2007 №523. Электронный ресурс. URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (9 февраля 2013).
- Guide to planning, organization and maintaining of forest-pathological inspections. Annex 3 to the Order of FFA of 29.12.2007 N. 523. Available at: <http://www.rosleshoz.gov.ru>. (accessed 9 february 2013). (in Russian)
7. 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 xylo-trophic fungi forests of the southern Urals]. Diss. ... doct. biol. sciences. Orenburg, 468. (in Russian)
8. Степановских А.С. 2001. Экология. М., ЮНИТИ–Дана, 703.
- Stepanovskikh A. S. 2001. Ekologiya [Ecology]. Moscow, YuNITI–Dana, 703. (in Russian)
9. 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)
10. Чернова Н.М., Былова А.М. 2004. Общая экология. М., Дрофа, 411.
- Chernova N.M., Bylova A.M. 2004. Obshchaya ekologiya [General ecology]. Moscow, Drofa, 411. (in Russian)
11. De Vries M. 1937. Methods used in plant sociology and agricultural botanical grassland research. *Herbage review*, 5: 25–30.
12. Dunayev A.V., Tokhtar V.K., Dunayeva E.N., Kalugina S.V. 2014. Popularity of species of polypores which are parasitic upon oaks in coppice oakeries of the South-Western Central Russian Upland in Russian Federation. *Advances in Environmental Biology*, 8 (13): 34–37.
13. Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. 2008. Dictionary of the fungi. Wallingford, CABT Europe-UK, 771.

УДК 632.4:635.93 (477.61)

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКОЗНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ САДОВЫХ ХРИЗАНТЕМ В КОЛЛЕКЦИИ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН УКРАИНЫ

THE STUDY OF FUNGAL DISEASES OF CHRYSANTHEMUMS IN THE COLLECTION OF THE DONETSK BOTANICAL GARDEN OF NAS OF UKRAINE

Е.В. Ветрова¹, И.В. Бондаренко-Борисова², Л.М. Проноза¹
H.V. Vetrova¹, I.V. Bondarenko-Borisova², L.M. Pronoza¹

¹Донецкий национальный университет, Украина, 83050, г. Донецк, ул. Шорса, 46

²Донецкий ботанический сад НАН Украины, Украина, 83059, г. Константиновка, пл. Победы, 8

¹Donetsk National University, 46, Schors St, Donetsk, 83050, Ukraine

²Donetsk Botanical Gardens, 110, Ilich Av., Donetsk, 83059, Ukraine

E-mail: vetrova.donny@mail.ru; ibb2009@yandex.ru

Ключевые слова: садовые хризантемы, микоз, *Alternaria*, *Fusarium*, содержание воды, целлюлоза, антоциановые пигменты, лигнин.

Key words: chrysanthemums, mycosis, *Alternaria*, *Fusarium*, water content, cellulose, anthocyanin pigments, lignin.

Аннотация. На протяжении 2008–2013 гг. отмечено ухудшение фитопатологического состояния садовых хризантем в коллекции Донецкого ботанического сада. В ходе микологического анализа применяли методы стимуляции спороношений во влажной камере, выделения возбудителя в чистую культуру, искусственного заражения растений. На стеблях и листьях больных растений выявлен грибок *Alternaria* sp. gr. *alternata*, в области корневой шейки – *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans. Были исследованы изменения морфологических, физиологических и биохимических характеристик двух сортов хризантемы, пораженных «смешанными» микозами. Проведен сравнительный анализ содержания воды, клетчатки, антоциановых пигментов, лигнина в тканях больных и здоровых растений. Микозы вызывали снижение содержания воды в тканях (у растений сорта 'Арктика' – на 1.9% от сырой массы, а у растений сорта 'Лиза' – на 2.7%), уменьшение количества целлюлозы (у сорта 'Арктика' на – 10.9%, сорта 'Лиза' – на 4.2%), повышение содержания антоцианов (в 1.8–2 раза) и лигнина (в 3.2–4 раза). Согласно биохимическим показателям сорт 'Арктика' обладает более высокой устойчивостью к микозу по сравнению с сортом 'Лиза'. У этого сорта отмечено повышенное содержание целлюлозы, антоцианов и лигнина как в здоровых, так и в инфицированных образцах. Это говорит о более широких возможностях интродукции сорта 'Арктика' в регионе.

Resume. Throughout 2008–2013 the deterioration of phytopathological state of garden chrysanthemums in the collection of Donetsk Botanical Garden was observed. Such methods as stimulation of sporification in a humid chamber, isolation of the pathogen in pure culture, artificial infection of plants were applied in the process of mycological analysis. On the stems and leaves of infected plants fungus *Alternaria* sp. gr. *alternata* was detected, in the area of the root collar – *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans. Changes of the morphological, physiological and biochemical characteristics of two varieties of chrysanthemum, which were infected with "mixed" mycosis, were studied. Comparative analysis of water content, fiber, anthocyanin pigments and lignin in the tissues of infected and healthy plants was conducted. Mycosis caused a decrease of water content in tissues (for 'Arctic' cultivar – by 1.9% of the fresh weight and for 'Lisa' cultivar – by 2.7%), reduction of the cellulose amount (for 'Arctic' cultivar – by 10.9%, for 'Lisa' cultivar – by 4.2%), increasing content of anthocyanin (1.8–2 times) and lignin (3.2–4 times). According to the biochemical parameters, the 'Arctic' cultivar possesses a higher resistance to mycosis in comparison with the 'Lisa' cultivar. A higher content of cellulose, lignin and anthocyanin in healthy and infected samples of the 'Lisa' cultivar was observed. This suggests a possibility of wider introduction of the 'Arctic' cultivar in the region.

Введение

Хризантема садовая (*Chrysanthemum* × *hort.*) – одна из наиболее красивых и, возможно, самых древних цветочно-декоративных культур. Для нее характерны красочное и продолжительное цветение в осенний период, широкий цветовой диапазон соцветий, различное их строение и форма. Ее разводят и выращивают на продажу во всем мире, а цветоводы ежегодно получают новые оригинальные сорта этого растения. В настоящее время в мировом ассортименте насчитывается до 100 тыс. сортов [Дворянинова, 1982; Дьяченко, 2010].

На Донбассе в городском и приусадебном озеленении широко используются садовые хризантемы открытого грунта, в частности, мелкоцветковые формы. Коллекция мелкоцветковых хризантем в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) формировалась с 1967 г. и в настоящее время насчитывает более 100 сортов и культиваров.



Данная группа хризантем имеет широкое применение в декоративном садоводстве, озеленении интерьеров, создании цветочных композиций и декоративных ландшафтов [Дворянинова, 1982; Недолужко, 2004, 2010; Селивестрова, 2004; Дьяченко, 2010].

Известно, что садовая хризантема весьма подвержена заболеваниям, вызываемым фитопатогенными грибами – микозам [Семенкова, Соколова, 2003; Станчева, Роснев, 2005; Павлюк, 2006; Трейвас, 2008; Бондаренко-Борисова и др., 2013; Arun Kumar, 2008]. Это приносит большой ущерб цветоводству. Эффективность борьбы с микозами определяется своевременными защитно-профилактическими мероприятиями и точной диагностикой возбудителя. Хотя список болезней, которые могут атаковать хризантемы, длинный, культура в целом относительно устойчива к различным патогенным факторам [Стецович, Сорокопудова, 2010; Xu et al., 2010, 2011]. Однако продолжительный период содержания хризантем в теплицах в зимний период, многолетнее выращивание культуры в открытом грунте на одном и том же участке, а также вегетативное размножение создают благоприятные условия для развития и распространения болезней и вредителей. Своевременное выявление и систематическая борьба с ними являются неотъемлемой частью всего комплекса работ по культивированию хризантем [Дворянинова, 1982; Недолужко, 2004, 2010]. Согласно литературным данным [Семенкова, Соколова, 2003; Станчева, Роснев, 2005; Павлюк, 2006; Трейвас, 2008; Arun Kumar, 2008; Xu et al., 2011; Kumar et al., 2012] наиболее вредоносными грибными болезнями хризантем в условиях открытого грунта являются: фузариоз, или фузариозное увядание (возбудитель – *Fusarium oxysporum* Schl.); серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.); мучнистая роса (*Oidium chrysanthemi* Rab. и *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *chrysanthemi* Jacz.); септориоз листьев (виды рода *Septoria*); альтернариоз (*Alternaria chrysanthemi* Simmons et Crosier и др. виды этого рода).

Как показали фитопатологические исследования, проведенные нами ранее [Бондаренко-Борисова и др., 2013], растения мелкоцветковой хризантемы в коллекции ДБС подвержены трахеомикозам – сосудистым увяданиям, вызываемым факультативными паразитическими грибами родов *Fusarium* Link и *Verticillium* Nees, а также альтернариозу (возбудители – грибы рода *Alternaria* Nees). Эти болезни ежегодно проявлялись в полевых условиях на различных сортах, начиная с третьей декады июня, и прогрессировали с наступлением засушливой жаркой погоды во второй половине вегетации. При развитии трахеомикоза корни растения отмирают, стебель бурееет и усыхает, на пораженных тканях возникает светлый налет грибницы. Листья скручиваются, увядают. Инфекция сохраняется в почве на растительных остатках и в зимующих зараженных растениях. Болезнь часто распространяется при укоренении черенков, взятых с больных растений.

На протяжении последних пяти лет нами отмечено значительное ухудшение фитосанитарного состояния и декоративности растений в коллекции мелкоцветковых хризантем ДБС, что и послужило поводом для проведения детальных фитопатологических исследований. До 2010 г. комплексное изучение заболеваний хризантем в коллекции ДБС не проводилось, а также не изучалось, какое влияние оказывают патогены на физиологическое состояние растений.

Целью нашей работы было установление этиологии заболевания надземных органов хризантем и исследование особенностей его влияния на физиолого-биохимические показатели растений двух сортов, проходящих интродукционное испытание.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов изучения были выбраны два мелкоцветковых сорта хризантемы садовой: ‘Арктика’ и ‘Лиза’, проходящих интродукционное испытание в условиях ДБС. Сорт ‘Лиза’ выделен из семенного потомства сорта ‘Рассвет’. Начало цветения – II декада октября, продолжительность 25–30 дней. Сорт ‘Арктика’ выделен из третьего поликроссного поколения сорта ‘Тебе’. Начало цветения – II декада октября, продолжительность – 30–35 дней.

В ходе изучения сравнивались здоровые и пораженные растения.

Изучались симптомы болезни, а также морфологические и биохимические показатели больных растений – содержание воды, клетчатки, антоциановых пигментов, лигнина в листьях.

Для изучения симптомов и физиологического состояния хризантем были проведены наблюдения в полевых и лабораторных условиях.

Несколько образцов хризантем были взяты из открытого грунта и пересажены в горшки в условия лаборатории, для того, чтобы изучить некоторые морфологические и биохимические параметры и узнать, как заболевание влияет на состояние растений.

Для микологического анализа у поражённых экземпляров отбирали основания стеблей, стебли, листья, после чего применяли метод стимуляции спороношений во влажной камере

при температуре 23–25°C. Для выделения грибных патогенов в чистую культуру из тканей больных растений использовали глюкозо-картофельный и картофельно-морковный агар [Чумаков, 1974; Ганнибал, 2011]. Части тканей растения размером примерно 3–5 мм предварительно стерилизовались для уничтожения поверхностной микрофлоры в 15%-ном растворе перекиси водорода в течение 2–3 минут. Затем их помещали на среду и культивировали при температуре 24°C. Для определения грибов рода *Alternaria* использовали ключ, приведенный в работе Ф.Б. Ганнибала [2011], рода *Fusarium* –определитель несовершенных грибов Н.М. Пидопличко [1977].

Из физиологических и биохимических показателей определяли оводнённость тканей листьев, содержание лигнина и целлюлозы, а также количество антоциановых пигментов.

Оводненность тканей листьев определяли по стандартному весовому методу. Антоцианы определяли калориметрическим методом, измеряя оптическую плотность по зеленому светофильтру ($\lambda=540$ нм) [Полевой, 1978]. Для определения целлюлозы использовался метод Х.Н. Починка [1976]. Лигнин определяли йодометрическим методом [Полевой, 1978]. Также нами был применен метод искусственного заражения растений в лабораторных условиях.

Все исследования проводились в трехкратной повторности. Цифровые данные обрабатывались однофакторным дисперсионным анализом.

Результаты и их обсуждение

В 2012–2013 гг. наряду с развитием трахеомикозов нами отмечено сильное поражение надземных органов хризантем агрессивным штаммом гриба рода *Alternaria* [Бондаренко-Борисова и др., 2013]. Симптомами заболевания является появление пятен преимущественно по краю листовой пластинки, округлой формы, шириной около 10 мм, сливающихся, без окаймления, бледно-серого цвета. Со временем они становятся серыми или коричнево-черными, с явно выраженными концентрическими кругами в некротической ткани. По поверхности пятен развивается плотный оливково-бурый налет спороношения. Инфекция сохраняется в почве на растительных остатках, на зимующих хризантемах и семенах, собранных с пораженных растений.

В ходе микологического исследования из листьев больных растений был выделен гриб *Alternaria* sp. gr. *alternata*, из зоны корневой шейки – мицелий и споры гриба *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans., который является возбудителем трахеомикоза и может вызывать сухую гниль растений. Скорее всего, речь идёт смешанной инфекции и комплексном влиянии двух патогенов на состояние хризантем.

Чтобы убедиться в патогенных свойствах *Alternaria* sp., нами был применён метод искусственного заражения. Суспензией спор этого гриба мы пролили опытные проростки хризантем, и через 10 суток наблюдали увядание зараженных растений по сравнению с контролем (рис. 1). Это доказывает возможность заражения хризантем альтернариозом не только через стебли и листья, но и через инфицированную почву.



Рис. 1. Внешний вид здоровых и больных проростков хризантемы: А – контрольные; Б – искусственно зараженные спорами *Alternaria* sp. gr. *alternata*

Fig. 1. Exterior view of healthy and infected seedlings of chrysanthemum: А – control; Б – artificially infected with the spores of *Alternaria* sp. gr. *alternata*

У пораженных растений обоих сортов в полевых и лабораторных условиях наблюдалось усыхание листьев, начинавшееся снизу. Листья желтели, затем покрывались темно-коричневыми пятнами или приобретали фиолетовый оттенок, после увядания оставались на стебле. Через некоторое время растение полностью засыхало и погибало. Полевые наблюдения показали, что сорт 'Арктика' проявляет более высокую устойчивость к смешанной грибной инфекции: распространённость и интенсивность развития заболевания у него ниже по сравнению с сортом 'Лиза'.

Патогенные грибы оказывали существенное влияние на такие физиолого-биохимические свойства поражённых растений, как степень оводнённости тканей, содержание целлюлозы, антоцианов и лигнина в листьях.

Степень оводнённости – важный показатель водного режима растений. С содержанием воды связаны концентрация клеточного сока, водный потенциал отдельных органов растения, отношение его к почвенной и атмосферной засухе. Уменьшение оводнённости является следствием высыхания инфицированных тканей, что негативно сказывается на жизнедеятельности всего растения.

Как и следовало предполагать, у зараженных образцов наблюдается уменьшение влаги в тканях: у сорта 'Арктика' – на 1.9% от сырой массы, а у растений сорта 'Лиза' – на 2.7% (рис. 2).

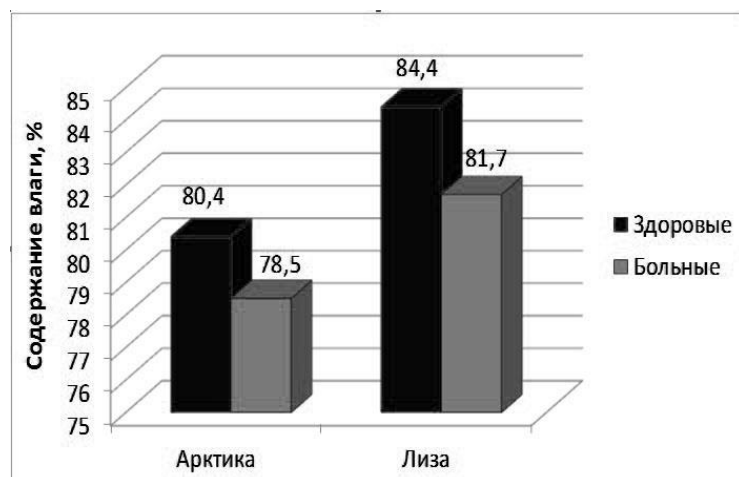


Рис. 2. Содержание воды в листьях здоровых и больных растений хризантемы садовой

Fig. 2. The water content in the leaves of healthy and infected plants of chrysanthemum

Содержание целлюлозы в листьях. Целлюлоза (клетчатка) – растительный полисахарид, составляющий основу клеточных стенок растений. Результаты исследования целлюлозы в листьях показали, что этот показатель намного выше у сорта 'Арктика', и он значительно снижается в больных растениях (рис. 3): у растений сорта 'Арктика' на – 10.9%, сорта 'Лиза' – на 4.2%. Очевидно, патогены синтезируют гидролитические ферменты, расщепляющие целлюлозу растения-хозяина.

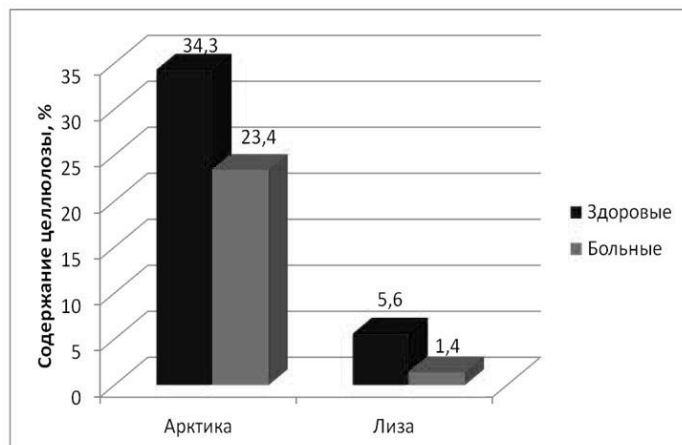


Рис. 3. Содержание целлюлозы в листьях здоровых и больных растений хризантемы садовой

Fig. 3. The water content in the leaves of healthy and infected plants of chrysanthemum

Содержание антоцианов в листьях. Изменение окраски листьев больных растений связано, в частности, с повышением содержания антоцианов – непластидных пигментов. Известно, что антоцианы играют значительную роль в пассивном и активном фитоиммунитете. Ответной реакцией растений на действие неблагоприятных факторов является, как правило, повышение уровня антоцианов, направленное на снижение окислительных повреждений,

вызванных действием стресс-факторов [Полевой, 1978; Семенкова, Соколова, 2003]. Известно, что растения с большим количеством антоциановых пигментов в тканях отличаются повышенной зимостойкостью, устойчивостью к холоду, промышленным загрязнениям, действиям других стресс-факторов, в том числе и к заболеваниям [Макаревич, 2010; Рубин, 1968; Макаренко, 2013].

У здоровых растений обоих сортов содержание антоцианов находится на одинаковом уровне. Концентрация антоцианов в листьях хризантем больных образцов по сравнению с контрольными оказалась больше в 2 раза у сорта 'Арктика' и в 1.8 раза – у сорта 'Лиза' (рис. 4).

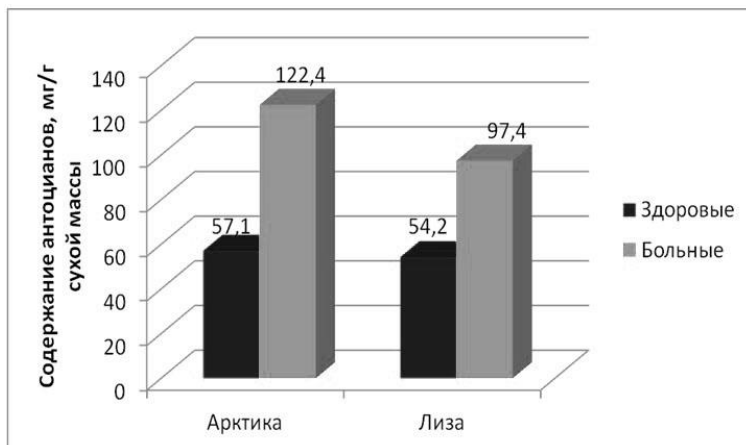


Рис. 4. Содержание антоцианов в листьях здоровых и больных растений хризантемы садовой
 Fig. 4. The anthocyanin content in the leaves of healthy and infected plants of chrysanthemum

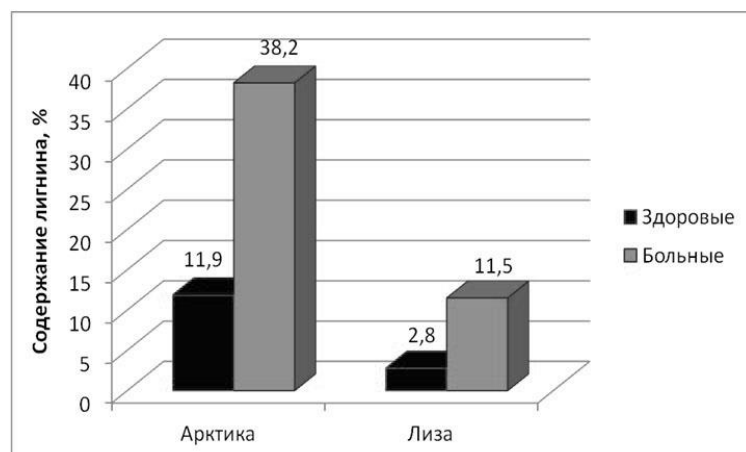
Было также установлено, что антоцианы способствуют повышенному накоплению углеводов в тканях [Chalker-Scott, 1999].

Увеличение количества сахаров у инфицированных растений происходит также за счет гидролиза крахмала и целлюлозы. Конечный продукт гидролиза целлюлозы – глюкоза, которая вместе с другими сахарами начинает использоваться в синтезе различных веществ, в том числе и антоцианов [Scarpari, 2005; VandenEnde, 2014].

Корреляционный анализ содержания антоцианов и целлюлозы показал отрицательную (обратную) сильную связь – с уменьшением процентного содержания целлюлозы в тканях растений повышается количество антоциановых пигментов. Коэффициент корреляции у сорта 'Арктика' составил (-0.99), у сорта 'Лиза' (-0.73).

Очевидно, что уменьшение содержание целлюлозы в тканях больных хризантем происходит по двум причинам: вследствие целлюлозоразрушающей деятельности патогенных грибов, и в результате гидролиза целлюлозы растением для по продуцирования антиоксидантных веществ – антоцианов.

Содержание лигнина в листьях. Еще одной защитной реакцией растений, подверженных действию фитопатогенов, является лигнификация клеток [Полевой, 1978], при которой происходит уплотнение клеточной стенки, и, следовательно, затрудняется проникновение возбудителя в ткани растения [Чураков, 2007]. Экспериментально доказано, что лигнины и лигниновые препараты способствуют снижению развития грибковых заболеваний у растений [0]. Лигнификация клеток – еще один важный фактор активного фитоиммунитета [Полевой, 1978]. Повышение содержания лигнина в пораженных



хризантемах указывает на преобладание реакции лигнификации над лигниноразрушающей деятельностью патогенов.

Содержание лигнина в листьях больных хризантем сорта 'Арктика' в 3.2 раза выше, чем в здоровых, а у сорта 'Лиза' – в 4 раза (рис. 5).

Рис. 5. Содержание лигнина в листьях здоровых и больных растений хризантемы садовой
 Fig. 5. The lignin content in the leaves of healthy and infected plants of chrysanthemum



На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что, из двух исследуемых сортов, именно сорт 'Арктика' показал себя как более устойчивый к комплексному действию патогенов, так как у него сильнее выражены защитные реакции. Так, у данного сорта наблюдается более высокое, по сравнению с сортом 'Лиза', содержание целлюлозы, антоцианов и лигнина, как в здоровых, так и в поражённых образцах, что свидетельствует о большей устойчивости сорта к «смешанному» микозу.

Меры борьбы с заболеванием

При выращивании хризантемы в промышленных масштабах наиболее эффективными и популярными методами защиты от болезней и вредителей являются химические. В частности, есть информация о том, что эффективным веществом в борьбе с альтернариозом хризантем является гексаконазол (фунгицид из группы азолов), проявивший наиболее выраженные фунгицидные свойства среди остальных сравниваемых препаратов [Arjun Kumar et al., 2011].

Для контроля развития альтернариоза и фузариоза хризантемы на коллекционных участках мы рекомендуем выполнять следующие рекомендации: 1) отбирать черенки только со здоровых растений; 2) обрабатывать черенки перед укоренением фунгицидами на основе дифенокнозола, пенконазола, флутриафола и других препаратов группы азолов, разрешённых к использованию действующим законодательством; 3) периодически проливать и опрыскивать укореняемые черенки и растения раствором вышеназванных препаратов; 4) осуществлять термическую дезинфекцию почвы перед высадкой черенков и семян в закрытом грунте; 5) с профилактической целью применять биологические препараты, подавляющие развитие фитопатогенных грибов в почве и на самих растениях.

Поскольку споры патогенных грибов зимуют в отмерших растительных тканях, по окончании вегетации необходимо собирать и уничтожать растительные остатки на участке выращивания для уменьшения запаса зимующей инфекции.

Выводы

1. Надземные органы мелкоцветковых хризантем коллекции ДБС в открытом грунте поражаются грибом *Alternaria sp. gr. alternata*, который в комплексе с *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans. вызывает усыхание листьев и стеблей растений.

2. Смешанная инфекция (альтернариоз и фузариоз) оказывает существенное влияние на ряд физиолого-биохимических показателей растений: снижается оводнённость тканей (у сорта 'Арктика' – на 1.9% от сырой массы, а у растений сорта 'Лиза' – на 2.7%) и содержание целлюлозы у растений сорта 'Арктика' на – 10.9%, сорта 'Лиза' – на 4.2%), возрастает содержание антоцианов (в 1.8–2 раза) и лигнина (в 3.2–4 раза) в листьях.

3. Повышенное содержание целлюлозы, антоцианов и лигнина в здоровых и инфицированных образцах сорта 'Арктика' по сравнению с сортом 'Лиза' свидетельствует о лучшей сопротивляемости первого к болезни и о возможности более успешной интродукции данного сорта в регионе.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность куратору коллекции хризантем ДБС, к.б.н. Пирко Инне Фёдоровне за консультативную и организационную помощь в ходе проведения исследований.

Список литературы References

1. Бондаренко-Борисова И.В., Ветрова Е.В., Губин А.И. 2013. Изучение биотических факторов ухудшения фитосанитарного состояния мелкоцветковых хризантем в коллекции Донецкого ботанического сада НАН Украины. Промышленная ботаника, 13: 187–193.

Bondarenko-Borisova I.V., Vetrova H.V., Gubin A.I. 2013. A study on biotic factors of phytosanitary condition deterioration of Chrysanthemum collection in Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. Promyshlennaya botanika [Industrial Botany], 13: 187–193. (in Russian)

2. Ганнибал Ф.Б. 2011. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. СПб., РАСН-ВИЗР, 72.

Gannibal F.B. Monitoring al'ternariozov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i identifikatsiya gribov roda *Alternaria*. Metodicheskoe posobie [Monitoring of crop blight and identification of fungi of the genus *Alternaria*. Technical Guide]. Saint-Petersburg, RAAS-VIZR, 71. (in Russian)

3. Дворянинова К.Ф. 1982. Хризантемы (интродукция, биология и агротехника). Кишинев, Штиинца, 167.
- Dvoryaninova K.F. 1982. Khrizantemy (introduktsiya, biologiya i agrotekhnika) [Chrysanthemums (introduction, biology and agricultural machinery)]. Kishinev, Shtiintsya, 167. (in Russian)
4. Дьяченко Н.Г. 2010. Хризантемы корейские. М., Издательский Дом МСП, 32.
- D'yachenko N.G. 2010. Khrizantemy koreyskie [Korean chrysanthemums]. Moscow, Izdatel'skiy Dom MSP, 32. (in Russian)
5. Комаров А.А. 2004. Роль гидролизного лигнина в плодородии почв и питании растений. Автореф. дис. ... д. с/х н. СПб., 44.
- Komarov A.A. 2004. Rol' gidroliznogo lignina v plodorodii pochv i pitanii rasteniy [The role of hydrolytic lignin in soil fertility and plant nutrition]. Abstract. dis. ... doct. of agricult. sciences. Saint-Petersburg, 44. (in Russian)
6. Макаревич А.М., Шутова А.Г., Спиридович Е.В., Решетников В.Н. 2010. Функции и свойства антоцианов растительного сырья. Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем, 4 (2): 1–11.
- Makarevich A.M., Shutova A.G., Spiridovich E.V., Reshetnikov V.N. 2010. Functions and properties of anthocyanins vegetable raw material. Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta: nauchnyy zhurnal [Proceedings of the Belarusian State University. Physiological, Biochemical and Molecular Biology Sciences], 4 (2): 1–11. (in Russian)
7. Макаренко О.А., Левицкий А.П. 2013. Физиологические функции флавоноидов в растениях. Физиология и биохимия культурных растений, 45 (2): 100–112.
- Makarenko O.A., Levitskiy A.P. 2013. The physiological function of flavonoids in plants. Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy [Physiology and biochemistry of cultivated plants], 45 (2): 100–112. (in Russian)
8. Недолужко А.И. 2010. Род *Chrysanthemum* L. на юге российского Дальнего Востока (интродукционные возможности, ресурсы изменчивости, селекция, сохранение генофонда). Автореф. дис. ... д. с/х н. Мичуринск, 43.
- Nedoluzhko A.I. 2010. Rod *Chrysanthemum* L. na yuge rossiyskogo Dal'nego Vostoka (introduktsionnye vozmozhnosti, resursy izmenchivosti, selektsiya, sokhranenie genofonda) [The genus *Chrysanthemum* L. in the south of the Russian Far East (introduction prospects, variability resources, selection, conservation of the gene pool)]. Abstract. dis. ... doct. of agricult. sciences., Michurinsk, 43. (in Russian)
9. Недолужко А.И. 2004. Хризантемы для Приморья. Владивосток, БСИ ДВО РАН, 51.
- Nedoluzhko A.I. 2004. Khrizantemy dlya Primor'ya [Chrysanthemums for Primorye]. Vladivostok, BSI DVO RAN, 51. (in Russian)
10. Павлюк **Н.А.** 2006. Видовой состав патогенных микромицетов на садовых хризантемах Ботанического сада-института ДВО РАН. Биологический вестник. Харьковский НУ, 10 (2): 90–94.
- Pavlyuk N.A. 2006. The species composition of pathogenic micromycetes on garden chrysanthemums Botanical Garden-Institute of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. Biologicheskii vestnik. Khar'kovskiy NU [Biological Bulletin. Kharkiv National University], 10 (2): 90–94. (in Russian)
11. Пидопличко Н.М. 1977. Грибы–паразиты культурных растений. Т. 2. Грибы несовершенные. К., Наукова думка, 300.
- Pidoplichko N. M. 1977. Griby–parazyty kul'turnykh rasteniy. T. 2. Griby nesovershennyye. [Parasitic fungi of cultivated plants. Vol. 2. Imperfect fungi]. Kiev, Naukova dumka, 300. (in Russian)
12. Полевой В.В. 1978. Методы биохимического анализа растений. Л., Изд-во ЛГУ, 192.
- Polevoy V.V. 1978. Metody biokhimicheskogo analiza rasteniy [Methods of biochemical analysis of plants]. Leningrad, Izd-vo LGU, 192. (in Russian)
13. Починок Х.Н. 1976. Методы биохимического анализа растений. К., Наукова думка, 336.
- Pochinok Kh.N. 1976. Metody biokhimicheskogo analiza rasteniy [Methods of biochemical analysis of plants]. Kiev, Naukova dumka, 336. (in Russian)
14. Рубин Б.А., Арциховская Е.В. 1968. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., Высшая школа, 404.
- Rubin B.A., Artsikhovskaya E.V. 1968. Biokhimiya i fiziologiya immuniteta rasteniy [Biochemistry and physiology of plant immunity]. Moscow, Vysshaya shkola, 404. (in Russian)
15. Селивестрова Е.Н. 2004. Мелкоцветковые хризантемы. В кн.: Роль ботанических садов в сохранении и обогащении биологического разнообразия видов. Тезисы докладов Международной научной конференции, посвященной 100-летию ботанического сада Калининградского государственного университета (г. Калининград, 14–18 сентября 2004 г.). Калининград, Изд-во КГУ: 71–73.
- Selivestrova E.N. 2004. Small flowered chrysanthemums. In: Rol' botanicheskikh sadov v sohranenii i obogashhenii biologicheskogo raznoobrazija vidov. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvjashhennoj 100-letiju botanicheskogo sada Kaliningradskogo gosudarstvennogo universiteta (g. Kaliningrad, 14–18 sentjabrja 2004 g.) [The role of botanic gardens in the conservation and enrichment of biological diversity of species. Abstracts of the International Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of the botanical garden of the Kaliningrad State University (Kaliningrad, 14–18 September 2004)]. Kaliningrad, Kaliningrad State University Publishing House: 71–73. (in Russian)
16. Семенкова И.Г., Соколова Э.С. 2003. Фитопатология. М., Издательский центр «Академия», 480.
- Semenkova I.G., Sokolova E.S. 2003. Fitopatologiya. [Plant Pathology]. Moscow, Izdatel'skiy tsentr "Akademiya", 480. (in Russian)



17. Станчева Й., Роснев Б. 2005. Болезни декоративных и лесных культур. В кн.: Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Т. 5. София-Москва, Пенсофт, 248.
- Stancheva Y., Rosnev B. 2005. Diseases of ornamental and forest crops. In: Atlas bolezney sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. T. 5 [Atlas of crop diseases. Vol. 5]. Sofia-Moscow, Pensoft, 248. (in Russian)
18. Стецович А.С., Сорокопудова О.А. 2010. Адаптация видов и сортов хризантем (*Chrysanthemum* L.) при интродукции на юго-западе Черноземья. Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 8: 24–28.
- Stetsovich A.S., Sorokopudova O.A. 2010. Adaptation of species and varieties of chrysanthemums (*Chrysanthemum* L.) introduced in the southwest of Black Earth region. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 8: 24–28. (in Russian)
19. Трейвас Л.Ю. 2008. Болезни и вредители декоративных растений: атлас-определитель. М., ЗАО «Фитон+», 192.
- Treyvas L.Yu. 2008. Bolezni i vrediteli dekorativnykh rasteniy: atlas-opredelitel' [Diseases and pests of ornamental plants: field guide]. Moscow, CJSC "Fitton+", 192. (in Russian)
20. Чумаков А.Е. (ред.). 1974. Основные методы фитопатологических исследований. М., Колос, 192.
- Chumakov A.E. (red.). 1974. Osnovnye metody fitopatologicheskikh issledovaniy [Basic research methods phytopathologic]. Moscow, Kolos, 192. (in Russian)
21. Чураков Б.П., Чураков Д.Б. 2007. Фитопатология. М., МГУЛ, 424.
- Churakov B.P., Churakov D.B. 2007. Fitopatologiya [Phytopathology]. Moscow, MGUL, 424.
22. Arun Kumar G.S. 2008. Studies on Leaf Blight of Chrysanthemum Caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler. Dharwad, University of Agricultural Sciences, 85.
23. Arun Kumar G.S., Kamannal B.C., Benagi V.I. 2011. Management of Chrysanthemum Leaf Blight Caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler under Field Condition. Plant Archives, 11 (1): 553–555.
24. Chalker-Scott L. 1999. Environmental significance of anthocyanin sinplant stress responses. Photochemistry and Photobiology, 70 (1): 1–9.
25. Kumar B., Kumar S., Thakur M. 2012. In Vitro Mutation Induction and Selection of Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzelev) Lines with Improved Resistance to *Septoria obesa* Syd. International Journal of Plant Research, 2 (4): 103–107.
26. Scarpari L.M., Meinhardt L.W., Mazzafera P., Pomella A.W., Schiavinato M.A., Cascardoand J. C., Pereira A.G. 2005. Biochemical changes during the development of witches' broom: them ostimportant disease of cocoain Brazil caused by *Crinipellis pernicioso*. Journal of Experimental Botany, 56 (413): 865–877.
27. VandenEnde W., El-Esawe S.K. 2014. Sucrose signaling pathways leading to fructan an danthocyanin accumulation: A dual function in abiotic and biotic stress responses? Environmental and Experimental Botany, 108: 4–13.
28. Xu G., Chen S., Chen F. 2010. Transgenic chrysanthemum plants expressing a harpin_{Xoo} gene demonstrate induced resistance to *Alternaria* leaf spot and accelerated development. Russian Journal of Plant Physiology, 57 (4): 548–553.
29. Xu G., Liu Y., Chen S., Chen F. 2011. Potential Structural and Biochemical Mechanisms of Compositae Wild Species Resistance to *Alternaria tenuissima*. Russian Journal of Plant Physiology, 58 (3): 427–433.

УДК 630*44

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ
ПРОТРАВИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ
ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ФУЗАРИОЗА****THE RESULTS OF RESEARCH ON SOME FUNGICIDES EFFECTIVENESS FOR
SCOTCH PINE SEEDLINGS PROTECTION FROM DAMPING-OFF AGENTS****Т.М. Черкис****T.M. Cherkis**

*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого,
Украина, 61024, г. Харьков, ул. Пушкинская, 86*

G.M. Vysotskyi Ukrainian Research Institute of Forestry and Melioration 86, Pushkinskaya St, Kharkov, 61024, Ukraine

E-mail: TanyaCherkis@rambler.ru

Ключевые слова: фузариоз сеянцев сосны, всхожесть, отпад от болезни, сохранность, стандартные сеянцы, хозяйственная эффективность, лесничество, закрытый грунт.

Key words: scotch pine seedlings damping-off, germination, mortality from the disease, preservation, output of standard seedlings, economic efficiency, forest district, greenhouse.

Аннотация. В статье приведены результаты испытания 12 пестицидов для дальнейшей защиты проростков сосны от поражения возбудителями фузариоза. В контролируемых и полевых условиях оценено их влияние на всхожесть, отпад от болезни, сохранность и выход стандартных сеянцев сосны. Наиболее перспективными оказались Винцит, Дивиденд Стар, Дерозал, Максим, Превикур, Раксил 6%, Реал и Суми-8 ФЛО. Испытуемые фунгициды, за исключением Дивиденд Стар, Превикур и Суми-8 ФЛО, показали наибольшую эффективность при максимальной концентрации. Дивиденд Стар, Превикур и Суми-8 ФЛО показали высокую эффективность при всех апробированных концентрациях.

Resume. The article deals with the research results of 12 pesticides for further protection of Scotch pine seedlings from damping-off agents. Their influence on germination, mortality from disease, preservation and output of standard Scotch pine seedlings in laboratory and field conditions is estimated.

The most perspective ones for protection of pine tree seedlings proved to be Vintsyt, Dividend Star, Derozal, Maxim, Previcur, Raxil 6%, Real and Sumy-8 FLO. They should be used under maximum concentration. Such fungicides as Dividend Star, Previcur and Sumy-8 FLO proved to be effective under all concentrations researched.

Введение

Фузариоз – наиболее вредоносная болезнь сеянцев сосны (*Pinus sylvestris* L.) в раннем возрасте. Возбудителями болезни являются грибы из класса Дейтеромицетов (*Deuteromycetus*) родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Botrytis*, и класса Оомицетов (*Oomycetus*): роды *Pythium* и *Phytophthora*. Название болезни закрепилось по приоритетному возбудителю болезни – грибам из рода *Fusarium* [Монастырский, 1996; Райло, 1950; Рябинков, 2004].

Вследствие поражения всходов сосны возбудителями фузариоза, значительно снижается всхожесть и выход сеянцев с погонного метра посевной строки, наблюдаются пустые места (очаги полегания). Несмотря на более чем 120-летнюю историю изучения этого заболевания, вопрос профилактики и борьбы с болезнью не утратил своей актуальности. Заболевание встречается повсюду. Многочисленными научными работами отмечается повсеместное распространение заболевания. Встречается болезнь и в развитых странах, таких как Великобритания, Финляндии, где выращивание посадочного материала проводится на высоком материально-техническом уровне, и в менее развитых.

Объяснение широкого распространения болезни кроется в особенностях биологии грибов-возбудителей этого заболевания и в ошибках, допущенных при выращивании посадочного материала. Широкому распространению заболевания способствуют разные способы питания возбудителей данного заболевания (сапротрофный и паразитический), образование большого количества спор и возможности поражения ими растений; способности быстро адаптироваться к действию пестицидов и образовывать устойчивые формы при неблагоприятных для них условиях внешней среды. Хламидоспоры грибов могут сохранить длительное время способность к прорастанию даже при граничной для многих видов температурой, как -35–40°C до +40°C [Райло, 1950].

Развитие грибов начинается весной при прогревании почвы до $+5-8^{\circ}\text{C}$ и при достаточной влажности. К моменту появления всходов растений мицелий грибов возбудителей заболевания активно развивается, легко распространяется на молодые растения, поражает их и приводит к гибели. Характерной особенностью болезни является ее очаговый характер. Особенно благоприятна для распространения болезни дождливая и прохладная погода в мае–июне, а также излишне глубокая заделка семян, образование корки на поверхности почвы, внесение компоста из разлагающихся остатков, перегущенные посевы. Всходы погибают вследствие воздействия токсических веществ, которые образуют фитопатогенные грибы, закупорки проводящей системы растений. Скорость распространения мицелия возбудителей болезни составляет 4–5 см в сутки. Часто это заболевание в тепличных комплексах достигает размера эпифитотий.

Болезнь имеет две стадии: досходовую и послесходовую. При досходовой стадии в посевной строчке обнаруживаются пустые места. При их раскопке можно обнаружить загнившие семена. О послесходовой стадии болезни можно говорить тогда, когда, казалось бы, внешне здоровые всходы внезапно полегают на землю, при выдергивании их с почвы обнажается осевой цилиндр корня, что и является характерным признаком данного заболевания. Отсюда произошло второе название заболевания – инфекционное полегание сеянцев.

На Украине фузариоз встречается повсеместно во всех тепличных хозяйствах, где выращивают сосну.



Рис. 1. Макроконидии возбудителя болезни из рода *Fusarium* spp. (увеличение в 40 раз)

Fig. 1. Macrospores of *Fusarium* spp. – the Damping-off Agent

Наша работа была направлена на дополнение списка эффективных протравителей, которые могут быть использованы для предпосевной обработки семян сосны, фунгицидов для проведения опрыскивания всходов во время активной фазы болезни для защиты сеянцев сосны от поражения их возбудителями полегания.

Объекты и методы исследования

На Украине сегодня [Доповнення до переліку пестицидів та агрохімікатів ..., 2014] числится один протравитель, рекомендованный для лесного хозяйства. Речь идет о системном препарате «Витал». Известно, что длительное использование одного и того же препарата приводит к снижению эффективности обработки, а также содействует появлению устойчивых штаммов возбудителей болезней [Зазилко, 2003; Койшибаев, 1996; Монастырский, 1998]. Для сельскохозяйственных культур ассортимент пестицидов постоянно обновляется и дополняется. А постольку фузариоз сеянцев сосны и корневые гнили зерновых культур вызываются одинаковыми видами патогенов, нами была исследована эффективность 12 пестицидов, имеющими разное действующее вещество, для последующей возможной защиты всходов сосны. Поскольку действующим списком пестицидов [Доповнення до переліку пестицидів та агрохімікатів..., 2014] были рекомендованы эффективные дозы обработки для зерновых культур, нами были исследована эффективность той дозы обработки протравителей, которая рекомендована списком, а также увеличенной в 1.5 и 2 раза. Мы пошли этим путем потому, что площадь обрабатываемой поверхности семян сосны больше, нежели зерновых культур.

Исследования проводились в открытом и закрытом грунте на территории Левобережной Лесостепи Украины. В статье приведены трехгодичные данные по испытанию препаратов в закрытом грунте, т. к. основная часть посадочного материала для лесовозобновления выращивается именно в теплицах.

Эффективность протравителей исследовалась в лабораторных и полевых условиях. Для этого семена сосны обыкновенной местного происхождения II и III класса всхожести, взятые в опытных лесничествах Харьковской и Сумской областей, предварительно флотировали, затем замачивали на 2 часа в растворах протравителей, а затем высевали соответственно классу всхожести в пластиковые кюветы или закрытый грунт.

За всходами проводили ежедневный уход, заключающийся в поливе, удалении сорняков и пораженных заболеванием растений. При появлении дружных всходов и первых признаках болезни было проведено двукратное опрыскивание. Надзор за сеянцами осуществлялся до момента одревеснения корневой шейки. Во временном промежутке надзор и учет занял 2 месяца с момента высева.

Нас интересовали следующие показатели: всхожесть, отпад от болезни, сохранность всходов на конец эксперимента и хозяйственная эффективность. Всхожесть оценивалась, как соотношение всходов к общему количеству высеянных семян. Хозяйственная эффективность рассчитывалась, согласно формуле:

$$П = \frac{(a - b) \times 100}{a},$$

где $П$ – хозяйственная эффективность; a – количество здоровых сеянцев, которые сохранились на конец исследования в экспериментальном варианте; b – количество здорового посадочного материала в контрольном варианте, где обработка не проводилась [Білик и др., 2005].

Сохранность рассчитывалась, как количество здорового посадочного материала, полученного в конце эксперимента, к тому количеству всходов, которое было в начале опыта.

В полевых условиях также учитывали количество выращенного стандартного посадочного материала. Для этого на одном погонном метре выкапывали по 50 штук сеянцев, измеряли длину надземной части и корня, а также оценивали толщину сеянца у корневой шейки. В условиях закрытого грунта стандартными считаются сеянцы высотой 13,5 см и выше и толщиной в области корневой шейки – 1,5 мм [Вакулюк, Самоплавський, 1998; Синников и др., 1982]. Кроме этого эти показатели были дополнены весовыми измерениями биомассы сеянцев. В таблице приведены результаты инвентаризации посевов сосны при максимальной концентрации препаратов.

На основании проведенных опытом даны рекомендации по применению наиболее эффективных протравителей и возможная схема ротации препаратов.

Результаты и их обсуждение

Лабораторные исследования определили наиболее эффективные препараты, изучение которых мы продолжили в условиях закрытого грунта.

Анализ почвенных условий (табл. 1) всех объектов, за исключением теплицы Рубежанского лесничества, показал соответствие показателя кислотности почвы потребностям проростков сосны.

В закрытом грунте Рубежанского лесничества pH почвенного субстрата имел слабощелочную реакцию, что не подходит для выращивания сосны.

Таблица 1

Почвенные условия объектов, где проводились исследования

Table 1

Soil Conditions of the Objects under Research

Объект (лесничество)	pH H ₂ O	N л.г., мг/100 г	Подвижные элементы (за Кирсановим)	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
Сумская область				
Тростянецкое	6.43	5.27	18.5	7.8
Харьковская область				
Задонецкое	5.16	8.7–13.7	2.4–4.2	4.6–6.6
Рубежанское	7.39	13.4	22.3	16.9
Южное	5.59	12.90	6.9	7.5

Как показали результаты исследований, приведенные в таблице 2, всхожесть семян была на уровне 32.7–67.9%.

Наиболее высокие показатели всхожести зафиксированы в вариантах с применением препаратов Винцит, Дивиденд Стар, Максим, Колфуго Супер, Превикур, Раксил и Суми-8 ФЛО. В этих вариантах при всех исследуемых концентрациях всхожесть превышала показатель контрольного варианта в 1.1–1.5 раза.



Таблица 2

Влияние протравителей на всхожесть семян сосны обыкновенной в закрытом грунте и повреждаемость посевов возбудителями фузариоза

Table 2

Fungicides Effect on Scotch Pine Seeds Grown in Greenhouses and Damage of Sowings Caused by Damping-off Agents

Препарат, действующее вещество, производитель	Доза л/т; г/кг	Грунтовая всхожесть		t _{контроль}	t _{эталон}	Отпад от фузариоза, %	t _{контроль}	t _{эталон}
		M±m	%					
«Виал ТТ» Тебуконазол + тиабендазол; ЗАТ Фирма Август, Россия	0.2	195.4±7.76	39.1	0.73**	2.36**	60.9	0.50*	16.4**
	0.4	198.6±9.14	39.7	0.90**	1.98**	53.6	0.35	16.0**
	0.8	226.4±15.78	45.3	2.10**	2.19**	57.8	14.01**	16.9**
«Винцит» Флутриафол + тиабендазол; Дания	2.0	218.1±10.05	46.2	2.23**	0.80**	43.8	3.2**	0.10
	3.0	246.7±9.50	55.2	4.11**	1.24**	42.0	3.5**	0.70**
	4.0	254.0±8.70	56.5	4.90**	1.84**	38.9	3.2**	0.30
«Дерозал» Карбендазим; «Вауер СторScience», Германия	0.7	184.2±11.30	36.8	2.56**	2.17**	28.5	0.18	16.3**
	1.5	206.2±14.88	41.2	1.03**	1.07**	20.9	0.25	16.9**
	3.0	224.4±10.82	44.9	0.07	0.06	31.2	0.32	15.8**
«Дивиденд Стар» Дифеконазол + ципроконазол; Швейцария	2.0	253.6±8.05	56.5	0.41	2.18**	31.6	1.4**	1.10**
	3.0	256.2±9.45	57.0	4.75**	2.22**	27.6	0.5*	1.90**
	4.0	279.3±9.05	59.0	3.67**	3.97**	28.3	1.3**	1.20**
«Колфуго Супер» Карбендазим; «Агро-Кеми Кфт.», Украина	1.5	217.6±13.7	43.3	0.44*	0.46*	64.1	0.56*	17.1**
	3.0	243.0±7.86	48.3	1.25**	1.37**	58.1	0.56*	17.1**
	6.0	251.6±11.18	50.0	1.62**	1.73**	50.2	0.50*	16.9**
«Лоспел» Тетраконазол; фирма «Изагро»	0.6	168.6±7.34	33.5	4.16**	4.56**	49.1	0.43	16.0**
	1.2	193.4±10.55	38.5	2.05**	2.20**	58.7	0.52*	17.1**
	2.4	208.4±14.88	41.4	0.91**	0.95**	55.6	0.55*	17.1**
«Максим» Флудиоксонил + металаксил; Швейцария	2.0	222.5±8.90	49.5	0.21	0.22	33.8	0.8**	1.40**
	3.0	244.3±8.30	54.3	1.32**	1.44**	38.6	2.4**	0.02
	4.0	271.8±9.35	60.4	3.12**	3.36**	31.5	2.1**	0.80**
«Превикур» Промокарб гидрохлорид; Швейцария	2.0	281.8±8.15	62.1	3.98**	3.57**	39.7	4.1**	1.30**
	3.0	301.2±7.15	67.0	5.57**	6.12**	31.8	3.1**	0.10
	4.0	305.4±9.10	67.9	5.43**	5.88**	24.6	0.8**	1.49**
«Раксил», 6% Тебуконазол; Германия	2.0	280.6±11.65	62.4	3.36**	3.57**	49.5	6.5**	9.70**
	3.0	283.0±9.95	62.9	3.77**	4.06**	52.6	6.7**	3.80**
	4.0	299.0±9.35	66.4	4.95**	5.34**	49.1	6.1**	3.50**
«Раназол» Тебуконазол; ООО «Нертус», Украина	0.1	164.6±11.92	32.7	3.67**	3.90**	49.9	0.28	16.0**
	0.2	176.4±8.83	35.1	3.38**	3.66**	35.4	0.13	16.6**
	0.4	190.8±12.70	37.9	2.02**	2.14**	38.0	0.19	16.3**
«Реал» Тритикоконазол; Германия	0.2	159.8±5.9	35.5	5.07**	5.62**	20.2	3.1**	4.91**
	0.3	191.4±7.4	42.5	2.49**	2.72**	30.1	0.7**	2.80**
	0.4	235.6±6.6	52.4	0.84**	0.84**	25.7	0.4	2.20**
«Суми-8 ФЛО» Диникоконазол; Япония	2.0	203.1±5.90	49.5	1.66**	1.82**	33.1	0.2	2.20**
	3.0	244.3±7.40	57.7	1.33**	1.45**	36.6	2.0**	0.40
	4.0	271.6±6.60	61.9	2.99**	3.21**	30.3	1.7**	1.00**
Контроль (дистиллят)	—	185.3±11.55	42.8		2.00**	33.0		0.27
Эталон – «Фундазол» Беномил; Венгрия	6.0	225.5±10.1	53.7			41.2		

Примечание: * – $t_{0.05}=0.444$, $P=0.95$; ** – $t_{0.01}=0.561$, $P=0.99$.

Всхожесть была на уровне эталонного варианта и выше в опытных вариантах с применением Винцит, Максим, Колфуго Супер, Реал и Суми-8 ФЛО при максимальных нормах расхода препарата. Существенность этих различий статистически подтвердилась у всех этих вариантах за исключением Реала. В опытных вариантах, где семена были обработаны протравителями Дивиденд Стар, Раксил и Превикур, при всех их нормах расхода проростков сосны появилось в 1.1–1.3 раза больше, нежели в эталонном варианте, где семена были обработаны фундазолом.

Отпад от фузариоза был в пределах 20.2–60.9%. Двухкратное опрыскивание 0.15% раствором исследуемых препаратов позволило предотвратить распространение болезни.



Рис. 2. Очаг болезни. Сеянцы сосны обыкновенной, пораженные возбудителями фузариоза (послевсходовая стадия болезни)
Fig. 2. The Hearth of the Disease. Scotch Pine Seedlings, Caused by Damping-off Agents. (Post-Germination Stage of the Disease)

На конец эксперимента были получены такие данные по сохранности (таблица 3): по сравнению с контролем в эталонном варианте здоровых сеянцев было существенно больше.

Таблица 3
Скрининг эффективности новых протравителей в условиях закрытого грунта

Table 3

Effectivity Testing of New Fungicides in Greenhouses

Препарат	Доза л/т; г/кг	Сохранность		t _{контроль}	t _{эталон}	Хозяйственная эффективность, %
		M±m	%			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Виал ТТ Тебуконазол+тиабендазол; ЗАТ Фирма Август, Россия	0.2	76.4±14.70	39.0	1.86**	2.97**	-38.2
	0.4	92.2±14.81	46.4	0.85**	2.02**	-14.5
	0.8	95.6±9.64	42.2	0.062**	2.43**	-10.5
Винцит Флутриафол+тиабендазол; Дания	2.0	165.1±5.55	75.7	0.60**	3.88**	36.0
	3.0	138.5±6.30	56.1	0.30	1.16	23.8
	4.0	152.1±7.55	59.9	0.30	2.06**	30.6
Дерозал Карбендазим; «Bayer CropScience», Германия	0.7	131.8±12.70	52.0	0.11	0.35	19.9
	1.5	163.2±8.14	71.5	0.43	3.17**	35.3
	3.0	154.4±11.30	79.1	0.25	2.00**	31.6
Дивиденд Стар Дифконазол+ципроконазол; Швейцария	2.0	168.9±5.50	68.8	0.64**	4.28**	37.5
	3.0	183.1±7.45	71.5	0.63**	5.09**	42.3
	4.0	197.4±7.30	70.7	0.75**	6.43**	46.5
Колфуго Супер Карбендазим; «Агро-Кеми Кфт.», Украина	1.5	78.2 ±6.35	35.9	0.25	4.63**	-35.0
	3.0	101.8±8.90	41.7	0.03	2.03**	-3.7
	6.0	125.2±7.78	49.8	0.15	0.11	15.7
Лоспел Тетраконазол; фирма «Изагро»	0.6	85.8±4.84	39.4	0.22	4.24**	-23.1
	1.2	79.8±8.14	32.8	0.19	4.02**	-32.3
	2.4	92.6±14.17	36.8	0.048	2.06**	-14.0
Максим Флудиоксонил+металаксил; Швейцария	2.0	144.1±6.60	64.8	0.34	1.67**	26.7
	3.0	145.0±7.70	59.4	0.31	1.64**	27.2
	4.0	182.7±5.75	67.2	0.76**	5.56**	42.2
Превикур Промокарб гидрохлорид; Швейцария	2.0	165.3±6.30	58.7	0.55**	3.74**	36.1
	3.0	201.7±4.10	67.0	1.13**	8.15**	47.6
	4.0	227.2±7.40	74.4	0.99**	9.08**	53.5
Раксил, 6% Тебуконазол; Германия	2.0	140.4±7.0	50.0	0.30	1.29**	24.8
	3.0	132.4±7.0	46.8	0.23	0.6*	20.2
	4.0	147.7±5.85	49.4	0.41	2.10**	28.5
Суми-8 ФЛО Диниконазол; Япония	2.0	147.7±6.25	72.7	0.39	2.05**	28.5
	3.0	167.3±7.35	68.5	0.50*	3.69**	36.9
	4.0	192.6±7.50	70.9	0.70**	5.93**	45.2
Контроль (дистиллят)	—	105.6±5.50	53.1		2.10**	
Эталон – Фундазол Беномил; Венгрия	6.0	126.4±8.27	55.1			16.5

Примечание: * – t_{0.05}=0.444; P=0.95; ** – t_{0.01}=0.561; P=0.99.



Такая же тенденция прослеживается и в большинстве опытных вариантов за исключением Виал ТТ, Лоспел (все концентрации) и минимальных доз Колфуго Супер. В процентном отношении здоровых сеянцев на конец эксперимента по сравнению с всходами сосны осталось 39.0–78.4%.

Лучшие показатели по сравнению с контрольным вариантом зафиксировано у вариантах с применением препаратов Дивиденд Стар, Превикур и Суми-8 ФЛО. В этих вариантах показатель сохранности в 1.4–2.2 раза превышал контроль.

Равными по эффективности эталону выступили препараты Колфуго Супер при максимальной концентрации и Реал (при минимальной и средней концентрации). Лучшие показатели были отмечены в вариантах с применением Дивиденд Стар, Максим, Превикур и Суми-8 ФЛО. У вариантах, где семена протравливались Раназолом, Лоспел и Виалом здоровых сеянцев осталось существенно меньше по сравнению с эталоном.

Большая часть выращенного посадочного материала к концу вегетационного периода достигла стандартных размеров (табл. 4).

Таблица 4

Выход стандартных сеянцев под влиянием изучаемых фунгицидов

Table 4

Standard Seedlings Output under the Influence of Certain Fungicides

Вариант	Количество стандартных сеянцев, %	$t_{\text{контроль}}$	$t_{\text{эталон}}$	Высота надземной части, см	Длина корней, см	Диаметр корневой шейки, мм
				$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$
Виал	94.6	0.263**	0.519**	17.178±0.384***	19.264±0.508***	2.35±0.069***
Винцит	88.6	0.758**	0.377**	16.226±0.372***	18.484±0.516***	2.26±0.012***
Дерозал	80.2	0.665**	0.181**	16.924±0.389***	17.758±0.551***	2.40±0.079***
Дивиденд Стар	93.8	1.22**	0.839**	16.354±0.332***	19.336±0.487***	2.20±0.009***
Колфуго Супер	87.4	0.422**	0.325**	14.988±0.450***	20.330±0.512***	2.30±0.081***
Лоспел	86.6	0.530**	1.224**	16.16±0.386***	19.356±0.597***	2.60±0.071***
Максим	81.6	0.890**	0.537**	14.852±0.324***	18.442±0.511***	2.10±0.009***
Превикур	90.2	1.220**	0.899**	15.454±0.344***	18.560±0.569***	2.10±0.016***
Раксил, 6%	88.4	0.686**	0.305**	14.786±0.318***	19.242±0.412***	2.10±0.009***
Раназол	84.6	0.228**	0.427**	13.144±0.353***	21.646±0.539**	2.60±0.097***
Реал	82.3	0.730**	0.438**	14.234±0.312***	19.088±0.563***	2.20±0.031***
Суми-8 ФЛО	85.0	1.058**	0.684**	16.338±0.286***	22.622±0.527***	2.00±0.016***
Контроль	90.9		0.524**	7.340±0.177**	17.272±0.664**	1.70±0.05**
Эталон (Фундазол)	95.5			9.094±0.180	19.056±0.751	1.81±0.043

Примечание: $t_{0.05}=0.138$; $P=0.95$; $t_{0.01}=0.181$; $P=0.99$; * – достоверно на уровне контрольного варианта; ** – достоверно на уровне эталона; *** – достоверность разницы статистически подтверждена на уровне $P_{0.95}$ контрольного и эталонного вариантов.

Несмотря на некоторую загущенность посевов в вариантах Дивиденд Стар и Превикур (при всех концентрациях), Максим и Суми-8 ФЛО (при максимальных концентрациях препаратов), выход стандартных сеянцев в опытных вариантах был в пределах 80.2–94.6% от здоровых сеянцев.

Сеянцы, обработанные препаратами, имели также и большие весовые показатели по сравнению с контрольным вариантом, где семена сосны ничем не обрабатывались (табл. 5). Объясняется это тем, что такие сеянцы были лучше защищены от патогенов и смогли нарастить большую биомассу на конец эксперимента. Поскольку исследуемые протравители имеют жидкую консистенцию, что обеспечило более равномерное покрытие поверхности семян, по сравнению с фундазолом, который выпускается в виде порошка. Весовые показатели посадочного материала сосны в опытных вариантах превышают биомассу сеянцев эталонного варианта.

Во всех вариантах опыта биомасса выращенных сеянцев существенно превышала весовые показатели сеянцев контрольного и эталонного вариантов.

Как показало соотношение надземной части и корней весь выращенный посадочный материал сосны рекомендуется высаживать в бедных условиях (например, А₁ и В₁).

Чтобы избежать появления резистентности у возбудителя болезни, препараты следует чередовать. Протравливание семян следует проводить одним из перечисленных препаратов, а опрыскивание всходов – другим из предложенных протравителей. Ориентировочная схема ротации протравителей приведена в таблице 6.



Таблица 5

Потенциальная жизнеспособность сеянцев сосны в опытных посевах

Table 5

Potential Viability of Scotch Pine Seedlings in Experimental Sowings

Вариант	Весовые показатели, г			Соотношение надземной массы к подземной
	Масса надземной части	Масса корневой части	Средняя масса сеянца	
Виал	0.995±0.070**	0.242±0.020**	1.237±0.090**	4.1:1
Винцит	0.574±0.034**	0.217±0.024**	0.791±0.060**	2.7:1
Дерозал	1.080±0.090**	0.258±0.026**	1.336±0.110**	4.2:1
Дивиденд Стар	0.584±0.027**	0.198±0.006**	0.782±0.032**	2.9:1
Колфуго Супер	0.963±0.080**	0.224±0.030**	1.187±0.100**	4.3:1
Лоспел	1.170±0.060**	0.252±0.020**	1.422±0.070**	4.6:1
Максим	0.625±0.029**	0.220±0.009**	0.845±0.036**	2.8:1
Превикур	0.720±0.062**	0.166±0.016**	0.886±0.078**	4.3:1
Раксил	0.487±0.037**	0.128±0.031**	0.615±0.032**	3.8:1
Раназол	1.270±0.100**	0.386±0.030**	1.653±0.120**	3.3:1
Реал	0.586±0.072**	0.198±0.030**	0.784±0.084**	3.0:1
Суми-8 ФЛО	0.525±0.033**	0.218±0.008**	0.743±0.042**	2.4:1
Контроль	0.461±0.030**	0.122±0.010**	0.583±0.040**	3.8:1
Эталон (Фундазол)	0.475±0.030	0.132±0.010	0.607±0.040**	3.6:1

Примечание: $t_{0.05}=0.138$; $P=0.95$; $t_{0.01}=0.181$; $P=0.99$; * – достоверно на уровне контроля; ** – достоверно на уровне эталонного варианта.

Таблица 6

Схема ротации фунгицидов

Table 6

Fungicides Alternation Chart

Год обработки	Протравливание семян	Профилактическое опрыскивание всходов	Истребительное опрыскивание посевов
1-й	Дивиденд Стар	Суми-8 ФЛО	Дерозал
2-й	Фундазол	Раксил 6%	Реал
3-й	Винцит	Максим	Дивиденд Стар

Заключение

При изучении эффективности 12 протравителей в контролируемых условиях и в условиях открытого грунта 8 из них (Винцит, Дивиденд Стар, Дерозал, Максим, Превикур, Раксил 6%, Реал и Суми-8 ФЛО) имеют дальнейшую перспективу. Для лучшей защиты всходов сосны обыкновенной препараты Винцит, Дерозал, Максим, Раксил 6% и Реал следует применять при максимальной концентрации. Фунгициды Дивиденд Стар, Превикур и Суми-8 ФЛО оказались эффективными при всех исследуемых концентрациях.

Обработка семян этими препаратами повышала грунтовую всхожесть, способствовала большему выходу стандартного посадочного материала.

Результаты исследований свидетельствуют, что для защиты сеянцев сосны от поражения фузариозом определенную перспективу имеют препараты Винцит, Дивиденд Стар, Дерозал, Максим, Превикур, Раксил 6%, Реал и Суми-8 ФЛО. Препараты Винцит, Дерозал, Максим, Раксил 6% и Реал. Их следует применять при максимальной концентрации. Фунгициды Дивиденд Стар, Превикур и Суми-8 ФЛО оказались эффективными при всех исследуемых концентрациях.

Список литературы

References

1. Билик М.О., Євтушенко М.Д., Марютін Ф.Н. та ін. 2005. Захист злакових і бобових культур від шкідників, хвороб і бур'янів. Харків, Еспада. 672.
Bilyk M.O., Jevtushenko M.D., Marjutin F.N. et al. 2005. Zahyst zlakovyh i bobovyh kul'tur vid shkidnykiv, hvorob i bur'janiv [Protection of cereal and legume crops from pests, diseases and weeds]. Kharkiv, Espada, 672.
2. Вакулюк П.Г., Самоплавський В.І. (ред.). 1998. Лісовідновлення та лісорозвнення в рівнинних районах України. Фастів, Поліфаст, 508.
Vakuljuk P.G., Samoplavskij V.I. (red.). 1998. Lisovidnovlennja ta lisorozvnenja v rivninnih rajonah Ukraini [Reforestation and lisorozvnenja in lowland areas of Ukraine]. Fastiv, Polifast, 508.



3. Доповнення до переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання на Україні. 2014. К., Юнівест Медіа: 204–232.

Dopovnennja do pereliku pesticidiv ta agrohimikativ, dozvolenih do vikoristannja na Ukraïni. 2014. [Additions to the list of pesticides and agrochemicals permitted for use in Ukraine]. Kiev, Junivest Media: 204–232.

4. Доспехов В.А. 1985. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 351.

Dosphehov V.A. 1985. Methods of field experience. Moscow, Agropromizdat, 351.

5. Койшибаев М.К. 1996. Еще раз о протравливании семян. Защита и карантин растений, (9): 10–12.

Kojshibaev M.K. 1996. Once again on the seed dressing. Zashhita i karantin rastenij, (9): 10–12.

6. Монастырский О.А. 1996. Токсины фитопатогенных грибов. Защита и карантин растений, (3): 12–14.

Monastyrskij O.A. 1996. Toxins of harmful fungi. Zashhita i karantin rastenij, (3): 12–14.

7. Монастырский О.А. 1998. Рост биоразнообразия вредных организмов как следствие внедрения сортов интенсивного типа (на примере грибов рода *Fusarium*). Пушино: 26–32.

Monastyrskij O.A. 1998. Rost bioraznoobrazija vrednyh organizmov kak sledstvie vnedrenija sortov intensivnogo tipa (na primere gribov roda *Fusarium*) [Height of biodiversity as a result of pest introduction of varieties of intensive type (for example, fungi of the genus *Fusarium*)]. Pushhino: 26–32.

8. Райло А.И. 1950. Грибы рода фузариум. М., Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 415.

Rajlo A.I. 1950. Griby roda fuzarium [Fungi of the genus *Fusarium*]. Moscow, Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel's'kohozjajstvennoj literatury, 415.

9. Редько Г.И. 1983. Биоэкологические основы выращивания сеянцев сосны и ели в питомниках. М., Лесная промышленность, 61.

Red'ko G.I. 1983. Biojekologicheskie osnovy vyrashhivaniya sejancev sosny i eli v pitomnikah [Bioecological bases of cultivation of pine and spruce seedlings in nurseries]. Moscow, Lesnaja promyshlennost', 61.

10. Редько Г.И. 1996. Лесные питомники России. Вологда, АГТУ, 414.

Red'ko G.I. 1996. Lesnye pitomniki Rossii. Vologda [Forest nurseries Russia]. AGTU, 414.

11. Рябинков В.А. 2004. Грибные болезни посадочного материала хвойных пород и их диагностические признаки. Лесохозяйственная информация: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, (8): 11–22.

Rjabinkov V.A. 2004. Fungal diseases of planting material of coniferous species and their diagnostic features. Lesohozjajstvennaja informacija: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut lesovodstva i mehanizacii lesnogo hozjajstva, (8): 11–22.

12. Синников А.С., Мочалов Б.А., Драчков В.Н. (ред.). 1982. Нормативы по выращиванию посадочного материала хвойных пород в условиях контролируемой среды в зональном разрезе. Архангельск, Архангельский институт леса и лесохимии, 23.

Sinnikov A.S., Mochalov B.A., Drachkov V.N. (red.). 1982. Normativy po vyrashhivaniju posadochnogo materiala hvojnyh porod v uslovijah kontroliruemoj sredy v zonal'nom razreze [Standards of planting stock of coniferous species in a controlled environment in the zonal section]. Arhangelsk, Arhangel'skij institut lesa i lesohimii, 23.

УДК 631.468

**СОСТАВ И СТРУКТУРА ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ В
СООБЩЕСТВАХ КОРЕННОЙ ТЕРРАСЫ ИРТЫША**

**THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF SOIL MESOFAUNA
IN COMMUNITIES OF INDIGENOUS TERRACE OF THE IRTYSH**

Е.В. Сергеева
E.V. Sergeeva

*Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Россия, 626150, г. Тобольск, ул. академика Осипова, 15
Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 15, Osipov St, Tobolsk, 626150,
Russia*

E-mail: elenatbs@rambler.ru

Ключевые слова: мезофауна, коренная терраса, почвенные беспозвоночные, Западная Сибирь, южная тайга.

Key words: mesofauna, indigenous terrace, soil invertebrates, Western Siberia, southern taiga.

Аннотация. В работе представлены многолетние данные состава, структуры и распределения почвенных беспозвоночных в трех сообществах коренной террасы р. Иртыш. Мезофауна биотопов отличается высоким таксономическим и функциональным разнообразием, характерным для подзоны южной тайги Западной Сибири.

В ряду исследованных сообществ показатели средней численности и биомассы беспозвоночных варьировали в 2–2.5 раза. Везде в основу животного населения входили олигохеты (18–50%), жесткокрылые (18–53%) и личинки двукрылых (9–54%). Величина массы определялась, преимущественно, дождевыми червями (73–86%) и насекомыми (10–24%).

Определяющими факторами организации и пространственного распределения животного населения, являются, главным образом, ценозообразующая растительность, гидротермический режим почвы и наличие в сообществе необходимых пищевых ресурсов. Так, в елово-пихтовом лесу преобладали обитатели подстилки, концентрирующиеся в мощном зеленомошном покрове. В то же время здесь отмечено снижение плотности дождевых червей и многоножек-землянок. В мелколиственном лесу, отличающимся большим запасом мертвого органического растительного материала, зарегистрирована более высокая численность беспозвоночных-деструкторов с преобладанием сапротрофных личинок мух и олигохет. Состав и структура других почвенных беспозвоночных березняка занимали промежуточное положение, проявляя одновременно черты зонального хвойного и лугового сообществ. На разнотравном лугу по всем количественным показателям доминирующую позицию занимали олигохеты и жуки, представленные, преимущественно, герпетобионтными формами. Кроме того, флористическое богатство биотопа определило наиболее высокое обилие фитофагов.

Resume. The paper presents long-term data of the composition, structure and distribution of soil invertebrates in the southern taiga subzone of Western Siberia. The research was conducted in three indigenous communities of the terrace of the Irtysh river, located in close proximity to each other, but differing in vegetation composition. Inventories of soil mesofauna were performed by the method of manual disassembly of soil samples and by weighing of live invertebrates on a torsion balance. Over the study period (2006–2011) at each site selected 80 samples.

Mesofauna of the studied habitats is of high taxonomic and functional diversity, and identified groups of invertebrates are heterogeneous in composition, spectral power distribution in the soil profile, quantitative indicators and level of dominance. In a series of researched biotopes the average number and biomass of invertebrates varied in 2–2.5 times. In all communities the basis of the animal population were Oligochaeta – 18–50%, Coleoptera – 18–53% and the larvae of Diptera – 9–54%. Almost everywhere in the composition of dominants included Aranei – 3–9%. Important role in the structure of mesofauna forests is played by Lithobiidae and Mollusca, and on the meadow by Geophilidae and caterpillars (Lepidoptera).

The mass value was determined, mainly, for Lumbricidae, which accounted for between 73 and 86% of the total mass of mesofauna. High levels were observed in insects (10–24%).

The determining factors of the organization and spatial distribution of the animal population are mainly of plant community composition, hydrothermal regime of the soil and presence in the community of the necessary food resources.

In spruce powerful moss cover and a low rate of mineralization of pine needles and cones contributed to the creation of favourable conditions for the inhabitants of the litter, among which prevailed Aranei, Lithobiidae, Staphylinidae, Scirtidae. At the same time, these factors were limiting or restricting the spatial distribution of Lumbricidae and Geophilidae.

Birch-aspen forest, distinguished by a large supply of dead organic plant material was characterized by high abundance of invertebrates, decomposers, among which dominated Oligochaeta and especially primary destroyers of leaf litter – larvae of Diptera.

In the meadow on all quantitative indicators has been dominated by the Oligochaeta. Relatively high numbers were observed in beetles, represented mainly by terrestrial forms. Floristic richness of grasslands resulted in higher abundance of Lepidoptera, Cicadinea and Orthoptera. At the same time, compared with forest communities, the role of larvae Diptera is significantly decreased.



Введение

Район исследования находится в подзоне южной тайги Западной Сибири, где зональным типом растительности являются южно-таежные группировки со сложным сочетанием хвойных и лиственных пород, расположенных на поверхности коренной террасы р. Иртыш. Напочвенный покров травянистый или зеленомошный. Большая часть коренных лесов южной тайги истреблена пожарами и рубками, а значительные площади в настоящее время покрыты производными лесами, находящимися на разных стадиях восстановительной сукцессии. Естественные травянистые фитоценозы встречаются в поймах рек, реже на склонах террас. На поверхности террасы они представлены разновозрастными залежами, находящимися на сукцессионных стадиях различного генезиса [Бачурин, Нечаева, 1975].

Изучение структуры населения почвенных беспозвоночных естественных и антропогенно-модифицированных местообитаний имеет важное значение при оценке изменений окружающей среды и экологическом прогнозировании. В биоиндикационном методе особенно значимую роль почвенные беспозвоночные (мезофауна), легко учитываемые путем ручной разборки почвенных проб.

Первые исследования почвенной мезофауны южной тайги Западной Сибири проводились более 20 лет назад и были посвящены, как правило, зонально-климатическим особенностям их распределения [Стриганова, Порядина, 2005]. Выявленное нами более высокое обилие беспозвоночных противоречит ранее проведенным исследованиям. Скорее всего, это связано с разностями в растительном составе сообществ и различиями в методике сбора материала, однако в тоже время нельзя исключить временную и пространственную изменчивость животного населения почв.

Объекты и методы исследования

Исследования состава и структуры почвообитающих беспозвоночных проведены в трех сообществах, занимающих одну позицию в рельефе (коренная терраса Иртыша) и расположенных в непосредственной близости друг от друга, но принципиально отличающихся растительным составом. Тем самым, было исключено (сведено к минимуму) влияние погодных условий и эдафических факторов на организацию и распределение животного населения почв. Ниже приводится описание исследованных сообществ.

Елово-пихтовый зеленомошно-кисличный лес на коренной террасе Иртыша, рельеф ровный. Сомкнутость древостоя 0.8–0.9. Подрост разреженный. Подлесок из шиповника, рябины, жимолости, березы. Проективное покрытие зеленых мхов 40%. Из 38 видов доминирует кислица. Почва серая лесная умеренно длительно промерзающая со вторым гумусовым горизонтом высококовскающая мощная на карбонатных лессовидных суглинках. Подстилка преимущественно из хвои и шишек, толщиной до 4 см.

Березово-осиновый высокотравный лес на коренной террасе Иртыша, рельеф ровный. Сомкнутость крон 0.8. Подрост из пихты и сосны, подлесок – липа, черемуха, смородина, шиповник, жимолость и др. Проективное покрытие травянистого яруса 50%. Из 54 видов доминирует сныть обыкновенная. Почва серая лесная грунтово-глеватая со вторым гумусовым горизонтом мощная на карбонатных лессовидных суглинках. Подстилка из листьев осины, до 2 см.

Суходольный разнотравный луг на коренной террасе Иртыша, рельеф ровный. Используется в качестве сенокоса. Древесные виды представлены всходами и стелющимися формами. Проективное покрытие 95%. Из 34 видов доминирует полевица гигантская. Почва светло-серая лесная умеренно-длительно промерзающая слабосмытая легко-среднесуглинистая на карбонатных лессовидных суглинках. Подстилка представлена незначительным слоем ветоши.

Количественные учеты почвенной мезофауны проводили методом ручной разборки почвенных проб площадью $1/16 \text{ м}^2$ ($25 \times 25 \text{ см}$) в лабораторных условиях. В основу анализа легли среднемноголетние показатели численности и массы беспозвоночных, основанные на результатах осенних раскопок 2006–2011 гг. и сезонных учетов (весна, лето, осень) 2006 и 2011 гг. Всего за период исследования на каждом участке отобрано по 80 проб, общий объем материала составил более 15 тыс. экземпляров беспозвоночных. Массу живых мезопедобионтов определяли взвешиванием на торсионных весах. Измерение температуры почвы проводили терморегистраторами (логгерами) DS 1921 G-F5 на глубине 5 см – самого населенного беспозвоночными горизонта почвы.

Результаты и обсуждение

В ряду исследованных биотопов среднемноголетние показатели численности мезопедобионтов изменялись от 718 до 1514 экз./ м^2 (табл.). Во всех сообществах основу

животного населения составляли олигохеты (Oligochaeta) – 18-50%, жуки (Coleoptera) – 18-53% и личинки мух (Diptera) – 9-54%. Почти везде в состав доминантов входили пауки (Aranei) – 3-9%.

Таблица

Состав и численность (среднее±ошибка, экз./м²) почвенной мезофауны в сообществах коренной террасы Иртыша

Table

The composition and abundance (mean±standart error, specimens/m²) soil mesofauna in indigenous communities the terrace of the Irtysh

Беспозвоночные	Исследованные сообщества		
	ЕПЛ	БОЛ	СРЛ
OLIGOCHAETA	130.5±48.4	280.0±52.7	450.5±144.6
Enchytraeidae	91.5±38.5	130.0±31.9	342.5±129.6
Lumbricidae	39.0±11.3	150.0±31.8	108.0±27.9
MOLLUSCA	15.0±5.5	24.0±5.6	6.0±4.5
ARACHNIDA	53.5±6.5	44.0±2.9	82.5±14.3
Opiliones	<1.0	<1.0	0.0
Aranei	53.5±6.5	44.0±2.9	82.5±14.3
CHILOPODA	25.0±4.7	34.0±4.4	28.0±5.8
Lithobiidae	23.0±3.8	27.0±4.3	0.0
Geophilidae	2.0±1.3	7.0±1.1	28.0±5.8
ORTHOPTERA	0.0	0.0	1.0±0.3
COCCINEA	<1.0	2.0±0.6	<1.0
CICADINEA	10.0±2.8	<1.0	11.0±3.1
HETEROPTERA	12.5±5.0	25.0±6.8	19.0±5.5
COLEOPTERA	383.0±63.5	282.0±33.0	209.0±11.1
Carabidae, i+l	24.0±3.3	18.0±3.5	37.5±6.3
Staphylinidae, i	197.5±43.2	88.0±13.0	60.5±10.7
Pselaphidae, i	2.5±1.1	1.0±0.4	<1.0
Scarabaeidae, i+l	0.0	<1.0	8.0±3.4
Scirtidae, i	81.0±31.0	38.0±17.5	<1.0
Byrrhidae, i+l	0.0	0.0	4.0±0.5
Cantharidae, l	6.0±1.0	22.0±4.0	3.0±1.5
Elateridae, i+l	9.5±1.3	33.0±3.0	21.5±3.2
Lathridiidae, i	1.0±0.5	<1.0	5.5±1.5
Lagriidae, l	2.0±1.0	0.0	14.0±6.3
Chrysomelidae, i+l	1.0±0.5	3.0±1.3	3.0±1.1
Curculionoidea, i+l+p	51.0 ±6.5	71.0 ±17.0	43.0 ±9.1
Прочие жуки	8.0±2.2	7.0±1.5	8.0±2.3
HYMENOPTERA	<1.0	<1.0	<1.0
LEPIDOPTERA	3.5±0.8	2.0±0.8	15.5±2.9
DIPTERA	83.0±14.5	820.0±458.0	82.0±35.4
Bibionidae	21.5±11.4	138.0±110.8	0.0
Tipulidae	5.5±0.8	1.0±0.3	6.5±3.1
Dolichopodidae	13.5±3.1	15.5±3.2	8.0±2.7
Empididae	8.0±1.6	5.0±2.2	3.5±1.5
Sciaridae	10.0±5.0	608.5±465.1	36.0±25.1
Подотряд В.-Cyclorrhapha	16.0±5.0	46.0±24.0	20.0±9.7
Прочие двукрылые	8.5±2.7	6.0±1.6	8.0±2.3
Всего	718.0±78.1	1514.0±455.4	905.0±171.7

Примечание. Исследованные сообщества: ЕПЛ – елово-пихтовый лес, БОЛ – березово-осиновый лес, СРЛ – суходольный разнотравный луг. Для жуков приведены учитываемые стадии развития: i – имаго, l – личинка, p – куколка.

Пространственное распределение и плотность популяций олигохет зависит от ряда факторов, главным из которых является влажность среды обитания [Курт, 1961; Abrachamsen, 1972; Стриганова, 1980, 1985]. В почве их распределение отличается высокой мозаичностью, что определено, главным образом, перепадами влажности.

В сообществах коренной террасы олигохеты были представлены энхитреидами (Enchytraeidae) и дождевыми червями (Lumbricidae). Максимальный показатель численности первых зарегистрирован на разнотравном лугу, что обусловлено значительными межгодовыми



и сезонными колебаниями их плотности. В лесах, где, сомкнутость крон обеспечивала наиболее стабильную и выровненную влажность почвы, динамика их численности была менее выражена, а количество ниже в 2.5–3.5 раза.

Дождевые черви преобладали в мелколиственном и луговом сообществах – в местообитаниях с высоким запасом органического материала (листовой опад, травяная ветошь).

В елово-пихтовом лесу их численность была существенно ниже, что очевидно, связано с дефицитом пищевых ресурсов. Известно, что значительное содержание в хвое фенолов, смол и воска является препятствием для ее потребления многими беспозвоночными-сапрофагами. Кроме того, лимитирующим фактором для люмбрицид ельника может являться промерзание почвы в зимний период до -7.5°C , против -2.5°C в березняке и -6°C на лугу.

Численность жуков изменялась в пределах от 209 до 383 экз./м². На фоне достаточно высокого таксономического разнообразия (30 семейств), в каждом биотопе доминировали не более 5 семейств. Общими для всех являлись жужелицы (Carabidae) – 6–18%, стафилиниды (Staphylinidae) – 30–52% и долгоносикообразные жуки (Curculionoidea) – 13–25%.

Во всех сообществах отмечены личинки и имаго жужелиц, биотопическое распределение которых было крайне неравномерным [Сергеева, 2014]. В лесах, особенно в березово-осиновом, преобладали личинки, на долю которых приходилось до 78%. В то время как на лугу преобладали взрослые особи (55%). Такая же тенденция наблюдалась и у долгоносикообразных жуков, однако их общая численность была существенно выше. В ельнике и березняке ювенильные стадии (личинки, куколки) долгоносиков составляли 81 и 86% соответственно, против 40% на лугу.

Абсолютными доминантами во всех биотопах являлись стафилиниды, за счет высокого видового разнообразия [Бухкало и др., 2012]. Их максимальное обилие в хвойном лесу связано, прежде всего, с наличием хорошо развитого зеленомошного покрова выступающего в роли благоприятной среды обитания и местом зимовки. Доказательством последнего, является многократное увеличение их численности в осенний период [Сергеева, 2011, 2012].

Постоянными обитателями лесных сообществ являлись трясиныки (Scirtidae). Жуки характеризовались массовыми вспышками численности и встречались только в осенних учетах. Их пространственное распределение, также как и у стафилинид, обусловлено наличием хорошо сформированного органогенного горизонта, обеспечивающего оптимальные условия для зимовки [Сергеева, 2011].

В местообитаниях с развитым травяным покровом большую роль играли щелкуны (Elateridae), представленные, главным образом, личинками. В хвойном лесу их количество было в несколько раз ниже.

Достаточно высокой плотности в мелколиственном сообществе достигали личинки мягкотелок (Cantharidae), а в луговом – мохнаток (Lagriidae). Кроме того, только на лугу отмечены пилюльчики (Byrrhidae), а в пробах почти всегда присутствовали пластинчатоусые жуки (Scarabaeidae), что, очевидно, связано с наибольшей теплообеспеченностью почвы. Так, сумма положительных (выше 10°C) температур луга в среднем составляет 1905°C , тогда как в лесах она не превышает 1126°C .

В сравниваемых сообществах количество личинок мух изменялось в широких пределах. Такие флуктуации были вызваны, прежде всего, существенными колебаниями личинок *Bibionidae* и *Sciaridae*, нередко образующих в почве многочисленные колонии и характеризующиеся массовыми вспышками численности [Кривошеина, Кривошеина, 2014]. Наиболее высокие показатели их плотности наблюдались в березово-осиновом лесу. Биотопическое распределение представителей этих семейств зависело, главным образом, от количества и качества пищевых ресурсов. Для первичных разрушителей органики наиболее привлекательным и усвояемым является опад мелколиственных пород. В таких местообитаниях деятельность сапрофильных двукрылых имеет большое функциональное значение [Стриганова, 1980]. Участие *Sciaridae* в организации животного населения хвойного и лугового сообществ было заметно меньше, а отсутствие на разнотравном лугу *Bibionidae* еще раз доказывает их пищевую избирательность.

Кроме перечисленных мух в почвах сообществ коренной террасы отмечено еще не менее 8 семейств, среди которых необходимо отметить *Tipulidae*, *Dolichopodidae*, *Empididae* и подотряд круглошовных мух (*B.-Cyclorhapha*).

В состав доминантов хвойного и лугового сообществ вошли пауки, составляя 7 и 9% всей мезофауны соответственно. В березово-осиновом лесу на фоне других групп они были менее представительны, однако средняя плотность их популяций была сопоставима с таковой ельника.

Немаловажную роль в структуре мезофауны лесов играли многоножки-костянки (*Lithobiidae*) и моллюски (*Mollusca*) зависящие от влагоудерживающей способности подстилки.

Разнотравный луг характеризовался достаточно высоким обилием (более 3%) многоножек-землянок (Geophilidae), предпочитающих на исследуемой территории открытые, хорошо прогреваемые местообитания [Сергеева, 2013]. Постоянным компонентом почв луга являлись гусеницы (Lepidoptera).

Специфичной чертой лесных биотопов можно считать присутствие сенокосцев (Opiliones), на лугу – прямокрылых (Orthoptera), однако их численность была незначительной и, таким образом, не влияла на общую структуру животного населения.

Биомасса почвенной мезофауны варьировала от 15 (ельник) до 44 (березняк) г/м². На лугу она составляла 38 г/м². Величину массы определяли, главным образом, дождевые черви, на долю которых приходилось от 73 до 86% всей зоомассы. Кроме них основу массы в сообществах составляли насекомые (10–24%), среди которых доминировали жуки и личинки мух. В лесах по массе в равной степени преобладали жужелицы, стафилиниды, щелкуны и личинки долгоносиков. На разнотравном лугу высокие показатели были обусловлены, главным образом, крупноразмерными представителями пластинчатоусых жуков. У двукрылых значимую роль играли крупные личинки Tipulidae (ельник, луг) и многочисленные Bibionidae и Sciaridae (березняк). Существенный вес имели личинки и pupарии круглошовных мух.

В мелколиственном сообществе высокой массы (1.4 г/м²) достигали моллюски.

Заключение

Таким образом, исследованные сообщества коренной террасы Иртыша характеризуются достаточно высоким таксономическим и функциональным разнообразием почвенной мезофауны, характерным для сообществ южной тайги Западной Сибири [Стриганова, Порядина, 2005]. Определяющими факторами организации и пространственного распределения животного населения являются главным образом, ценообразующая растительность, гидротермический режим почвы и наличие в сообществе необходимых пищевых ресурсов.

Во всех исследованных сообществах основу населения составляли одни и те же доминирующие группы, но их доля в структуре мезофауны значительно варьировала.

В ельнике мощный зеленомошный покров и низкая скорость минерализации хвои и шишек способствовали созданию благоприятных условий для обитателей подстилки, среди которых преобладали пауки, косянки, стафилиниды, трясиныки. В тоже время эти факторы являлись лимитирующими или ограничивающими пространственное распространение дождевых червей и многоножек-землянок.

Березово-осиновый лес, отличающийся большим запасом мертвого органического растительного материала характеризовался высокой численностью беспозвоночных-деструкторов, среди которых преобладали олигохеты и особенно первичные разрушители листового опада – личинки мух. Состав и структура других почвенных беспозвоночных занимали здесь промежуточное положение, проявляя одновременно черты зонального хвойного и лугового сообществ.

На разнотравном лугу по всем количественным показателям доминирующую позицию занимали олигохеты. Достаточно высокие значения численности наблюдались и у жуков, представленных главным образом, герпетобионтными формами. Флористическое богатство луга определило более высокое обилие фитофагов – гусениц, цикад и прямокрылых. В тоже время, по сравнению с лесными сообществами, здесь значительно снижалась роль личинок сапротрофных двукрылых.

Благодарности

Автор признательна сотрудникам, коллегам лаборатории экологии растений и животных в зоне рискованного земледелия (ТКНС УрО РАН, Тобольск) С.П. Бухкало, Д.Е. Галичу, Н.В. Важениной за помощь в отборе материала и разборке почвенных проб, Н.Г. Ильминских – за геоботаническое описание площадок.

Список литературы References

1. Бачурин Г.В., Нечаева Е.Г. 1975. Южная тайга Прииртышья: Опыт стационарного исследования южнотаежных топогеосистем. Новосибирск, Наука, 248.
Bachurin G.V., Nechaeva E.G. 1975. Juzhnaja tajga Priirtysh'ja: Opyt stacionarnogo issledovaniya juzhnotaezhnyh topogeosistem [South taiga Irtysh Experience stationary study topogeosistem southern taiga]. Novosibirsk, Nauka, 248. (in Russian)



2. Бухкало С.П., Сергеева Е.В., Семенов В.Б. 2012. Фауна жуков-стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) центральной части южной тайги Западной Сибири. Евразийский энтомологический журнал, 11 (4): 343–353.

Buhkalo S.P., Sergeeva E.V., Semenov V.B. 2012. Rove-beetle fauna (Coleoptera, Staphylinidae) of the central part of the southern taiga in West Siberia. Evrazijskij entomologicheskij zhurnal [Eurasian Entomological Journal], 11 (4): 343–353. (in Russian)

3. Кривошеина М.Г., Кривошеина Н.П. 2014. Вспышки массового размножения почвенных двукрылых: природное или антропогенное явление? В кн.: Проблемы почвенной зоологии. Материалы XVII Всероссийского Собрания по почвенной зоологии (г. Сыктывкар, 22–26 сентября 2014 г.). М., Т-во научных изданий КМК: 124–125.

Krivosheina M.G., Krivosheina N.P. 2014. Outbreaks of soil Diptera: natural or man-made phenomenon? In: Problemy pochvennoj zoologii. Materialy XVII Vserossijskogo Soveshhanija po pochvennoj zoologii (g. Syktyvkar, 22–26 sentjabrja 2014 g.) [Problems of Soil Zoology. Materials of XVII All-Russian Conference on Soil Zoology, dedicated to the 75th anniversary of Corresponding Member RAS D.A. Krivolutskaya (Syktyvkar, 22–26 September 2014)]. Moscow, T-vo nauchnyh izdanij KMK: 124–125. (in Russian)

4. Курт Л.А. 1961. Некоторые вопросы экологии почвенных малоцетинковых червей семейства Enchytraeidae. Зоологический журнал, 60 (11): 1625–1632.

Kurt L.A. 1961. Some of the environmental issues of soil oligochaete worms of the family Enchytraeidae. Zoologicheskij zhurnal [Russian Journal of Zoology], 60 (11): 1625–1632. (in Russian)

5. Сергеева Е.В. 2011. Межгодовая динамика почвенной мезофауны в долине Иртыша. В кн.: Проблемы почвенной зоологии. Материалы XVI Всероссийского собрания по почвенной зоологии (г. Ростов-на-Дону, 4–7 октября 2011 г.). М., Т-во научных изданий КМК: 113–115.

Sergeeva E.V. 2011. Interannual dynamics of soil mesofauna in the valley of the Irtysh river. In: Problemy pochvennoj zoologii. Materialy XVI Vserossijskogo soveshhanija po pochvennoj zoologii (g. Rostov-na-Donu, 4–7 oktjabrja 2011 g.) [Problems of Soil Zoology. Materials of XVI All-Russian Conference on Soil Zoology (Rostov-on-Don, 4–7 October, 2011)]. Moscow, T-vo nauchnyh izdanij KMK: 113–115. (in Russian)

6. Сергеева Е.В. 2012. Межгодовая динамика стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) в зональных сообществах долины Иртыша. В кн.: Структурно-функциональные изменения в популяциях и сообществах на территориях с разным уровнем антропогенной нагрузки. Материалы XII Международной научно-практической экологической конференции. Белгород, ИД «Белгород»: 192–194.

Sergeeva E.V. 2012. Interannual dynamics beetle (Coleoptera, Staphylinidae) in the zonal communities of the valley of the Irtysh river. In: Strukturno-funkcional'nye izmenenija v populacijah i soobshhestvah na territorijah s raznym уровнем antropogennoj nagruzki. Materialy XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi jekologicheskoi konferencii [Structural and functional changes in populations and communities with different level of anthropogenic load. Materials of the XII International scientific and practical environmental conference]. Belgorod, ID «Belgorod»: 192–194. (in Russian)

7. Сергеева Е.В. 2013. Биотопическое распределение и численность губоногих многоножек (Chilopoda) в сообществах долины Иртыша в Западной Сибири. Евразийский энтомологический журнал, 12 (6): 529–533.

Sergeeva E.V. 2013. Biotopical distribution and number of centipedes (Chilopoda) in Irtysh valley of West Siberia. Evrazijskij entomologicheskij zhurnal [Eurasian Entomological Journal], 12 (6): 529–533. (in Russian)

8. Сергеева Е.В. 2014. Распределение почвообитающих личинок жесткокрылых в сообществах коренной террасы Иртыша. В кн.: Проблемы почвенной зоологии. Материалы XVII Всероссийского Собрания по почвенной зоологии (г. Сыктывкар, 22–26 сентября 2014 г.). М., Т-во научных изданий КМК: 205–206.

Sergeeva E.V. 2014. The distribution of soil larvae of Coleoptera in the indigenous communities of the terrace of the Irtysh. In: Problemy pochvennoj zoologii. Materialy Vserossijskogo soveshhanija po pochvennoj zoologii [Problems of Soil Zoology. Materials of XVII All-Russian Conference on Soil Zoology, dedicated to the 75th anniversary of Corresponding Member RAS D.A. Krivolutskaya (Syktyvkar, 22–26 September 2014)]. Moscow, T-vo nauchnyh izdanij KMK: 205–206. (in Russian)

9. Стриганова Б.Р. 1980. Питание почвенных сапрофагов. М., Наука, 244.

Striganova B.R. 1980. Pitanie pochvennyh saprofavogov [The power of soil saprophages] Moscow, Nauka, 244. (in Russian)

10. Стриганова Б.Р. 1985. Функциональная характеристика сапрофильного комплекса почвенных беспозвоночных. В кн.: Разложение растительных остатков в почве. М., Наука: 24–37.

Striganova B.R. 1985. Functional characterization of saprotrophic complex soil invertebrates. In: Razlozhenie rastitel'nyh ostatkov v pochve [Decomposition of plant residues in the soil]. Moscow, Nauka: 24–37. (in Russian)

11. Стриганова Б.Р., Порядина Н.М. 2005. Животное население почв бореальных лесов Западно-Сибирской равнины. М., Т-во научных изданий КМК: 234.

Striganova B.R., Porjadina N.M. 2005. Zhivotnoe naselenie pochv boreal'nyh lesov Zapadno-Sibirskoj ravniny [The animal population of the boreal forest soils of the West Siberian plain]. Moscow, T-vo nauchnyh izdanij KMK: 234. (in Russian)

12. Abrachamsen G. 1972. Ecological study of Enchytraeidae (Olygochaeta) in Norwegian coniferous forest soils. Pedobiologia, 12: 26–82.

УДК 595.44

**ПАУКИ (ARANEI) ЗАПОВЕДНИКА «ПРИВОЛЖСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ»
(ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ). 3. УЧАСТОК «ВЕРХОВЬЯ СУРЫ»****SPIDERS (ARANEI) OF THE "PRIVOLZHSKAYA LESOSTEP'" NATURE
RESERVE (PENZA REGION, RUSSIA). 3. "VERKHOVYA SURY" SEGMENT****Н.Ю. Полчанинова
N.Yu. Polchaninova***Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Украина, 61022, г. Харьков, пл. Свободы, 4
V.N. Karazin Kharkiv National University, 4, Svobody Sq, Kharkiv, 61022, Ukraine**E-mail: polchaninova@mail.ru*

Ключевые слова: пауки (Aranei), инвентаризация фауны, заповедник «Приволжская лесостепь», Пензенская область.

Key words: spiders (Aranei), fauna inventory, 'Privolzhskaya Lesostep' Nature Reserve, Penza Region.

Аннотация. На настоящий момент в заповеднике «Приволжская лесостепь» зарегистрирован 221 вид пауков. На участке «Верховья Суры» обнаружено 97 видов из 15 семейств. 24 вида (24.5% видового состава) являются новыми для фауны заповедника, часть из них относится к редким и локально распространенным в европейской лесостепи видам (*Trochosa spinipalpis*, *Hygrolycosa rubrofasciata*, *Gnaphosa montana*, *Xerolycosa nemoralis*, *Acantholycosa lignaria*, *Impropantes geniculatus*). По видовому составу на участке преобладали семейства Lycosidae (25 видов, 25.8% фауны), Linyphiidae (23 вида, 24%), и Gnaphosidae (20 видов, 20.3%). В количественном отношении Lycosidae составляли более половины собранных пауков (57%), Gnaphosidae – 25.7%, Linyphiidae – 6.6%. Наибольшее видовое богатство пауков (40–43 вида) зафиксировано в открытых биотопах – в пойме ручья и на сосновых вырубках с низким травяным и древесным покрытием. В березниках и сосняках обнаружено 28–35 видов, на заросшей березой вырубке – 33 вида.

Resume. The article summarizes preliminary data on the spider fauna of the 'Verkhovya Sury' segment of the 'Privolzhskaya Lesostep' Nature Reserve. The segment is situated in the north-east of Penza Region at the border of the forest and forest-steppe zones. The material was sampled through pitfall-trapping in June-July 2004 and May-September 2005 in eight habitats: birch floodplain forest, pine forest near a grass-sedge bog, pine forest on the south-west facing slope to the river, three clear-cuttings with young pine-trees, or birch trees or bare soil with lichens and sagebrush, sandy bank of a brook, and a brook bank with meadow and marsh vegetation. A total of 2484 individuals relating to 97 species and 15 families were collected. Of them, 24 species (24.5%) were new to the 'Privolzhskaya Lesostep' Nature Reserve. Currently, 221 spider species are registered for the reserve's fauna. Some species found in the 'Verkhovya Sury' are rare for the European forest-steppe belt (*Trochosa spinipalpis*, *Hygrolycosa rubrofasciata*, *Gnaphosa montana*, *Xerolycosa nemoralis*, *Acantholycosa lignaria*, *Impropantes geniculatus*). Maximal spider species richness was registered in the open habitats, like clear cuttings and brook banks (40–43 species). Forest araneocomplexes as well as that of the overgrown clear cutting were poorer (28–35 species). The families Lycosidae (25 species, 25.8% of local fauna), Linyphiidae (23 species, 24%), and Gnaphosidae (20 species, 20.3%) were the most species-rich. In individual numbers, the Lycosidae made up more than a half of collected individuals (57%), the Gnaphosidae made up 25.8%, and the Linyphiidae accounted for 6.6%.

Введение

Мы продолжаем публикацию материалов по фауне и населению пауков заповедника «Приволжская лесостепь». В предыдущих статьях мы привели списки пауков участков «Островцовская степь» [Полчанинова, 2008] и «Борок» [Полчанинова, 2015]. На первом участке зарегистрировано 128 видов, на втором 140. Данная статья подводит итог начальному этапу изучения аранеофауны третьего участка заповедника – «Верховья Суры».

Материал и методы

Участок «Верховья Суры» расположен в самой высокой части Приволжской возвышенности на отроге Сурская Шишка в междуречье истока Суры и ее правого притока р. Час (53°17'–53°22' с.ш. и 46°44'–46°55' в.д.). Площадь участка составляет 6339 га, рельеф холмистый эрозионный. По участку протекают многочисленные ручьи, берущие начало в балках и оврагах с открытыми родниками. Болота занимают 52.3 га. Основным типом растительности являются различные по составу коренные сосновые леса, производные леса представлены березняками с примесью осины, липы и сосны, небольшие по площади коренные дубравы большей частью сменились производными осинниками [Добролюбова и др., 2002].



Сбор пауков проводился земляными ловушками в июне–июле 2004 и в мае–сентябре 2005 годов. В качестве ловушек были использованы на половину обрезанные 1,5–2-х литровые пластиковые бутылки, заполненные на одну треть 4% раствором формалина. В каждом биотопе было выставлено по 10 ловушек, за период исследования отловлено 2484 экз. половозрелых пауков. Материал собран зам. директора заповедника по НИР И.П. Лебяжинской.

Обследованы следующие биотопы: [1] березняк в пойме реки Сура; [2] старовозрастной сосняк (деревья до 100 лет) возле травяно-осокового болота (местное название – Журавлиное); [3] старовозрастной сосняк на юго-западном склоне на левом берегу Черной речки; [4] вырубка с подростом сосны и луговой растительностью на берегу р. Сура; [5] вырубка с открытым грунтом, полынью и лишайниками, там же; [6] вырубка, частично заросшая березой, частично с оголенной песчаной почвой на берегу ручья Пятимный (вырубки сформировались до заповедания участка, их возраст – 25–30 лет); [7] песчаный берег в нижнем течении ручья Пятимный; [8] там же, лугово-болотная растительность. Ручей впадает в реку Час, пойма его относительно широкая, поросшая березняком, с полосой частично заболоченного разнотравно-осокового луга.

В аннотированном списке новый вид для фауны заповедника «Приволжская лесостепь» отмечен звездочкой (*).

Результаты исследования

В результате исследований в «Верховьях Суры» обнаружено 97 видов пауков из 15 семейств. Так как сборы проводились только земляными ловушками, население пауков представлено преимущественно активными герпетобионтами, которые хорошо учитываются этим методом. Семейство Lycosidae насчитывало 25 видов (25.8% фауны), сем. Linyphiidae – 23 вида (24%), Gnaphosidae – 20 видов (20.3%). Три семейства (Salticidae, Thomisidae, Liocranidae) включали по 5 видов (5.2%), остальные – по 1-2 вида.

В количественном отношении преобладали Lycosidae (57% собранных пауков). Самый многочисленный на участке вид – *Pardosa alacris*, составлял 23.9% всех пауков и 40% особей этого семейства. За ним следовали *Trochosa terricola* (11.5%), *Piratula hygrophila* (4.7%) и *Xerolycosa nemoralis* (4.6% всех сборов). пауки семейства Gnaphosidae значительно уступали Lycosidae – 25.8% отловленных особей. К доминантам относились *Zelotes subterraneus* (5.1%) и *Gnaphosa bicolor* (4.5%). Linyphiidae насчитывали всего 6.6%, а самый обильный вид семейства, *Diplostyla concolor*, достигал 2.2%.

По видовому богатству населения пауков биотопы распределялись следующим образом: [7] песчаный берег ручья – 43 вида, [5] вырубка с открытым грунтом на берегу Суры – 41 вид, [4] вырубка с подростом сосны и [8] берег ручья с лугово-болотной растительностью – по 40 видов, [2] сосняк на берегу болота – 35 видов, [3] сосняк на склоне к реке и [6] вырубка на берегу ручья – по 33 вида, [1] пойменный березняк – 28 видов. Таким образом, видовой состав пауков в лесу был беднее, чем в прибрежных биотопах и на вырубках. Исключение составляет вырубка на берегу Пятимного, где развивается березовый лес. Как следует из вышеприведенного списка, березняк характеризуется наименьшим богатством аранеофауны.

Восемь видов пауков отмечены во всех обследованных биотопах, но с разной частотой встречаемости. *Diplostyla concolor* предпочитал берег ручья, *Pardosa alacris* – сосняк на берегу болота и вырубки, *Trochosa terricola* – сосняк, вырубку [6] и песчаный берег, *Gnaphosa bicolor* – вырубки [4], [6], *Zelotes subterraneus* – березняк и сосняк у болота, *Agroeca brunnea*, *Phrurolithus festivus*, *Z. latreillei* не проявляли явного предпочтения. Четыре вида отсутствовали в одном–двух биотопах разной влажности и освещенности (*Haplodrassus signifer*, *H. umbratilis*, *Zelotes pseudogallicus*, *Xysticus luctator*). Итого, 12 видов участка можно назвать политоппными. Девять видов отсутствовали в трех из восьми биотопов. *Xerolycosa nemoralis*, *Berlandina cinerea* и *Drassyllus praeficus* на найдены во влажных или затененных местообитаниях (березняк, сосняк у болота и лугово-болотная растительность), *Piratula hygrophila* – в наиболее сухих (сосняк на склоне и вырубки [4], [5]), а *Alopecosa pulverulenta* не отмечен под пологом леса. Остальные четыре вида встречались в незначительном количестве в разных биотопах.

Стенотопных видов на участке гораздо меньше, чем политоппных. Четверо из них – обитатели наиболее влажных участков: *Pachygnatha clercki* (берег ручья), *Pardosa fulvipes* (берег ручья и один экземпляр в березняке), *Hugrolycos rubrofasciata* и *Trochosa spinipalpis* (березняк и по одному экземпляру у ручья). Пятый вид (*Acantholycosa lignaria*) встречался только на вырубке с открытым грунтом и лишайниками. К вырубкам и частично к сосняку на склоне приурочено 7 видов: *Alopecosa accentuata*, *A. schmidtii*, *A. sulzeri*, *Pardosa bifasciata*, *Titanoeca psammophila*, *Gnaphosa montana*, *Zelotes longipes*.

Список видов пауков участка «Верховья Суры»

Семейство Theridiidae

Robertus arundineti (O. Pickard-Cambridge, 1871): [2] 1m, 10.08–29.09.2005; [5] 1f, 5.05–6.07.2005; [7] 1f, 5.05–6.07.2005;

**Steatoda albomaculata* (De Geer, 1778): [5] 2f, 6.05–5.07.2005.

Семейство Linyphiidae

Abacoproeces saltuum (L. Koch, 1872): [2] 1m1f, 7.07–10.08.2005; 1m, 10.08. –29.09.2005.

**Agyneta subtilis* (O. Pickard-Cambridge, 1863): [2] 1m, 5.05–6.07.2005.

Anguliphantes angulipalpis (Westring, 1851): [1] 2f, 15.06–17.07.2004; [4] 1m, 4.05–5.07.2005.

Bathyphantes approximatus (O. Pickard-Cambridge, 1871): [8] 1f, 15.06–17.07.2004.

Bathyphantes gracilis (Blackwall, 1841): [7] 1f, 5.05–6.07.2005; [8] 1f, 7.07–10.08.2005.

Bathyphantes nigrinus (Westring, 1851): [8] 1m, 6.05–7.07.2005.

**Centromerus incilium* (L. Koch, 1881): [1] 1m1f, 15.06–17.07.2004; [3] 2f, 5.05–6.07.2005; [4] 2f, 4.05–5.07.2005; [6] 1f, 6.05–6.07.2005;

Centromerus sylvaticus (Blackwall, 1841): [1] 1f, 15.06–17.07.2004; 1f, 1.05–5.07.2005; [3] 1m, 7.07–26.09.2005; [4] 3m4f, 10.08–26.09.2005; [7] 1m1f, 5.05–6.07.2005; 5m1f, 10.08–29.09.2005; [8] 1f, 7.07–10.08.2005.

Ceratinella brevis (Wider, 1834): [5] 1f, 7.07–10.08.2005.

**Dicymbium nigrum* (Blackwall, 1834): [8] 1m, 15.06–17.07.2004.

Diplostyla concolor (Wider, 1834): [1] 1m, 15.06–17.07.2004; [2] 1f, 7.07–10.08.2005; 1m, 10.08–29.09.2005; [3] 1m, 5.05–6.07.2005; [4] 1m, 4.05–4.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [5] 1f, 5.05–6.07.2005; 1m4f, 7.07–10.08.2005; [6] 2f, 6.05–6.07.2005; [7] 2m10f, 5.05–6.07.2005; 7m5f, 15.06–17.07.2004; [8] 4m1f, 15.06–17.07.2004; 4m7f, 6.05–7.07.2005.

Kaestneria pullata (O. Pickard-Cambridge, 1863): [7] 1f, 5.05–6.07.2005; [8] 1f, 7.07–10.08.2005.

Macrargus rufus (Wider, 1834): [2] 2f, 5.05–6.07.2005; [4] 1f, 10.08–26.09.2005;

Neriere clathrata (Sundevall, 1830): [8] 1f, 6.05–7.07.2005.

Neriere radiata (Walckenaer, 1842): [2] 7f, 5.05–6.07.2005; [4] 1f, 4.05–4.07.2005; [5] 1f, 5.05–6.07.2005; [6] 3f, 6.05–6.07.2005; [7] 1f, 5.05–6.07.2005.

**Pallidiphantes alutacius* (Simon, 1884): [3] 1f (A. В. Танасевич det.), 5.05–6.07.2005.

Stemonyphantes lineatus (Linnaeus, 1758): [6] 4m1f, 10.08–29.09.2005.

Tenuiphantes flavipes (Blackwall, 1854): [4] 4f, 10.08–26.09.2005; [7] 2m2f, 10.08–29.09.2005.

Troxochrus scabriculus (Westring, 1851): [7] 1m, 5.05–6.07.2005.

Walckenaeria antica (Wider, 1834): [1] 1m1f, 15.06–17.07.2004; [2] 1f, 5.05–6.07.2005; [4] 1f, 4.05–4.07.2005; [7] 2m1f, 15.06–17.07.2004; 1f, 5.05–6.07.2005; [8] 2f, 15.06–17.07.2004; 1m1f, 6.05–7.07.2005.

Walckenaeria furcillata (Menge, 1869): [6] 1m, 6.05–6.07.2005.

**Walckenaeria nudipalpis* (Westring, 1851): [2] 2m, 7.07–10.08.2005; 1m1f, 10.08–29.09.2005; [7] 1m, 15.06–17.07.2004; [8] 4f, 7.07–10.08.2005.

**Walckenaeria obtusa* Blackwall, 1836: [3] 1m, 5.05–6.07.2005.

Семейство Tetragnathidae

Pachygnatha clercki Sundevall, 1823: [7] 1f, 5.05–6.07.2005; [8] 2m4f, 15.06–17.07.2004.

Pachygnatha listeri Sundevall, 1830: [1] 1f, 15.06–17.07.2004; 1m, 1.05–5.07.2005; [2] 1f, 5.05–6.07.2005; [7] 3m6f, 15.06–17.07.2004; 6m7f, 5.05–6.07.2005; [8] 12m10f, 15.06–17.07.2004; 9m19f, 6.05–7.07.2005.

Семейство Araneidae

Araneus marmoreus Clerck 1757: [4] 1m, 7.07–10.08.2005.

Cercidia prominens (Westring, 1851): [1] 1f, 1.05–5.07.2005; [3] 1m, 5.05–6.07.2005;

Семейство Lycosidae

**Acantholycosa lignaria* (Clerck, 1757): [5] 1f, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; 1f, 10.08–29.09.2005.

Alopecosa accentuata (Latreille, 1817): [3] 1f, 5.05–6.07.2005; [4] 1m, 4.05–5.07.2005; [5] 4m, 5.05–6.07.2005; [6] 1m, 6.05–6.07.2005.

Alopecosa aculeata (Clerck, 1757): [2] 2m1f, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; 1f, 10.08–29.09.2005; [3] 11m9f, 5.05–6.07.2005; [4] 8m2f, 4.05–5.07.2005; [5] 2f, 5.05–6.07.2005; 1m2f, 7.07–10.08.2005; 1f, 10.08–29.09.2005; [6] 2f, 10.08–29.09.2005.

Alopecosa cuneata (Clerck, 1757): [3] 1m, 5.05–6.07.2005; [4] 10m, 4.05–4.07.2005; [6] 9m, 6.05–6.07.2005; [7] 2m, 5.05–6.07.2005.



**Alopecosa inquilina* (Clerck, 1757): [2] 2m1f, 10.08–29.09.2005; [3] 1m1f, 5.05–6.07.2005; [4] 3m1f, 4.05–5.07.2005; [5] 2m1f, 5.05–6.07.2005; 1f, 10.08–29.09.2005.

Alopecosa pulverulenta (Clerck, 1757): [4] 5m, 4.05–4.07.2005; [5] 1m, 4.05–4.07.2005; [6] 9m6f, 6.05–6.07.2005; [7] 2m, 15.06–17.07.2004; 5m, 5.05–6.07.2005; [8] 7m, 15.06–17.07.2004; 4m3f, 6.05–7.07.2005.

Alopecosa schmidtii (Hahn, 1835): [3] 2m4f, 7.07–26.09.2005; [5] 3m1f, 10.08–29.09.2005.

Alopecosa sulzeri (Pavesi, 1873): [3] 20m5f, 5.05–6.07.2005; [4] 12m1f, 4.05–5.07.2005; [5] 1m1f, 5.05–6.07.2005; 2m5f, 7.07–10.08.2005.

**Alopecosa taeniopus* (Kulczynski, 1895): [5] 2m1f, 4.05–5.07.2005.

**Arctosa figurata* (Simon, 1876): [3] 1m, 5.05–6.07.2005.

**Hygrolycosa rubrofasciata* (Ohlert, 1865): [1] 6m7f, 1.05–5.07.2005; [6] 1f, 6.05–6.07.2005.

Pardosa agrestis (Westring, 1861): [7] 1m, 15.06–17.07.2004; 1m, 7.07–10.08.2005; [8] 2m, 15.06–17.07.2004.

Pardosa alacris (C.L. Koch, 1833): [1] 7m8f, 15.06–17.07.2004; 17m15f, 1.05–5.07.2005; [2] 25m13f, 5.05–6.07.2005; 8m15f, 7.07–10.08.2005; 46f, 10.08–29.09.2005; [3] 15m4f, 5.05–6.07.2005; 16f, 7.07–26.09.2005; [4] 51m7f, 4.05–5.07.2005; 50f, 7.07–10.08.2005; 6f, 10.08–26.09.2005; [5] 17m58f, 4.05–5.07.2005; 15m19f, 7.07–10.08.2005; 75f, 10.08–29.09.2005; [6] 8m18f, 6.05–6.07.2005; 26f, 7.07–10.08.2005; 39f, 10.08–29.09.2005; [7] 3m, 15.06–17.07.2004; 5f, 7.07–10.08.2005; [8] 1m5f, 15.06–17.07.2004; 3m1f, 6.05–7.07.2005.

Pardosa amentata (Clerck, 1757): [2] 48m15f, 7.07–10.08.2005; [7] 2f, 15.06–17.07.2004; [8] 1f, 15.06–17.07.2004.

Pardosa bifasciata (C.L. Koch, 1834): [3] 1m2f, 5.05–6.07.2005; [4] 5m1f, 4.05–5.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [5] 7m11f, 5.05–6.07.2005; 3f, 7.07–10.08.2005.

Pardosa fulvipes (Collet, 1876): [1] 1f, 1.05–5.07.2005; [7] 2m, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [8] 4m1f, 15.06–17.07.2004; 16m1f, 6.05–7.07.2005.

Pardosa paludicola (Clerck, 1757): [5] 1m, 5.05–6.07.2005; [7] 1m, 5.05–6.07.2005; [8] 3f, 15.06–17.07.2004.

Pardosa palustris (Linnaeus, 1758): [5] 3m, 5.05–6.07.2005.

**Pardosa schenkeli* Lessert, 1904: [5] 1f, 10.08–29.09.2005.

Piratula hygrophila (Thorell, 1872): [1] 2m1f, 15.06–17.07.2004; [2] 1m, 7.07–10.08.2005; 1f, 10.08–29.09.2005; [6] 1m, 6.05–6.07.2005; 5f, 10.08–29.09.2005; [7] 13m13f, 15.06–17.07.2004; 12m3f, 5.05–6.07.2005; 4f, 7.07–10.08.2005; 7f, 10.08–29.09.2005; [8] 24m4f, 15.06–17.07.2004; 12m6f, 6.05–7.07.2005.

Trochosa ruricola (De Geer, 1778): [2] 1f, 7.07–10.08.2005; 1m1f, 10.08–29.09.2005; [8] 4m1f, 15.06–17.07.2004.

**Trochosa spinipalpis* (O. Pickard-Cambridge, 1895): [1] 12m14f, 1.05–5.07.2005; [7] 1f, 5.05–6.07.2005.

Trochosa terricola Thorell, 1856: [1] 16m5f, 15.06–17.07.2004; 7m5f, 1.05–5.07.2005; [2] 45m11f, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; 1m, 10.08–29.09.2005; [3] 10m4f, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–26.09.2005; [4] 22m1f, 4.05–5.07.2005; 2f, 7.07–10.08.2005; 2f, 10.08–26.09.2005; [5] 12m4f, 5.05–6.07.2005; [6] 26m19f, 6.05–6.07.2005; 2m5f, 10.08–29.09.2005; [7] 8m7f, 15.06–17.07.2004; 40m4f, 5.05–6.07.2005; [8] 4m1f, 15.06–17.07.2004; 13m1f, 6.05–7.07.2005.

Xerolycosa miniata (C.L. Koch, 1834): [5] 1m1f, 5.05–6.07.2005; 4m2f, 7.07–10.08.2005; [6] 1m, 7.07–10.08.2005; [7] 7m2f, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [8] 1m, 6.05–7.07.2005.

**Xerolycosa nemoralis* (Westring, 1861): [3] 9m1f, 5.05–6.07.2005; 7m1f, 7.07–26.09.2005; [4] 2m1f, 4.05–5.07.2005; 15m2f, 7.07–10.08.2005; [5] 9m4f, 5.05–6.07.2005; 27m3f, 7.07–10.08.2005; 1f, 10.08–29.09.2005; [6] 8m1f, 7.07–10.08.2005; 2m3f, 10.08–29.09.2005; [7] 8m, 15.06–17.07.2004; 1m, 5.05–6.07.2005.

Семейство Pisauridae

Dolomedes fimbriatus (Clerck, 1757): [1] 2f, 1.05–5.07.2005; [2] 3f, 7.07–10.08.2005; [7] 3m3f, 5.05–6.07.2005; [8] 1m, 15.06–17.07.2004; 3m1f, 6.05–7.07.2005.

Pisaura sp. juv. [6] 2f, 5.06–6.07.2005.

Семейство Miturgidae

Zora spinimana (Sundevall, 1833): [8] 1f, 15.06–17.07.2004.

Семейство Hahniidae

**Antistea elegans* (Blackwall, 1841): [2] 2m1f, 7.07–10.08.2005; 3m, 10.08–29.09.2005; [8] 1f, 15.06–17.07.2004; 1f, 6.05–7.07.2005.

Hahnina nava (Blackwall, 1841): [5] 1m, 5.05–6.07.2005.

Семейство Titanoecidae

Titanoeca psammophila Wunderlich, 1993: [3] 3m, 5.05–6.07.2005; [4] 1m, 4.05–5.07.2005; 1m1f, 7.07–10.08.2005; [5] 2m, 5.05–6.07.2005.

Семейство Liocranidae

Agroeca brunnea (Blackwall, 1833): [1] 1m4f, 15.06–17.07.2004; 3f, 1.05–5.07.2005; [2] 8f, 5.05–6.07.2005; [3] 2m, 5.05–6.07.2005; [4] 2m1f, 10.08–26.09.2005; [5] 1m2f, 5.05–6.07.2005; [6] 1f, 10.08–29.09.2005; [7] 1m1f, 15.06–17.07.2004; 1f, 5.05–6.07.2005; [8] 1f, 15.06–17.07.2004; 2m5f, 6.05–7.07.2005.

Agroeca cuprea Menge, 1873: [2] 1f, 5.05–6.07.2005; [6] 1f, 7.07–10.08.2005; 1m, 10.08–29.09.2005; [7] 2f, 7.07–10.08.2005.

Agroeca lusatica (L. Koch, 1875): [4] 1f, 4.05–5.07.2005; [5] 1f, 7.07–10.08.2005.

Agroeca maculata C. Koch, 1879: [4] 1f, 4.05–5.07.2005.

Agroeca proxima (O. Pickard-Cambridge, 1871): [2] 1m4f, 10.08–29.09.2005; [4] 3m2f, 10.08–26.09.2005; [6] 2m1f, 10.08–29.09.2005; [7] 1m1f, 15.06–17.07.2004.

Семейство Phrurolithidae

Phrurolithus festivus (C.L. Koch, 1835): [1] 1m, 1.05–5.07.2005; [2] 1m1f, 7.07–10.08.2005; [3] 1m, 5.05–6.07.2005; [4] 3m, 4.05–5.07.2005; 1f, 10.08–26.09.2005; [5] 1m1f, 7.07–10.08.2005; [7] 3m4f, 15.06–17.07.2004; 2m3f, 5.05–6.07.2005; [8] 1m, 6.05–7.07.2005.

Семейство Gnaphosidae

**Berlandina cinerea* (Menge, 1872): [3] 3m1f, 5.05–6.07.2005; [4] 12m1f, 4.05–5.07.2005; [5] 5m1f, 5.05–6.07.2005; 3f, 7.07–10.08.2005; [6] 4m3f, 6.05–6.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [7] 1m, 15.06–17.07.2004.

**Callilepis nocturna* (Linnaeus, 1758): [4] 3m1f, 4.05–5.07.2005; 2f, 7.07–10.08.2005; [5] 2f, 5.05–6.07.2005; 2m3f, 7.07–10.08.2005; [7] 1f, 5.05–6.07.2005.

Drassodes pubescens (Thorell, 1856): [4] 1m, 4.05–5.07.2005; [7] 1m, 15.06–17.07.2004; 1m, 5.05–6.07.2005; [8] 1f, 6.05–7.07.2005.

Drassyllus lutetianus (L. Koch, 1866): [7] 3m, 5.05–6.07.2005; [8] 1m, 6.05–7.07.2005.

Drassyllus praeficus (L. Koch, 1866): [3] 3m1f, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–26.09.2005; [4] 12m4f, 4.05–5.07.2005; 1m13f, 7.07–10.08.2005; [5] 1m17f, 5.05–6.07.2005; 2f, 7.07–10.08.2005; 1f, 10.08–29.09.2005; [6] 6m6f, 6.05–6.07.2005; [7] 1m, 15.06–17.07.2004; 1m, 5.05–6.07.2005.

Drassyllus pusillus (C.L. Koch, 1833): [1] 2m, 1.05–5.07.2005; [6] 2m, 6.05–6.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [7] 2m, 15.06–17.07.2004; 1m1f, 5.05–6.07.2005; [8] 4m, 15.06–17.07.2004; 2m, 6.05–7.07.2005.

Gnaphosa bicolor (Hahn, 1833): [1] 5m3f, 15.06–17.07.2004; 7m2f, 1.05–5.07.2005; [2] 7m, 5.05–6.07.2005; 1m1f, 7.07–10.08.2005; 1f, 10.08–29.09.2005; [3] 6m3f, 5.05–6.07.2005; [4] 26m7f, 4.05–5.07.2005; [5] 6m, 5.05–6.07.2005; 1m, 7.07–10.08.2005; [6] 20m4f, 6.05–6.07.2005; 1f, 10.08–29.09.2005; [7] 1m, 15.06–17.07.2004; 3m, 5.05–6.07.2005; [8] 1m, 15.06–17.07.2004; 1m, 6.05–7.07.2005.

**Gnaphosa montana* (L. Koch, 1866): [4] 1m1f, 4.05–5.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [5] 7m2f, 4.05–5.07.2005; [6] 1m, 6.05–6.07.2005;

Haplodrassus signifer (C.L. Koch, 1839): [1] 1f, 15.06–17.07.2004; 1f, 1.05–5.07.2005; [3] 1m, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–26.09.2005; [4] 15m2f, 4.05–5.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [5] 3m3f, 5.05–6.07.2005; [6] 8m3f, 6.05–6.07.2005; 1m, 7.07–10.08.2005; [8] 1f, 15.06–17.07.2004.

Haplodrassus silvestris (Blackwall, 1833): [1] 1m1f, 1.05–5.07.2005; [2] 1m, 7.07–10.08.2005;

Haplodrassus soerenseni (Strand, 1900): [1] 7m, 1.05–5.07.2005; [2] 3m, 5.05–6.07.2005; [8] 2m, 6.05–7.07.2005.

Haplodrassus umbratilis (L. Koch, 1866): [1] 1m, 15.06–17.07.2004; [2] 1m, 5.05–6.07.2005; [3] 6m8f, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–26.09.2005; [5] 1f, 5.05–6.07.2005; 1m2f, 7.07–10.08.2005; [6] 6m4f, 6.05–6.07.2005; 2f, 7.07–10.08.2005; [7] 1m1f, 15.06–17.07.2004; 1m, 5.05–6.07.2005; [8] 1m1f, 15.06–17.07.2004.

**Micaria fulgens* (Walckenaer, 1802): [5] 2f, 7.07–10.08.2005; [6] 1f, 7.07–10.08.2005.

Zelotes azshaganovae Eshunin, Efimik, 1992: [6] 1m4f, 6.05–6.07.2005; [7] 1m, 15.06–17.07.2004; [8] 1f, 15.06–17.07.2004.

Zelotes latreillei (Simon, 1878): [1] 1m1f, 1.05–5.07.2005; [2] 1m, 10.08–29.09.2005; [3] 1m, 5.05–6.07.2005; 1m, 7.07–26.09.2005; [4] 1m2f, 4.05–5.07.2005; [5] 1f, 5.05–6.07.2005; [6] 3m4f, 6.05–6.07.2005; [7] 1m, 5.05–6.07.2005; [8] 1m, 15.06–17.07.2004; 1m, 6.05–7.07.2005.

Zelotes longipes (L. Koch, 1866): [3] 1f, 7.07–26.09.2005; [4] 3m, 7.07–10.08.2005; [5] 4f, 5.05–6.07.2005; 2f, 7.07–10.08.2005; 18m1f, 10.08–29.09.2005.

**Zelotes mundus* (Kulczynski, 1897): [2] 1m1f, 7.07–10.08.2005.



Zelotes petrensis (C.L. Koch, 1839): [3] 5m6f, 5.05–6.07.2005; 4f, 7.07–26.09.2005; [4] 9m4f, 4.05–5.07.2005; 1m4f, 7.07–10.08.2005; [5] 4m6f, 5.05–6.07.2005; 1m5f, 7.07–10.08.2005; 1f, 10.08–29.09.2005; [6] 12m7f, 6.05–6.07.2005; 3m1f, 7.07–10.08.2005; 3m2f, 10.08–29.09.2005; [7] 1m1f, 15.06–17.07.2004; [8] 1m2f, 15.06–17.07.2004.

Zelotes pseudogallicus (Ponomarev, 2007): [1] 2m3f, 1.05–5.07.2005; [2] 4m3f, 5.05–6.07.2005; [4] 2f, 10.08–26.09.2005; [6] 3m3f, 6.05–6.07.2005; [7] 1m, 5.05–6.07.2005; [8] 1m, 6.05–7.07.2005.

Zelotes subterraneus (C.L. Koch, 1833): [1] 24m20f, 15.06–17.07.2004; 13m, 1.05–5.07.2005; [2] 6m3f, 5.05–6.07.2005; 6m6f, 7.07–10.08.2005; 5m3f, 10.08–29.09.2005; [3] 2m3f, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–26.09.2005; [4] 4m, 4.05–5.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; 3m, 10.08–26.09.2005; [5] 1m2f, 5.05–6.07.2005; [6] 4m, 6.05–6.07.2005; [7] 2m, 15.06–17.07.2004; 13m1f, 5.05–6.07.2005; 1m, 7.07–10.08.2005; [8] 2m3f, 6.05–7.07.2005.

Семейство Philodromidae

Thanatus formicinus (Clerck, 1757): [3] 2m, 5.05–6.07.2005; [4] 3m, 4.05–5.07.2005.

Семейство Thomisidae

Ozyptila praticola (C.L. Koch, 1837): [2] 3m, 10.08–29.09.2005.

Xysticus luctator L. Koch, 1870: [1] 8m, 1.05–5.07.2005; [2] 1m, 5.05–6.07.2005; 1f, 7.07–10.08.2005; [3] 1m, 5.05–6.07.2005; [4] 1f, 7.07–10.08.2005; [5] 1m1f, 5.05–6.07.2005; [7] 3m, 5.05–6.07.2005.

Xysticus luctuosus (Blackwall, 1836): [2] 1m, 5.05–6.07.2005.

**Xysticus robustus* (Hahn, 1832): [4] 1m1f, 7.07–10.08.2005.

Xysticus ulmi (Hahn, 1831): [1] 1m, 1.05–5.07.2005.

Семейство Salticidae

**Aelurillus v-insignitus* (Clerck, 1757): [5] 2m, 5.05–6.07.2005.

Evarcha falcata (Clerck, 1757): [3] 1m, 7.07–26.09.2005.

Evarcha laetabunda (C.L. Koch, 1846): [4] 1f, 4.05–5.07.2005.

**Heliophanus dubius* C.L. Koch, 1835: [1] 1m, 15.06–17.07.2004; [2] 1f, 7.07–10.08.2005.

**Sitticus floricola* (C.L. Koch, 1837): [5] 1m, 7.07–10.08.2005.

Заключение

Расположение «Верховьев Суры» на границе лесной и лесостепной зон обуславливает наличие в его фауне видов с евро-сибирским или транспалеарктическим бореально-неморальным ареалом, которые в Европейский лесостепи встречаются локально в различного рода рефугиумах (*Trochosa spinipalpis*, *Hugrolycosa rubrofasciata*, *Gnaphosa montana*). Здесь наблюдается политопность и высокая численность *Xerolycosa nemoralis*, а *Acantholycosa lignaria* отмечен в одном из типичных местообитаний – открытые сухие места в сосновых борах со мхом и лишайниками [Marusik et al., 2004]. В целом 24 вида пауков (24.5% видового состава) оказались новыми для заповедника «Приволжская лесостепь». На настоящий момент аранеофауна заповедника насчитывает 221 вид. Относительно невысокая видовая представленность пауков «Верховьев Суры» (97 видов) объясняется его недостаточной изученностью и использованием только одного метода сбора.

Благодарности

Автор благодарит директора заповедника «Приволжская лесостепь» А.Н. Добролюбова за консультации в процессе подготовки статьи и заместителя директора заповедника по НИР И.П. Лебяжинскую за сбор материала. Я также признательна коллегам-арахнологам А.В. Танасевичу и К.Г. Михайлову (Москва), А.В. Пономареву (Ростов-на-Дону) и Г.Н. Азаркиной (Новосибирск) за консультации по определению и уточнению распространения некоторых видов пауков.

Список литературы

References

1. Добролюбова Т.В., Добролюбов А.Н., Кудрявцев А.Ю., Лебяжинская И.П. 2002. Государственный Природный Заповедник «Приволжская лесостепь» (Физико-географическая характеристика и биологическое разнообразие природных комплексов). Пенза, Изд-во ЦНТИ, 91.
Dobroljubova T.V., Dobroljubov A.N., Kudrjavcev A.Ju., Lebjzhinskaja I.P. 2002. Gosudarstvennyj Prirodnyj Zapovednik «Privolzhskaja lesostep'» (Fiziko-geograficheskaja harakteristika i biologicheskoe raznoobrazie prirodnyh kompleksov) [State Nature Reserve "Privolzhskaya Lesostep'" (Physical and geographical characteristic, biodiversity of natural complexes)]. Penza, Izd-vo CNTI, 91. (in Russian)
2. Полчанинова Н.Ю. 2008. Материалы к фауне пауков (Araneae) Островцовского участка заповедника «Приволжская лесостепь» (Пензенская обл.). Кавказский энтомологический бюллетень, 4 (2): 151–161.

Polchaninova N.Yu. 2008. Materials to the spider (Araneae) fauna of the Ostrovtsovsky part of the "Privolzhskaya Lesostep'" Nature Reserve (Penza Region). *Kavkazskiy entomologicheskij byulleten'* [Caucasian Entomological Bulletin], 4 (2): 151–161. (in Russian with English summary)

3. Полчанинова Н.Ю. 2015. Пауки (Aranei) заповедника «Приволжская лесостепь» (Пензенская область, Россия). 2. Участок «Борок». *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 31 (9): 43–50.

Polchaninova N.Yu. 2015. Spiders (Aranei) of the "Privolzhskaya Lesostep'" Nature Reserve (Penza Region, Russia). 2. "Borok" segment. *Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennyye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 31 (9): 43–50. (in Russian with English summary)

4. Marusik Y.M., Azarkina G.N., Koponen S. 2004. A survey of east Palearctic Lycosidae (Aranei). II. Genus *Acantholycosa* F. Dahl, 1908 and related new genera. *Arthropoda Selecta*, 12 (2): 101–148.



УДК [633.11 : 632.75](470.325)

**К ПОЗНАНИЮ ТЛЕЙ (HETEROPTERA: HOMOPTERA: APHIDIDAE),
ВРЕДЯЩИХ ПШЕНИЦЕ НА ЮГЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**
**TO THE KNOWLEDGE OF APHIDS (HETEROPTERA: HOMOPTERA:
APHIDIDAE), DAMAGING WHEAT IN THE SOUTH OF CENTRAL RUSSIAN
FOREST-STEPPE ZONE**

Хади Мерза Хамза Хади^{1,2}, А.В. Присный¹
Hadi Merza Hamza Hadi^{1,2}, A.V. Prisniy¹

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород, Россия

² Технический колледж Аль-Мусайиб Технического университета Аль-Фурат Аль-Аесат, г. Вавилон, Ирак

¹ Belgorod State National Research University, 85, Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

² Technical College Al-Musayyib Technical University of Al-Furat al-Aesat, Babylon, Iraq

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Ключевые слова: *Aphis evonymi* Fabricius, 1775, *Rhopalosiphum padi* Linnaeus, 1758, *Metopolophium dirhodum* Walker, 1849, *Rhopalosiphum mayidis* Fitch, 1856, *Tetraneura ulmi* Linnaeus, 1758, пшеница, южная лесостепь Среднерусской возвышенности.

Key words: *Aphis evonymi* Fabricius, 1775, *Rhopalosiphum padi* Linnaeus, 1758, *Metopolophium dirhodum* Walker, 1849, *Rhopalosiphum mayidis* Fitch, 1856, *Tetraneura ulmi* Linnaeus, 1758, wheat, the south of forest-steppe zone of Central Russian Upland.

Аннотация. Настоящие тли (Aphididae) связаны с большинством травянистых и древесных растений, возделываемых в культуре. Несколько видов являются экономически значимыми вредителями хлебных злаков и в связи с почти всесветным их распространением имеют обширные ареалы. Тем не менее, изучение их географии, биологии и экологии еще далеко от завершения. Динамика климата, региональная смена сортов пшеницы, ячменя и ржи, совершенствование агротехники их возделывания вносят поправки как в видовой состав вредителей в конкретных регионах, так и в их экономическую значимость.

Стационарные исследования проведены в двух пунктах в диапазоне до 30 км от г. Белгород, в каждом – по два пшеничных поля. Методы учетов – традиционные: в краевой, средней и центральной зонах полей; в каждой точке сбор и подсчет тлей на 15 растениях, расположенных на одном м². Маршрутные исследования проведены в Шебекинском и Яковлевском районах Белгородской области.

Отмечено 5 видов тлей, питающихся на пшенице: Бересклетовая тля – *Aphis evonymi* (= *A. fabae evonymi* Fabricius, 1775); Черемуховая тля – *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758); Розанно-злаковая тля – *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849); Сорговая тля – *Rhopalosiphum mayidis* (= *Rh. maidis*) (Fitch, 1856), Вязово-злаковая (корневая) тля – *Tetraneura ulmi* (Linnaeus, 1758). Приведены результаты изучения динамики численной плотности тлей на пшеничных полях, подтверждающие определяющее значение в них обочин полей и смежных с ними угодий.

Resume. Aphids (Aphididae) are associated with the majority of herbaceous and woody plants grown in culture. Several species are economically important pests of cereals, and due to their spread almost universally have extensive ranges. Nevertheless, the study of their geography, biology and ecology is far from complete. The dynamics of climate, change in regional dynamics of sorts of wheat, barley and rye, the improvement of agricultural techniques of cultivation make amendments in the species composition of pests in particular regions and their economic importance.

Stationary studies conducted at two points in the range of up to 30 km from the city of Belgorod, in each - two wheat fields. Accounting methods - traditional: in the regional, middle and central zones of the fields; at each point of collection and count aphids on the 15 plants located on one m². Routing studies conducted in Shebekinsky and Yakovlevsky Districts, the Belgorod region.

It was noted 5 species of aphids, who are feeding on wheat: celastraceae aphid – *Aphis evonymi* (= *A. fabae evonymi* Fabricius, 1775); Bird cherry aphid – *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758); Rosa-grass aphid – *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849); Sorghum aphid – *Rhopalosiphum mayidis* (= *Rh. Maidis*) (Fitch, 1856), Ulmus-graminaceae (root) aphid - *Tetraneura ulmi* (Linnaeus, 1758). The results of the study of the dynamics of numerical density of aphids in the wheat fields, are confirming the importance of defining of plants in curbs of fields and adjacent lands.

Введение

Среди травянистых культурных растений наибольшие площади посевов в мире занимает пшеница. По существующим прогнозам ее потребление в составе продукции полевого растениеводства к 2020 году достигнет 40% [Ling, Zhu, Keller, 2003; Sharma, 2012]. Для многих государств пшеница представляет стратегический ресурс.

В числе насекомых, вредящих пшенице, во всех районах ее возделывания отмечаются Настоящие тли [Blackman, Eastop, 2008]. Они питаются как на листьях, так и на колосьях и корнях.

Подавляющее большинство тлей имеют сложный жизненный цикл, включающий несколько партеногенетических поколений и одно полоное, – у однодомных – на тех же травянистых растениях-прокормителях, а у двудомных, как правило, на деревьях или кустарниках. У ряда видов с широкими ареалами, включающими несколько ландшафтно-климатических зон, в полупустынных и тропических регионах полоное поколение может отсутствовать [Douglas, van Emden, 2007]. Этими особенностями, в сочетании с составом фитоценозов обочин полей и прилегающих угодий, а также особенностями агротехники, определяются видовой состав тлей заселяющих полевые культуры, сроки и интенсивность их заселения и, в конечном счете, их потенциальная вредоносность.

Для лесостепной зоны России известно 23 вида тлей, питающихся на зерновых культурах (табл. 1) [Определитель вредных ..., 1980]. Однако, для конкретных регионов их общее видовое разнообразие и разнообразие первостепенных по значимости видов различно. На практике специалисты по защите растений часто вообще не обозначают виды, проводя учеты «злаковой тли» [например, Фитосанитарный прогноз ..., 2010].

Таблица 1

Виды тлей, питающихся на зерновых культурах в лесостепной зоне России

Table 1

Aphid species which are feeding on cereals in forest-steppe of Russia

Вид	Особенности жизненного цикла		На пшеницу и другие зерновые культуры мигрируют с растений:
	однодомный	двудомный	
<i>Anoecia vagans</i> Koch.		+	Свидина (у нас – интродуцент)
<i>Aphis evonymi</i> F.		+	Бересклеты: бородавчатый и европейский
<i>Colopha compressa</i> Koch		+	виды рода Вяз
<i>Metopolophium dirhodum</i> Walk.		+	виды рода Роза
<i>Rhopalosiphum inserthum</i> Walk.		+	Яблоня
<i>Rhopalosiphum padi</i> L.		+	Черемуха
<i>Sitobion fragariae</i> Walk.		+	Малина и Ежевика
<i>Tetraneura coerulescens</i> Pass.		+	виды рода Вяз
<i>Tetraneura ulmi</i> L.		+	виды рода Вяз
<i>Brachycolus korothwi</i> Mordv.	+		виды рода Пырей
<i>Brachycolus muehlei</i> C.B.	+		Тимофеевка луговая
<i>Brachycolus noxius</i> Mordv.	+		дикие и культурные злаки
<i>Hemitrana bykovi</i> Mordv.	неполноцик- лый		виды рода Мятлик и культурные злаки
<i>Metopolophium festucae</i> Theob.	+		дикие и культурные злаки
<i>Paracletus cimiciformis</i> Heyd.	неполноцик- лый		дикие и культурные злаки
<i>Rhopalosiphum maidis</i> Fitch.	+		дикие и культурные злаки
<i>Rungia kurdjumovi</i> Mordv.	+		дикие и культурные злаки
<i>Rungia maidis</i> Pass.	+		дикие и культурные злаки
<i>Rungia uvarovi</i> Mordv.	+		дикие и культурные злаки
<i>Schizaphis graminum</i> Rond.	+		дикие и культурные злаки
<i>Schizaphis jaroslavi</i> Mordv.	+		преимущественно дикие, реже культурные злаки
<i>Sitobion avenae</i> F.	+		дикие и культурные злаки
<i>Tetraneura africana</i> Goot.	неполноцик- лый		Вейник наземный

В наших предыдущих исследованиях в Белгородской области на пшенице было отмечено 7 видов тлей: Большая злаковая тля – *Sitobion avenae* F., Бересклетовая тля – *Aphis evonymi* F., Обыкновенная злаковая тля – *Schizaphis graminum* Rond., Сорговая тля – *Rhopalosiphum maidis* Fitch., Черемухово-злаковая тля – *Rhopalosiphum padi* L., Розанно-злаковая тля – *Metopolophium dirhodum* Walk., Овсяницева тля – *Metopolophium festucae* Theob. [Хади Абдулжалил Наас и др., 2014].

В 2014 году на полях озимой пшеницы Белгородской государственной сельскохозяйственной академии (ныне – Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина (БГСХА)) отмечено 5 видов тлей: *Rh. padi*, *M. dirhodum*, *M. festucae*, *Rh. maidis* и *A. evonymi*. На полях Белгородского НИИ сельского хозяйства (БелНИИСХ РАСХН) – 4 вида: *Rh. padi*, *M. dirhodum*, *A. evonymi* и *Sch. graminum*. При этом на обоих участках доминантами выступали двудомные виды, что связано с расположением полей



вблизи лесных массивов, откуда и происходила миграция тлей, и высоким уровнем агротехники, подавляющим однодомные виды.

Цель исследования – выявить видовой состав тлей, вредящих пшенице на полях с высоким уровнем агротехники в пределах юга среднерусской лесостепи (до 30-и км от города Белгорода) и проследить динамику их численности в мае–июле 2015 г.

Материал и методы исследований

Полевые учеты в 2015 г. проводили на полях Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина (БелГАУ) в западных окрестностях пос. Майский (Белгородский район Белгородской области России) и Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства в южных окрестностях пос. Гонки (Яковлевский район Белгородской области России). Удаленность мест учета друг от друга составляет около 23 км. Биогеоценотические условия сходные: плакор; почва – чернозем типичный; высокий агротехнический фон; обочины полей граничат с лесными урочищами. Отличия касаются видового состава травянистой и древесно-кустарниковой растительности обочин и лесных массивов и способов обработки почвы ((поля БелГАУ – поверхностная (без оборота пласта), поля БелНИИСХ – отвальная (с оборотом пласта)).

Учеты тлей производились на обочинах полей и в смежных с обочинами лесах – в конце апреля–начале мая два раза в неделю, а начиная с периода их миграции на поля, – еженедельно в каждом пункте на двух полях – в их краевой полосе (до 30 м), средней зоне (30–70 м от края) и в центре (70–100 м), в каждом случае на 15-и растениях, расположенных в пределах 1 м². Площадь каждого из полей – около 5 га. Общее число учетов – 114.

В апреле–мае, с дополнениями в конце июня, было произведено описание растительности на обочинах полей и в смежных с ними лесных массивах, а также ее осмотр на предмет выявления мигрирующих видов тлей.

Собранные тли фиксировались в 70% этиловом спирте и затем, после проведения через ксилол, использовались для изготовления постоянных препаратов с заливкой в канадский бальзам для определения их видовой принадлежности.

Результаты исследований

На обочинах полей в пунктах проведения учетов тлей отмечено 83 вида травянистых растений и полукустарников, а в смежных с ними лесных массивах – 35 видов деревьев, кустарников, полукустарников и трав (табл. 2) (названия растений даны по: Маевский, 2006, с корректировкой по: Википедия. Свободная энциклопедия).

Таблица 2

Видовой состав растительности в биогеоценозах, смежных с полями озимой пшеницы в пунктах учета тлей в 2015 г. (поля БелГАУ и БелНИИСХ)

Table 2

The species composition of vegetation in ecosystems adjacent to fields of winter wheat near the points of aphids count in 2015 (fields of BelSAU and BelSRIAC)

Виды растений	Пункты учетов	
	БелГАУ	БелНИИСХ
1	2	3
<i>Обочины полей</i>		
Семейство Злаки, или Мятликовые – Poaceae		
Вейник наземный – <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+	
Ежа сборная – <i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+
Костёр полевой – <i>Bromus arvensis</i> L.	+	+
Кострец безостый – <i>Bromus inermis</i> Leyss.	+	+
Мышей сизый, или Щетинник сизый – <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	+	+
Мышей зеленый, или Щетинник зеленый – <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.		+
Мятлик луговой – <i>Poa pratensis</i> L.	+	+
Пырей ползучий – <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	+	+
Тимофеевка луговая – <i>Phleum pratense</i> L.	+	+
Семейство Лилейные – Liliaceae, или Амариллисовые – Amaryllidaceae		
Лук круглый – <i>Allium rotundum</i> L.	+	+
Семейство Крапивные – Urticaceae		
Крапива двудомная – <i>Urtica dioica</i> L.	+	+
Семейство Гречишные – Polygonaceae		
Горец птичий, или Спорыш – <i>Polygonum aviculare</i> L.	+	+



Продолжение таблицы 2
Continue of table 2

1	2	3
Семейство Маревые		
Марь белая – <i>Chenopodium alba</i> L.	+	+
Семейство Амарантовые – Amaranthaceae		
Щирица назадзапрокинутая – <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+	
Семейство Гвоздичные – Caryophyllaceae		
Смолевка хлопущка – <i>Selene vulgaris</i> (Moench) Garcke	+	+
Семейство Лютиковые – Ranunculaceae		
Лютик едкий – <i>Ranunculus acris</i> L.		+
Сокирки полевые, или живокость полевая – <i>Consolida regalis</i> Gray	+	+
Семейство Капустные – Brassicaceae		
Икотник серо-зеленый – <i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	+	
Пастушья сумка – <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	+	+
Сурепка обыкновенная – <i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton	+	+
Семейство Розовые – Rosaceae		
Земляника обыкновенная, или лесная – <i>Fragaria vesca</i> L.	+	+
Репяшок обыкновенный – <i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+	+
Шиповник собачий – <i>Rosa canina</i> L.	+	
Семейство Бобовые – Fabaceae		
Вязель разноцветный – <i>Coronilla varia</i> L.	+	
Горошек мышиный – <i>Vicia cracca</i> L.	+	+
Клевер гибридный – <i>Trifolium hybridum</i> L.	+	+
Клевер луговой – <i>Trifolium pratense</i> L.	+	+
Чина луговая – <i>Lathyrus pratensis</i> L.		+
Семейство Гераниевые, или Журавельниковые – Geraniaceae		
Аистник цикутковый – <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	+	
Семейство Молочайные – Euphorbiaceae		
Молочай острый – <i>Euphorbia esula</i> L.		+
Молочай прутьевидный, или лозный – <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	+	+
Семейство Мальвовые – Malvaceae		
Хатьма тюрингенская – <i>Lavatera thuringiaca</i> L.	+	
Семейство Зверобойные Hypericaceae		
Зверобой продырявленный – <i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+
Семейство Зонтичные – Umbelliferae, или Сельдерейные – Apiaceae		
Морковь дикая – <i>Daucus carota</i> L.	+	+
Пастернак посевной – <i>Pastinaca sativa</i> L.	+	+
Резак обыкновенный – <i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	+	
Синеголовник плосколистный – <i>Eryngium planum</i> L.	+	+
Синеголовник полевой – <i>Eryngium campestre</i> L.	+	+
Семейство Вьюнковые – Convolvaceae		
Вьюнок полевой – <i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+
Семейство Бурачниковые – Boraginaceae		
Синяк обыкновенный – <i>Echium vulgare</i> L.	+	
Семейство Губоцветные, или Яснотковые – Lamiaceae		
Будра плющевидная – <i>Glechoma hederacea</i> L.	+	+
Буквица лекарственная – <i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis. [<i>Betonica officinalis</i> L.]		+
Душица обыкновенная – <i>Origanum vulgare</i> L.	+	
Зверобой продырявленный – <i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+
Пикульник двунадрезанный, или жабрей – <i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	+	+
Пикульник обыкновенный (жестковолосистый) <i>Galeopsis tetrahit</i> L.	+	+
Черноголовка обыкновенная – <i>Prunella vulgaris</i> L.		+
Шалфей луговой – <i>Salvia pratensis</i> L.	+	+
Шалфей мутовчатый – <i>Salvia verticillata</i> L.		+
Шалфей остепненный – <i>Salvia tesquicola</i> Klok. et Pobed.	+	
Семейство Норичниковые – Scrophulariaceae		
Вероника дубравная – <i>Veronica chamaedris</i> L.		+
Коровяк метельчатый – <i>Verbascum paniculatum</i> Wulf.	+	+
Коровяк обыкновенный – <i>Verbascum thapsus</i> L.	+	
Коровяк чёрный – <i>Verbascum nigrum</i> L.	+	
Льнянка обыкновенная – <i>Linaria vulgaris</i> Mill.	+	+

Продолжение таблицы 2
Continue of table 2

1	2	3
Семейство Подорожниковые – Plantaginaceae		
Подорожник большой – <i>Plantago major</i> L.	+	+
Подорожник средний – <i>Plantago media</i> L.	+	+
Семейство Мареновые – Rubiaceae		
Подмаренник настоящий – <i>Galium verum</i> L.	+	+
Подмаренник цепкий – <i>Galium aparine</i> L.	+	+
Семейство Ворсянковые – Dipsacaceae, или Жимолостные – Caprifoliaceae		
Короставник полевой – <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	+	
Скабиоза бледно-желтая – <i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	+	
Сложноцветные – Compositae, или Астровые – Asteraceae		
Бодяк полевой, или Осот розовый – <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	+	+
Василек луговой – <i>Centaurea jacea</i> L.	+	+
Василек полевой – <i>Centaurea cyanus</i> L.	+	
Горчак ястребинковый – <i>Picris hieracioides</i> L.	+	+
Ива дурнишниковлистная – <i>Cyclachaena xanthifolia</i> (Nutt.) Fresen.		+
Козлобородник восточный – <i>Tragopogon orientalis</i> L.	+	+
Латук компасный, или Латук дикий – <i>Lactuca serriola</i> L.	+	+
Мать-и-мачеха обыкновенная – <i>Tussilago farfara</i> L.	+	
Мелколепестник однолетний – <i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	+	+
Осот полевой или осот желтый – <i>Sonchus arvensis</i> L.		+
Пиретрум щитковый – <i>Pyrethrum corymbosum</i> (L.) Scop.)	+	
Полынь австрийская – <i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	+	
Полынь горькая – <i>Artemisia absinthium</i> L.	+	+
Полынь обыкновенная (чернобыльник) – <i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	+
Пулавка красильная – <i>Anthemis tinctoria</i> L.	+	
Ромашка непахучая, или Трёхрёбросемянник продырявленный, или Трёхрёберник непахучий <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.	+	+
Скерда кровельная – <i>Scepis tectorum</i> L.	+	+
Тысячелистник обыкновенный – <i>Achillea millefolium</i> L.	+	+
Цикорий обыкновенный – <i>Cichorium intybus</i> L.	+	+
Чертополох колючий – <i>Carduus acanthoides</i> L.	+	+
Чертополох курчавый – <i>Carduus crispus</i> L.		+
Ястребинка волосистая – <i>Hieracium pilosella</i> L.	+	+
Лесные урочища (от опушки вглубь до 20 м)		
Семейство Злаки, или Мятликовые – Poaceae		
Мятлик дубравный – <i>Poa nemoralis</i> L.	+	+
Семейство Осоковые – Cyperaceae		
Осока волосистая – <i>Carex pilosa</i> Scop.	+	+
Семейство Лилейные – Liliaceae, или Спаржевые – Asparagaceae		
Купена душистая, или лекарственная – <i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	+	+
Ландыш майский – <i>Convallaria majalis</i> (L.).	+	+
Пролеска сибирская – <i>Scilla sibirica</i> Haw.	+	+
Семейство Ивовые – Salicaceae		
Тополь дрожащий, или Осина – <i>Populus tremula</i> L.	+	+
Семейство Берёзовые – Betulaceae		
Береза повислая – <i>Betula pendula</i> Roth	+	
Лещина обыкновенная – <i>Corylus avellana</i> L.	+	
Семейство Буковые – Fagaceae		
Дуб черешчатый – <i>Quercus robur</i> L.	+	+
Семейство Крапивные – Urticaceae		
Крапива двудомная – <i>Urtica dioica</i> L.	+	+
Семейство Кирказоновые – Aristolochiaceae		
Копытень европейский – <i>Asarum europaeum</i> L.	+	+
Семейство Гвоздичные – Caryophyllaceae		
Звездчатка жестколистная – <i>Stellaria holostea</i> L.		+
Семейство Маковые – Papaveraceae, или Дымянковые – Fumariaceae		
Дымянка лекарственная – <i>Fumaria officinalis</i> L.	+	+
Хохлатка плотная – <i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	+	+
Семейство Розовые, или Розоцветные – Rosaceae		
Боярышник кроваво-красный – <i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	+	



Окончание таблицы 2
End of table 2

1	2	3
Гравилат городской – <i>Geum urbanum</i> L.	+	+
Груша обыкновенная – <i>Pyrus communis</i> L.	+	+
Тёрн, или слива колючая – <i>Prunus spinosa</i> L.	+	+
Черемуха обыкновенная – <i>Prunus padus</i> L.	+	+
Яблоня лесная – <i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	+	+
Семейство Бобовые – Fabaceae		
Чина весенняя – <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	+	+
Семейство Бересклетовые – Celastraceae		
Бересклет бородавчатый – <i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	+	+
Бересклет европейский – <i>Euonymus europaeus</i> L.		+
Семейство Сапиндовые – Sapindaceae, или Клёновые – Aceraceae		
Клен ясенелистный, или американский – <i>Acer negundo</i> L.	+	+
Клен остролистный, или платановидный – <i>Acer platanoides</i> L.	+	+
Клен полевой – <i>Acer campestre</i> L.	+	+
Семейство Липовые – Tiliaceae		
Липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill.	+	+
Семейство Фиалковые – Violaceae		
Фиалка удивительная – <i>Viola mirabilis</i> L.	+	+
Семейство Зонтичные – Umbelliferae, или Сельдерейные – Apiaceae		
Купырь лесной – <i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm	+	+
Сныть обыкновенная – <i>Aegopodium podagraria</i> L.	+	+
Семейство Первоцветные – Primulaceae		
Вербейник монетный (луговой чай) – <i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	+
Семейство Маслиновые – Oleaceae		
Ясень обыкновенный – <i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+
Семейство Бурачниковые – Boraginaceae		
Медуница неясная, или темная – <i>Pulmonaria obscura</i> Dum.	+	+
Семейство Заразиховые – Orobanchaceae		
Марьянник дубравный, или Иван-да-марья – <i>Melampyrum nemorosum</i> L.	+	+
Семейство Колокольчиковые – Campanulaceae		
Колокольчик широколистный – <i>Campanula latifolia</i> L.	+	+
	105	95

Среди отмеченных растений, лишь представители розоцветных, бересклетовых и злаковых являются источниками мигрирующих видов тлей на пшеничные поля. На розоцветных и бересклетовых отмечено три из «двудомных» видов (с полоносными особями), на злаковых – один «однодомный» вид.

Видовой состав и численность тлей на пшенице.

В последней декаде апреля – первой декаде мая в приопушечной зоне лесов, граничащих с обочинами полей озимой пшеницы, на черемухе обыкновенной и на бересклетях (окр. пос. Майский – б.ч. на Б. бородавчатом, окр. пос. Гонки – на Б. европейском) отмечены двудомные мигрирующие виды тлей, а на обочинах – однодомная, способная к миграциям.

Миграция тлей на поля началась в конце первой – начале второй декады мая с обочин (с растений семейств Злаковые и Розоцветные) и опушек лесов (с растений семейств Розоцветные и Бересклетовые).

На растениях пшеницы в пунктах учетов в 2015 году всего отмечено 4 вида тлей: Бересклетовая тля – *Aphis evonymi* (= *A. fabae evonymi* Fabricius, 1775); Черемуховая тля – *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758); Розанно-злаковая тля – *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849); Сорговая тля – *Rhopalosiphum maidis* (= *Rh. maidis*) (Fitch, 1856).

Численная плотность тлей в конце июня в краевой зоне полей примерно на порядок величин превосходила таковую в центральной зоне и в 2–5 раз – в промежуточной. На всех полях доминировали *A. evonymi* и *Rh. padi*. Суммарная численная плотность тлей достигала максимумов во второй декаде июня – первой декаде июля (развитие партеногенетических поколений). Учитываемая их плотность резко снизилась в период массового развития личинок кокцинеллид (Coleoptera: Coccinellidae) и сирфид (Diptera: Syrphidae) с началом фазы восковой зрелости зерна – во второй-третьей декадах июля.

Динамика численности доминирующего вида тлей (*A. evonymi*) в учетный период приведена на рисунках 1-4 а для всех учетных видов – в таблице 2.

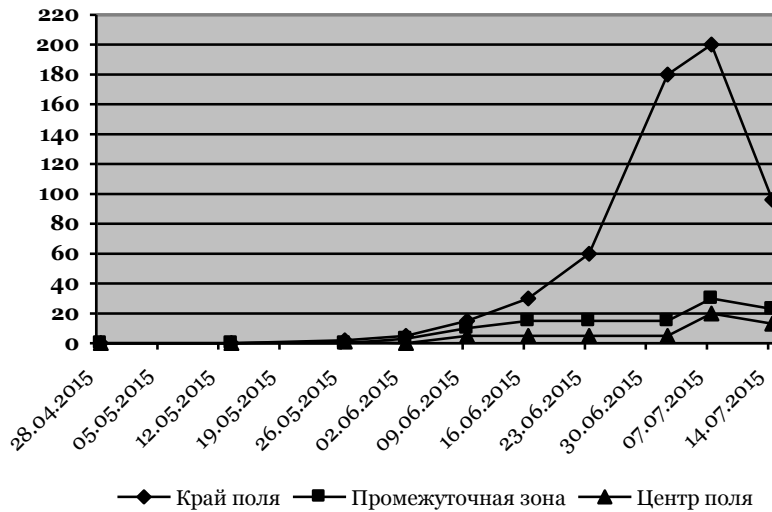


Рис. 1. Динамика численности *A. evonymi* (в учетный период) в пункте Гонки, поле 1
 Fig. 1. Dynamic of *A. evonymi* number (in count period) at Gonki point, field 1

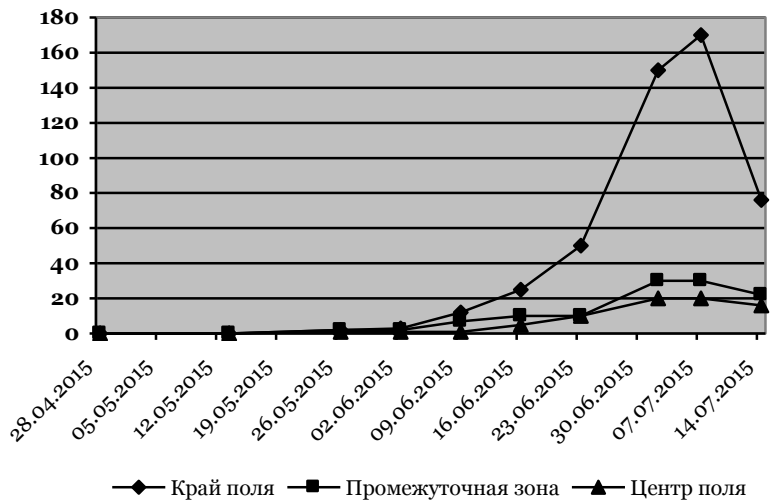


Рис. 2. Динамика численности *A. evonymi* (в учетный период) в пункте Гонки, поле 2
 Fig. 2. Dynamic of *A. evonymi* number (in count period) at Gonki point, field 2

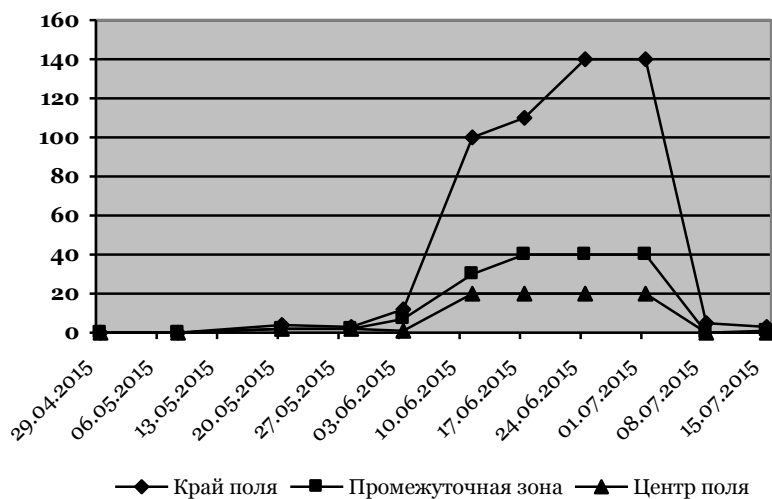


Рис. 3. Динамика численности *A. evonymi* (в учетный период) в пункте Майский, поле 1
 Fig. 3. Dynamic of *A. evonymi* number (in count period) at Majskiy point, field 1

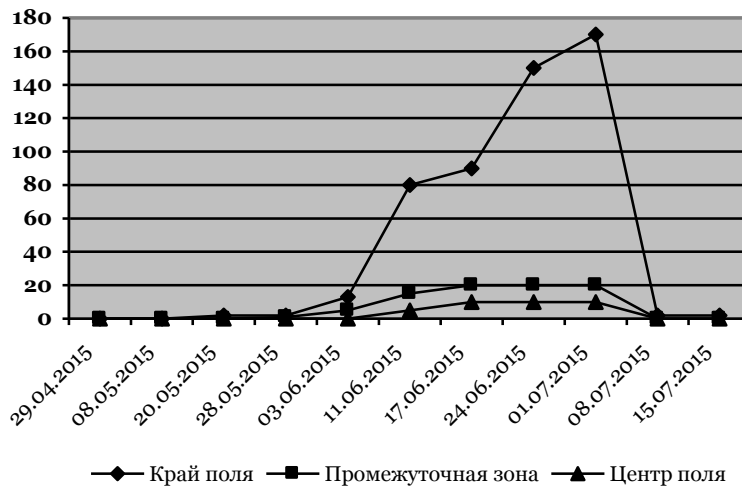


Рис. 4. Динамика численности *A. evonymi* (в учетный период) в пункте Майский, поле 2
 Fig. 3. Dynamic of *A. evonymi* number (in count period) at Majsjskiy point, field 2

Динамика численности тлей (Homoptera: Aphididae) на пшеничных полях в окрестностях г. Белгорода в мае–июле 2015 г.

Таблица 3

Dynamics of Aphids (Homoptera: Aphididae) number in wheat fields around Belgorod in May–July 2015

Table 3

Дата	Бересклетовая тля – <i>Aphis evonymi</i>	Черемуховая тля – <i>Rhopalosiphum padi</i>	Сорговая тля – <i>Rhopalosiphum maidis</i>	Розанно-злаковая тля – <i>Metopolophium dirhodum</i>	Σ
1	2	3	4	5	6
Гонки, поле 1					
28.04.2015	0: 0; 0; 0*	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0
13.05.2015	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0
26.05.2015	3: 2; 0; 1	4: 3; 1; 0	3: 2; 0; 1	1: 1; 0; 0	11: 8; 1; 2
02.06.2015	8: 5; 3; 0	10: 8; 2; 0	2: 2; 0; 0	2: 2; 0; 0	22: 17; 5; 0
09.06.2015	30: 15; 10; 5	20: 17; 3; 0	6: 6; 0; 0	4: 3; 0; 1	60: 41; 13; 6
16.06.2015	50: 30; 15; 5	70: 50; 16; 4	10: 8; 2; 0	3: 3; 0; 0	133: 91; 33; 9
23.06.2015	80: 60; 15; 5	180: 130; 30; 20	12: 8; 4; 0	4: 4; 0; 0	276: 202; 49; 25
02.07.2015	200: 180; 15; 5	170: 130; 30; 10	12: 9; 3; 0	5: 5; 0; 0	387: 324; 48; 15
07.07.2015	250: 200; 30; 20	200: 160; 35; 5	16: 10; 2; 4	6: 4; 2; 0	472: 374; 69; 29
14.07.2015	132: 96; 23; 13	101: 74; 23; 4	7: 4; 3; 0	2: 1; 1; 0	242: 175; 50; 17
Гонки, поле 2					
28.04.2015	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0
13.05.2015	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0
26.05.2015	5: 2; 2; 1	5: 2; 2; 1	1: 1; 0; 0	1: 0; 1; 0	12: 5; 5; 2
02.06.2015	6: 3; 2; 1	5: 3; 2; 0	3: 2; 1; 0	2: 2; 0; 0	16: 10; 5; 1
09.06.2015	20: 12; 7; 1	25: 18; 5; 2	4: 4; 0; 0	2: 2; 0; 0	51: 36; 12; 3
16.06.2015	40: 25; 10; 5	50: 30; 10; 10	11: 9; 2; 0	3: 3; 0; 0	104: 67; 22; 15
23.06.2015	70: 50; 10; 10	180: 130; 30; 20	12: 6; 3; 3	2: 2; 0; 0	264: 188; 43; 33
02.07.2015	200: 150; 30; 20	170: 130; 30; 10	12: 8; 1; 3	3: 3; 0; 0	385: 291; 61; 33
07.07.2015	220: 170; 30; 20	90: 60; 19; 11	11: 7; 3; 1	7: 5; 0; 2	328: 242; 52; 34
14.07.2015	114: 76; 22; 16	62: 41; 16; 5	6: 3; 2; 1	4: 2; 1; 1	186: 122; 41; 23
Майский, поле 1					
29.04.2015	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0
08.05.2015	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0
20.05.2015	8: 4; 2; 2	8: 5; 2; 1	3: 3; 0; 0	0: 0; 0; 0	19: 12; 4; 3
28.05.2015	7: 3; 2; 2	9: 5; 3; 1	4: 3; 1; 0	2: 2; 0; 0	22: 13; 6; 3
03.06.2015	20: 12; 7; 1	25: 18; 5; 2	5: 4; 1; 0	2: 2; 0; 0	52: 36; 13; 3
11.06.2015	150: 100; 30; 20	130: 90; 30; 10	10: 8; 2; 0	5: 4; 0; 1	295: 202; 62; 31
17.06.2015	170: 110; 40; 20	150: 110; 30; 10	20: 14; 4; 2	7: 5; 2; 0	347: 239; 76; 32
24.06.2015	200: 140; 40; 20	150: 100; 30; 20	22: 18; 2; 2	8: 5; 3; 0	380: 263; 75; 42
01.07.2015	250: 190; 40; 20	160: 110; 30; 10	21: 15; 5; 1	10: 8; 2; 0	341: 323; 77; 41
08.07.2015	5: 5; 0; 0	250: 180; 50; 20	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	255: 185; 50; 20
15.07.2015	4: 3; 1; 0	123: 72; 34; 17	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	127: 75; 35; 17



Окончание таблицы 3
End of table 3

Майский, поле 2					
29.04.2015	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0
08.05.2015	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0
20.05.2015	2: 2; 0; 0	3: 2; 0; 1	2: 1; 1; 0	1: 1; 0; 0	8: 6; 1; 1
28.05.2015	3: 2; 1; 0	5: 3; 2; 0	2: 2; 0; 0	1: 1; 0; 0	11: 8; 3; 0
03.06.2015	18: 13; 5; 0	20: 17; 3; 0	3: 3; 0; 0	3: 2; 1; 0	44: 35; 9; 0
11.06.2015	100: 80; 15; 5	100: 80; 15; 5	9: 5; 2; 2	2: 2; 0; 0	211: 167; 32; 12
17.06.2015	120: 90; 20; 10	110: 90; 15; 5	11: 8; 3; 0	4: 4; 0; 0	245: 192; 38; 15
24.06.2015	180: 150; 20; 10	130: 100; 20; 10	15: 10; 2; 3	3: 3; 0; 0	328: 263; 42; 23
01.07.2015	200: 170; 20; 10	130: 90; 20; 20	16: 12; 3; 1	5: 3; 2; 0	351: 275; 45; 31
08.07.2015	2: 2; 0; 0	150: 100; 30; 20	1: 1; 0; 0	0: 0; 0; 0	153: 103; 30; 20
15.07.2015	2: 2; 0; 0	83: 60; 15; 8	0: 0; 0; 0	0: 0; 0; 0	85: 62; 15; 0

Примечание: * здесь и далее: общее число экземпляров в учете, число экземпляров в краевой, промежуточной и центральной зонах поля.

Учеты в Шебекинском районе, сев. с. Архангельское (поле на опушке дубравы, около 5 га, пшеница, 29 км от г. Белгород) и в Яковлевском районе (поле на плакоре около 7 га, 19 км от г. Белгород) позволили обнаружить еще один вид, вредящий пшенице – Вязово-злаковую (корневую) тлю – *Tetraneura ulmi* F.

Заключение

Исследования, проведенные в 2015 году в двух стационарных пунктах на четырех пшеничных полях и в маршрутных учетах в окрестностях города Белгород, позволили отметить здесь 5 вида тлей, вредящих пшенице: Бересклетовая тля – *Aphis evonymi*, Черемуховая тля – *Rhopalosiphum padi*, Сорговая тля – *Rhopalosiphum maidis*, Розанно-злаковая тля – *Metopolophium dirhodum* и Вязово-злаковую (корневую) тлю – *Tetraneura ulmi* F.

Результаты изучения динамики численной плотности тлей на пшеничных полях, подтверждают определяющее значение в ней состава растительности на обочинах полей и смежных с ними угодий. Агротехника выращивания пшеницы имеет в видовом составе «злаковых» тлей и их численной плотности второстепенное значение. Явное доминирование в пунктах учетов проявили виды, мигрирующие с бересклетов и черемухи из прилежащих лесных массивов, а пик численности тлей приходится на II декаду июня – I декаду июля.

Библиографический список References

1. Википедия. Свободная энциклопедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Дата обращения 1-10.08.2015)
WikipediYA. Svobodnaya entsiklopediya. <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Data obrashcheniya 1-10.08.2015) Wikipedia. [Free Encyclopedia. <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Date treatment 1-10.08.2015)] (in Russian)
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.
Mayevskiy P.F. Flora sredney polosy yevropeyskoy chasti Rossii. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006. 600 s. [Majewski PF Flora of middle belt of the European part of Russia]. M.: Association of scientific publications of KMK, 2006. 600 pp. (in Russian)
3. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей зерновых культур в СССР / В.С. Великань, В.Б. Голуб, Е.Л. Гурьева и др.; Сост. Л.М. Копанева. Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1980. 335 с.
Opredelitel' vrednykh i poleznykh nasekomykh i kleshchey zernovykh kul'tur v SSSR / V.S. Velikan', V.B. Golub, Ye.L. Gur'yeva i dr.; Sost. L.M. Kopaneva. L.: Kolos, Leningr. Otd-niye, 1980. 335 p. [Key to harmful and useful insects and mites of grain cultures in the USSR / V.S. Giants, V.B. Golub, E.L. Guriev, etc.; Comp. L.M. Kopaneva. L.: Kolos, Leningrad. Dep-tion, 1980. 335 pp. (in Russian)]
4. Фитосанитарный прогноз развития и распространения вредителей, болезней, сорной растительности и рекомендации по борьбе с ними в хозяйствах Белгородской области в 2010 году. 2010. Белгород: ИП Данилюк Л.П., 114 с.
Fitosanitarnyy prognos razvitiya i rasprostraneniya vreditel'ey, bolezney, sornoy rastitel'nosti i rekomendatsii po bor'be s nimi v khozyaystvakh Belgorodskoy oblasti v 2010 godu. Belgorod: IP Danilyuk L.P., 2010. 114 p. [Phytosanitary forecast for the development and spread of pests, diseases, weeds and recommendations to deal with them in the farms of the Belgorod region in 2010]. Belgorod: SP Danyluk, L.P. 114 pp. (in Russian)
5. Blackman R.L., Eastop V.F. 2008. Aphids in natural and managed ecosystems. *In* Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. / [Ed.] Nieto Nafria JM & Dixon A.F.G. John Wiley & Sons. P. 325-327.



-
6. Douglas A.E., van Emden H.F. 2007. Nutrition and symbiosis. *In*. Aphids as Crop Pests / [Ed.] Helmut Fritz Van Emden, Richard Harrington. CABI Publishing. P. 115-134.
 7. Ling H.Q., Zhu Y, Keller B. 2003. High-resolution mapping of the leaf rust diseases resistance gene Lr1 in wheat and characterization of BAC clones from the Lr1 locus // *Theoretical and applied genetics*. 106. P. 875-882.
 8. Sharma I. 2012. Diseases in wheat crops – an introduction. *In* Disease resistance in wheat / [Ed.] Indu Sharma. Wallingford, Oxford shire; Cambridge, MA: CABI. P. 1-17.



УДК 595.754.1 (470.57)

КЛОПЫ-СЛЕПНЯКИ (ТЕТЕРОПТЕРА, МИРИДАЕ) ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА. I. БРИОКОРИНАЕ, ДЕРАЕОКОРИНАЕ, МИРИНАЕ

PLANT BUGS (HETEROPTERA, MIRIDAE) OF THE SOUTH URALS STATE NATURAL RESERVE. I. BRYOCORINAE, DERAEOCORINAE, MIRINAE

Н.Н. Винокуров¹, В.Б. Голуб², А.Н. Зиновьева³
N.N. Vinokurov¹, V.B. Golub², A.N. Zinovieva³

¹Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Россия, 677890, г. Якутск, пр. Ленина, 4

²Воронежский государственный университет, Россия, 394006, г. Воронеж, Университетская пл. 1

³Институт биологии Коми НЦ УРО РАН, Россия, 167000, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28

¹Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41, Lenin Av, Yakutsk, 677890, Russia

²Voronezh state University, 1, Universitetskaya Sq., Voronezh, 394006, Russia

³Institute of Biology Komi Scientific Center UBRAS, 28, Kommunisticheskaya St, Syktyvkar, 167982, Russia

E-mail: n_vinok@mail.ru; v.golub@inbox.ru; aurika_z@mail.ru

Ключевые слова: Южно-Уральский заповедник, Башкортостан, полужесткокрылые, слепняки, Heteroptera, Miridae, фауна.

Key words: South Urals Natural Reserve, Bashkortostan, Heteroptera, Miridae, plant bugs, fauna.

Аннотация. По материалам сборов авторов в 2014 году и с учетом литературных данных в Южно-Уральском заповеднике и на прилегающей территории выявлен 61 вид клопов-слепняков (Heteroptera, Miridae), относящихся к подсемействам Bryocorinae (6 видов), Deraeocorinae (4 вида) и Mirinae (51 вид). Из них 5 видов Bryocorinae, 2 вида Deraeocorinae и 28 видов Mirinae впервые указываются для заповедника и Республики Башкортостан в целом. *Trigonotylus fuscitarsis* Lammes (Mirinae) впервые указывается для Южного Урала, *Phytocoris varipes* Boheman (Mirinae) – для всего Урала.

Виды, выявленные в ландшафтах горно-таежного типа, распространены широко в долготном и широтном направлениях. Преобладающие типы ареалов по долготному распространению – голарктические, транспалеарктические и европейско-сибирские. В широтном аспекте ареалы большинства выявленных в заповеднике видов носят интразональный характер и охватывают несколько ландшафтных зон, в основном, в пределах бореального и суббореального поясов. Меньшее число видов распространено в суббореальном и субтропическом поясах или в ряде зон от бореального пояса до субтропического.

На луговых и остепненных участках выявлены виды, отчетливо тяготеющие к мезоксерофитным и ксерофитным условиям: *Lygus gemellatus gemellatus*, *Orthops campestris*, *Phytocoris insignis* и некоторые другие.

Resume. 61 species of plant bugs (Heteroptera, Miridae) belonging to the subfamilies Bryocorinae (6 species), Deraeocorinae (4 species) and Mirinae (51 species) have been identified on the base of materials collected by the authors in the South Urals State Natural Reserve and adjacent territory in 2014 and taking into account the literature data by previous authors. Of these, 5 species Bryocorinae, 2 species Deraeocorinae and 28 species Mirinae are recorded for the first time from the reserve and the Republic of Bashkortostan as a whole. *Trigonotylus fuscitarsis* Lammes (Mirinae) is recorded for the first time from the Southern Urals, *Phytocoris varipes* Boheman (Mirinae) – from the Urals on the whole.

Most of the materials have been collected in the landscapes of mountain-taiga type. Identified species are widely distributed in the longitudinal and latitudinal directions. Holarctic, Transpalaearctic and European-Siberian areas of the longitudinal distribution are the predominant types.

The most species revealed in the reserve have intrazonal areas by latitudinal extent. These areas cover several geographical zones, within the boreal and subboreal geographical belts mainly. Smaller numbers of species are distributed in subboreal and subtropical geographical belts or in several zones from the boreal belt to subtropical one. The species having such polyzonal distributions are distinctly eurytopic ones with very adaptive capacity (*Adelphocoris lineolatus*, *Liocoris tripustulatus* et al.). Some of them live on trees in mesophytic conditions (*Deraeocoris serenus*).

A number of species revealed in open and well lighted meadows and steppe areas of the surveyed region (mainly outside the reserve) are confined to mezo-xerofitic and xerophytic conditions: *Lygus gemellatus gemellatus*, *Orthops campestris*, *Phytocoris insignis* and others.

Введение

В фауне полужесткокрылых России семейство Miridae является самым представительным по числу видов; в европейской части России распространено 470 видов [Kerzhner, Josifov, 1999]. На Южном Урале клопы-слепняки изучены неравномерно: из Оренбургской области указано около 150 [Кириченко, 1954], Ильменского заповедника Челябинской области – 71 [Аглямзянов, Лагунов, 1994]. В фауне Республики Башкортостан

прежде было известно немногим более 50 видов этого семейства [Кириченко, 1951; Михайлова, 1969; Винокуров, 1977; Дюжаева, 2002; Мигранов и др. 2010]. Из них 45 видов И.В. Дюжаева [2002] приводит для Южно-Уральского заповедника (далее – ЮУГПЗ), основная площадь которого (90%) располагается в пределах Башкирии. На основе наших сборов летом 2014 года в ЮУГПЗ и на прилегающей территории список клопов-слепняков (Miridae) заповедника был значительно дополнен и на сегодня включает не менее 85 видов из 5 подсемейств. Материалы по данному семейству будут нами опубликованы в двух частях. В настоящей статье приводятся сведения о 61 виде из подсемейств Bryocorinae (6 видов), Deraeocorinae (4 вида) и Mirinae (51 вид).

Материал и методы

Материал для статьи был собран в ходе полевых исследований гемиптерофауны ЮУГПЗ и прилегающих территорий, проводившихся в конце июля и первой половине августа 2014 года.

Заповедник расположен в центральной, наиболее высокой части Южного Урала. Основная часть сборов материала была проведена в центральной среднегорной части заповедника, которая образована несколькими видами и подвидами ландшафтов горно-таежного типа [Кадильников, 1975]. Кроме того, часть материала собрана вдоль шоссе Уфа–Инзер по облесенным и остепненным склонам низкогорий, на лугах припойменных террас, в отдельных лесонасаждениях и по их краям.

При сборе клопов применялись методы, описанные в монографии В.Б. Голуба и др. [2012]: кошение энтомологическим сачком по травянистой, кустарниковой и древесной растительности, лов насекомых экстрактором с поверхности почвы и в подстилке под растениями, во мху. Всего собрано и обработано 270 экземпляров, относящихся к 61 виду анализируемых здесь трех подсемейств Miridae. Виды, впервые указываемые для Южно-Уральского заповедника, в тексте отмечены звездочкой (*). Сведения об общем распространении видов основаны здесь на данных, содержащихся в Каталоге полужесткокрылых Палеарктике [Kerzhner, Josifov, 1999] и результатах обработки авторами коллекционных материалов Зоологического института РАН (С.-Петербург).

Результаты исследования

Аннотированный список клопов-слепняков Южно-Уральского государственного природного заповедника и прилегающих территорий

Подсемейство Bryocorinae Baerensprung, 1860

1. **Bryocoris pteridis* (Fallén, 1807).

Материал. Окрестности п. Реветь, ручей по дороге на гору Малый Ямантау, 510 м (N 54°10', E 057°38'), 2.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 11 ♀.

Распространение. Европейско-сибирский вид, живет на папоротнике.

2. *Monalocoris filicis* (Linnaeus, 1758).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м, (N 54°11', E 57°37'), 31.VII–3.VIII.2014 (Винокуров), 5 ♂, 2 ♀; окрестности п. Реветь, ручей по дороге на гору Малый Ямантау, 510 м (N 54°10', E 057°38'), 2.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 5 ♂, 6 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 736 м (N 54°10', E 57°40'), 30.VII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Транспалеарктический вид, живет на папоротнике.

3. **Dicyphus globulifer* (Fallén, 1829).

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров), 2 ♀.

Распространение. Европейско-сибирский вид.

4. **Dicyphus constrictus* (Boheman, 1852).

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 736 м, на малине (N 54°10', E 57°40'), 30.VII.2014 (Зиновьева), 1 ♂, 3 ♀; окрестности п. Реветь, ручей по дороге на гору Малый Ямантау, 510 м (N 54°10', E 057°38'), 2.VIII.2014, на траве и пихте (Голуб, Зиновьева), 2 ♂, 3 ♀; окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Суббореальный европейский вид.

5. **Dicyphus errans* (Wolff, 1804).

Материал. Окрестности п. Реветь, ручей по дороге на гору Малый Ямантау, 510 м (N 54°10', E 057°38'), 2.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м, луг



(N 54°11', E 57°40'), 30.VII.2014 (Голуб), 1 ♂, 1 ♀; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, остепненный склон, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂; окрестности с. Бердагулово, 425 м, в нижней части склона (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Голуб), 2 ♂, 1 ♀.

Распространение. Суббореальный западно-палеарктический вид.

6. **Bothynotus pilosus* (Boheman, 1852).

Материал. Р. Реветь, кордон «хутор Низамкина», 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♀.

Распространение. Голарктический вид.

Подсемейство Deraeocorinae Douglas et Scott, 1865

1. **Deraeocoris lutescens* (Schilling, 1837).

Материал. Шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♀; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂.

Распространение. Западнопалеарктический вид.

2. **Deraeocoris olivaceus* (Fabricius, 1777).

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 736 м (N 54°10', E 57°40'), 30.VII.2014 (Голуб), 1 ♀.

Распространение. Трансевразийский вид.

3. *Deraeocoris ruber* (Linnaeus, 1758).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 4 ♂, 2 ♀.

Распространение. Западнопалеарктический вид, завезен в Новый Свет.

4. *Deraeocoris serenus* (Linnaeus, 1758).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. Окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀.

Распространение. Суббореально-субтропический транспалеаркт.

Подсемейство Mirinae Hahn, 1833

1. *Adelphocoris lineolatus* (Goeze, 1778).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 6 ♀; правый берег р. Малый Инзер, «Башкирская гора», 2 км СЗ п. Реветь, 375 м (N 54°11', E 57°36'), 9.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂; окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 5 ♀; 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Голуб), 3 ♂, 1 ♀; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, остепненный склон, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 2 ♂, 1 ♀; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀; хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 3 ♀; р. Реветь, кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀; п. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Голуб, Зиновьева), 1 ♂, 3 ♀.

Распространение. Полизоальный транспалеарктический вид.

2. **Adelphocoris quadripunctatus* (Fabricius, 1794).

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII-10.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 6 ♂, 4 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 1 ♂, 3 ♀; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; р. Реветь, кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Зиновьева), 3 ♂, 1 ♀.

Распространение. Транспалеарктический вид.

3. **Adelphocoris seticornis* (Fabricius, 1775).

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 7 ♂, 1 ♀; шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Европейско-сибирский вид.

4. **Adelphocoris ticinensis* (Meyer-Dur, 1843).
Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 10.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀.
Распространение. Западнопалеарктический, преимущественно суббореально-субтропический, вид.
5. **Apolygus lucorum* (Meyer-Dür, 1843).
Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 3.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 1 ♂, 5 ♀; окрестности п. Реветь, левый берег р. Малый Инзер, 297 м (N 54°10', E 57°36'), 10.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂.
Распространение. Трансевразийский вид.
6. *Apolygus spinolae* (Meyer-Dür, 1841).
Литература. Дюжаева, 2002.
Материал. Кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂, 1 ♀.
Распространение. Трансевразийский вид.
7. **Calocoris roseomaculatus roseomaculatus* (De Geer, 1773).
Материал. Окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂, 2 ♀.
Распространение. Бореально-суббореальный европейский вид.
8. **Charagochilus gyllenhalii* (Fallen, 1807).
Материал. Шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂.
Распространение. Бореально-субтропический западно-центральный палеарктический вид.
9. **Closterotomus biclavatus biclavatus* (Herrich-Schaeffer, 1835).
Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 736 м (N 54°10', E 57°40'), 30.VII., 6.VIII.2014 (Голуб, Зиновьева), 1 ♂, 1 ♀.
Распространение. Бореально-суббореальный западно-центральный палеарктический вид.
10. *Camptozygum aequale* (Villers, 1789).
Литература. Дюжаева, 2002.
Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 1 ♂, 1 ♀.
Распространение. Бореально-суббореальный транспалеаркт. Завезен в Сев. Америку. Живет на сосне.
11. **Capsodes gothicus gothicus* (Linnaeus, 1758).
Материал. Хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.
Распространение. Бореально-суббореальный евразийский вид.
12. *Capsus ater* (Linnaeus, 1758).
Литература. Дюжаева, 2002.
Распространение. Голарктический вид, на лугах живет на злаках. Из Башкирии (Белебей) указан Винокуровым (1977), а с территории заповедника – Дюжаевой (2002).
Распространение. Бореально-суббореальный евразийский вид. Завезен в Сев. Америку.
13. *Capsus wagneri* (Remane, 1950).
Литература. Дюжаева, 2002.
Распространение. Европейско-сибирский вид, на лугах живет на злаках.
14. *Grypocoris sexguttatus* (Fabricius, 1777).
Литература. Кириченко, 1951; Дюжаева, 2002.
Распространение. Европейский вид. А.Н. Кириченко (1951) указан из Башкирии без конкретного местонахождения.
15. *Liocoris tripustulatus* (Fabricius, 1781).
Литература. Кириченко, 1951.
Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 3.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂, 2 ♀; кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.
Распространение. Европейско-ирано-туранский вид. А.Н. Кириченко (1951) указан из Башкирии без конкретного местонахождения. Живет на крапиве.
16. *Lygocoris contaminatus* (Fallén, 1807).
Литература. Дюжаева, 2002.



Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 1 ♂, 1 ♀; долина р. Реветь, 10 км СВ п. Реветь, 435 м (N 54°15', E 57°43'), 1.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂, ♀; кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂, 4 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 724 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Зиновьева), 2 ♂, 1 ♀; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀; хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Голарктический вид.

17. *Lygocoris pabulinus* (Linnaeus, 1761).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Винокуров), 1 ♀; долина р. Реветь, 10 км СВ п. Реветь, 435 м (N 54°15', E 57°43'), 1.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂.

Распространение. Голарктический вид.

18. *Lygus gemellatus gemellatus* (Herrich-Schaeffer, 1835).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 1 ♂, 2 ♀; п. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII-10.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 5 ♂, 8 ♀; правый берег р. Малый Инзер, «Башкирская гора», 2 км СЗ п. Реветь, 375 м (N 54°11', E 57°36'), 9.VIII.2014 (Винокуров), 3 ♂, 2 ♀; р. Реветь, кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 8 ♂, 3 ♀; окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 7 ♂, 2 ♀; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, остепненный склон, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 3 ♂, 10 ♀; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀.

Распространение. Транспалеарктический вид. И.В. Дюжаевой [2002] с территории заповедника указан как *Lygus adpersus* Schill.

19. *Lygus pratensis* (Linnaeus, 1758).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. Окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂.

Распространение. Западно-центральнопалеарктический вид.

20. **Lygus punctatus* (Zetterstedt, 1838).

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 6.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀; окрестности п. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°10', E 57°37'), 10.VIII.2014 (Зиновьева); окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀.

Распространение. Голарктический вид.

21. *Lygus rugulipennis* Porrius, 1911.

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII–10.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 5 ♂, 5 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂; окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 2 ♂, 1 ♀; шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 1 ♂, 1 ♀.

Распространение. Голарктический вид.

22. **Lygus wagneri* Remane, 1955.

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Голуб), 1 ♂, 1 ♀; р. Реветь, 15 км СВ п. Реветь, 479 м (N 54°16', E 57°45'), 1.VIII–7.VIII.2014 (Зиновьева), 2 ♂, 1 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 6.VIII.2014 (Зиновьева), 2 ♀; долина р. Реветь, 10 км СВ п. Реветь, 435 м (N 54°15', E 57°43'), 1.VIII.2014 (Голуб), 2 ♂; кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Голуб, Зиновьева), 2 ♂.

Распространение. Европейско-сибирский вид.

23. *Orthops basalis* (A. Costa, 1853).
Литература. Дюжаева, 2002.
Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°10', E 57°37'), 7.VIII.2014 (Зиновьева), 3 ♀; шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Голуб, Зиновьева), 6 ♂, 8 ♀; кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂.
Распространение. Западнопалеарктический вид.
24. *Orthops campestris* (Linnaeus, 1758).
Литература. Дюжаева, 2002.
Материал. П. Реветь, центральная усадьба, луг за ж/д мостом 285 м (N 54°10', E 57°37'), 31.VII.2014 (Зиновьева), 1 ♀; шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂.
Распространение. Западно-центральнопалеарктический вид.
25. *Orthops kalmi* (Linnaeus, 1758).
Литература. Дюжаева, 2002.
Материал. Окрестности п. Реветь, ручей по дороге на гору Малый Ямантау, 510 м (N 54°10', E 057°38'), 2.VIII.2014 (Голуб), 2 ♂.
Распространение. Западно-центральнопалеарктический вид.
26. **Phytocoris intricatus* Flor, 1861.
Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 4 ♂, 5 ♀; хр. Юша, гора Дунган–Сунган, 36 км С33 Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 2 ♂, 3 ♀; р. Реветь, кордон Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.
Распространение. Европейско-сибирский вид. Живет на хвойных деревьях, на Южном Урале живет на ели сибирской (*Picea obovata*) и пихте сибирской (*Abies sibirica*).
27. **Phytocoris longipennis* Flor, 1861.
Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м, (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Винокуров), 1 ♀, 1 лич.
Распространение. Трансевразийский вид, живет на лиственных деревьях.
28. **Phythocoris insignis* Reuter, 1876.
Материал. Окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, остепненный склон, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 2 ♂, 1 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 724 м (N 54°11', E 57°40'), 6.VIII.2014 (Голуб, Зиновьева), 3 ♂, 1 ♀; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂.
Распространение. Европейско-сибирский вид.
29. *Phytocoris pini* Kirschbaum, 1856.
Литература. Дюжаева, 2002.
Распространение. Европейско-сибирский вид, живет на хвойных деревьях.
30. **Phytocoris varipes* Boheman, 1852.
Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 7 ♂, 3 ♀.
Распространение. Европейский вид. Впервые указывается для фауны Урала. Ранее был известен с Северного Кавказа [Kerzhner, Josifov, 1999].
31. **Pinalitus rubricatus* (Fallén, 1807).
Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 3 ♀; р. Реветь, кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 14 ♂, 6 ♀; хр. Юша, гора Дунган–Сунган, 36 км С33 Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 6 ♂, 18 ♀.
Распространение. Европейско-сибирский вид, живет на ели сибирской (*Picea obovata*) и пихте сибирской (*Abies sibirica*).
32. **Polymerus brevicornis* (Reuter, 1879).
Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м, остепненный склон (N 54°11', E 57°37'), 31.10, VIII.2014 (Голуб), 4 ♀; р. Реветь, 15 км СВ п. Реветь, 479 м (N 54°16', E 57°45'), 1.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, 269 м, остепненный склон (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂, 1 ♀.
Распространение. Суббореальный транспалеаркт. Заселяет преимущественно степи и остепненные участки.
33. *Polymerus cognatus* (Fieber, 1858).
Литература. Дюжаева, 2002, Мигранов, Саттаров, 2010.



Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 9.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 1 ♂, 4 ♀; шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀.

Распространение. Голарктический вид. Собран на остепненном лугу на пологом склоне под автодорогой и на поляне между лесополосами. Из Башкирии без конкретного местонахождения указан А.Н. Кириченко [1951], с территории заповедника – И.В. Дюжаевой [2002] и М.Г. Миграновым и В.Н. Саттаровым [2010].

34. **Polymerus unifasciatus* (Fabricius, 1794).

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 9.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 1 ♂, 4 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 6.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂, 1 ♀; правый берег р. Малый Инзер, «Башкирская гора», 2 км СЗ п. Реветь, 375 м (N 54°11', E 57°36'), 9.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; Окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, остепненный склон, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Голуб, Зиновьева), 1 ♂, 1 ♀; шоссе Уфа–Инзер, 18 км В с. Архангельское, 238 м (N 54°23', E 57°03'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂, 1 ♀; кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Голарктический вид. На лугах, живет на подмаренниках (Gallium).

35. **Polymerus vulneratus* (Panzer, 1806).

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 10.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 2 ♂, 1 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м, луг (N 54°11', E 57°40'), 30.VII.2014 (Голуб), 1 ♂; кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, остепненный склон, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 2 ♀; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Зиновьева), 2 ♂.

Распространение. Голарктический вид.

36. **Polymerus carpaticus* (Horváth, 1882).

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 6.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂; п. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Винокуров, Голуб), 1 ♂.

Распространение. Европейско-сибирский вид. На лугах, живет на подмаренниках (Gallium).

37. **Polymerus nigrita* (Fallén, 1807).

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 8 ♂, 9 ♀; долина р. Реветь, 10 км СВ п. Реветь, 435 м (N 54°15', E 57°43'), 1.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀; р. Реветь, 15 км СВ п. Реветь, 479 м (N 54°16', E 57°45'), 1.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 1 ♂, 1 ♀; хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 2 ♂, 1 ♀; кордон «хутор Низамкина», 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂; шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Европейско-сибирский вид. На лугах, живет на подмаренниках (Gallium).

38. **Stenotus binotatus* (Fabricius, 1794).

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 5 ♀; кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Европейско-сибирский вид, завезенный за пределы Палеарктики.

39. *Leptopterna albescens* (Reuter, 1891).

Материал. Окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♀.

Распространение. Евразийский степной вид. Из Башкирии указан А.Н. Кириченко [1951] и Н.Н. Винокуровым [1977]. Собран кошением энтомологическим сачком на остепненном склоне надпойменной террасы южной экспозиции.

40. *Leptopterna dolabrata* (Linnaeus, 1758).

Литература. Винокуров, 1977; Дюжаева, 2002.

Материал. гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 736 м, луг (N 54°10', E 57°40'), 6.VIII.2014 (Голуб), 1 ♂; Кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂.

Распространение. Голарктический вид. На лугах, живет на злаках. Из Башкирии (Шафраново) указан Н.Н. Винокуровым [1977], с территории заповедника – Дюжаевой [2002].

41. *Megaloceroea recticornis* (Geoffroy, 1785).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII–3.VIII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 5 ♀; кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂, 2 ♀; гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 736 м (N 54°10', E 57°40'), 30.VII.2014 (Зиновьева), 2 ♂; шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀; хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Западно-центральнопалеарктический вид, завезенный в Северную Америку и Новую Зеландию.

42. **Myrmecoris gracilis* (R. F. Sahlberg, 1848)

Материал. Окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Бореально-суббореальный транспалеаркт.

43. **Notosira erratica* (Linnaeus, 1758).

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Винокуров), 1 ♀; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Голуб), 1 ♀;

Распространение. Европейско-восточномедиземноморско-алтайский вид.

44. **Stenodema calcarata* (Fallén, 1807).

Литература. Дюжаева, 2002.

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Винокуров, Зиновьева), 1 ♂, 2 ♀; окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♀.

Распространение. Транспалеарктический вид.

45. **Stenodema trispinosa* Reuter, 1904.

Материал. П. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Зиновьева), 1 ♂; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀.

Распространение. Бореально-субтропический транспалеаркт.

46. **Stenodema holsata* (Fabricius, 1787).

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 31.VII., VIII.2014 (Голуб), 1 ♂, 1 ♀; п. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII.2014 (Голуб, Зиновьева), 4 ♂, 2 ♀; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, сосновые насаждения, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂, 1 ♀; хр. Юша, гора Дунган-Сунган, 36 км СЗЗ Белорецка, 1030 м (N 54°04', E 57°52'), 8.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♂.

Распространение. Бореально-суббореальный транспалеаркт.

47. **Stenodema laevigata* (Linnaeus, 1758).

Материал. Окрестности п. Реветь, ручей по дороге на гору Малый Ямантау, 510 м (N 54°10', E 57°38'), 2.VIII.2014 (Голуб), 2 ♀; Шоссе Уфа–Инзер, 7 км В с. Архангельское, 180 м (N 54°24', E 56°53'), 5.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 3 ♀.

Распространение. Западно-центральнопалеарктический вид.

48. **Stenodema virens* (Linnaeus, 1767).

Материал. Окрестности п. Реветь, ручей по дороге на гору Малый Ямантау, 510 м (N 54°10', E 57°38'), 2.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 1 ♂, 1 ♀.

Распространение. Западно-центральнопалеарктический вид.

49. *Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy, 1902).

Литература. Михайлова, 1996; Дюжаева, 2002.

Материал. Гора Малый Ямантау, 4 км В п. Реветь, 700 м (N 54°11', E 57°40'), 30.VII, 6.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 10 ♂, 9 ♀; окрестности п. Реветь, ручей по дороге на гору Малый Ямантау, 510 м (N 54°10', E 57°38'), 2.VIII.2014 (Зиновьева), 1 ♀; п. Реветь, центральная усадьба, 285 м (N 54°11', E 57°37'), 31.VII–10.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 11 ♂, 10 ♀; правый берег р. Малый Инзер, «Башкирская гора», 2 км СЗ п. Реветь, 375 м (N 54°11', E 57°36'), 9.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂; р. Реветь, кордон "хутор Низамкина", 502 м (N 54°17', E 57°47'), 1.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂, 2 ♀; окрестности п. Инзер, Новохасановка, у ж/д моста, ЮВ склон, 349 м (N 54°13', E 57°34'), 4.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 2 ♂, 5 ♀, 1 личинка 5-го возраста; окрестности с. Тереклы, 12 км СВВ с. Архангельское, правый берег р. Басу, ослепленный склон, 269 м (N 54°26', E 56°57'), 5.VIII.2014 (Винокуров), 1 ♂; окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Винокуров, Голуб, Зиновьева), 8 ♂, 30 ♀.

Распространение. Голарктический вид. Этот вид под названием *Trigonotylus ruficornis* Geoffr. как вредитель зерновых культур из равнинных территорий Башкирии указывался Н.М. Михайловой [1996], а с территории заповедника – И.В. Дюжаевой [2002].



50. **Trigonotylus fuscitarsis* Lammes, 1987.

Материал. Окрестности с. Бердагулово, 425 м (N 54°09', E 57°46'), 7.VIII.2014 (Винокуров, Голуб), 6 ♂, 6 ♀.

Распространение. Североевропейский вид. Впервые обнаружен на Южном Урале. Собран в подножье каменистого склона южной экспозиции на злаках под кустами ивы, растущих на берегу водоема.

51. *Pithanus maerkeli* (Herrich-Schaeffer, 1838).

Литература. Дюжаева, 2002.

Распространение. Европейский вид.

Заключение

По материалам сборов авторов в 2014 году и с учетом литературных данных в Южно-Уральском заповеднике и на прилегающей территории выявлен 61 вид клопов-слепняков (Heteroptera, Miridae) из подсемейств Вгусогинае (6 видов), Дераеосогинае (4 вида) и Миринае (51 вид). 32 вида указываются впервые для заповедника и Республики Башкортостан, в целом, в связи с наличием лишь единичных публикаций по фауне полужесткокрылых предыдущих авторов (см. список литературы). Из них в подсемействе Вгусогинае новыми для фауны республики являются 5 видов, Дераеосогинае – 2 вида, Миринае – 25 видов. *Trigonotylus fuscitarsis* Lammes (Mirinae) впервые указывается для Южного Урала, *Phytocoris varipes* Boheman (Mirinae) – для всего Урала.

Зоогеографические особенности фауны клопов-слепняков (Heteroptera, Miridae) подсемейств Вгусогинае, Дераеосогинае и Миринае горных и предгорных районов ЮУГПЗ и прилегающих территорий (Южный Урал) заключаются в следующем.

Основные сборы проведены нами в ЮУГПЗ в ландшафтах горно-таежного типа [Кадильников, 1975] – хребтовых, межгорных депрессий (лугово-лесных, аккумулятивных горнодолинных равнин, склоновых, темно- и светлохвойнолесных и др.). В связи с этим большинство выявленных видов обладает широкими ареалами, как в долготном, так и широтном направлениях. Преобладающие типы ареалов по долготному принципу – голарктические, транспалеарктические и европейско-сибирские (обычно доходящие на востоке до Байкала или Якутии, реже – ограниченные Западной Сибирью). Ареалы лишь трех видов охватывают бореальные и суббореальные территории только Европы и, как мы установили, еще и Урала (*Grypocoris sexguttatus*, *Phytocoris varipes*, *Trigonotylus fuscitarsis*). Большинство из очень широко распространенных видов, как хортобионтов, так и дендро- и тамнобионтов, приурочено в своем обитании к мезофитным стациям.

В широтном аспекте ареалы большинства выявленных в заповеднике видов носят интразональный характер и охватывают несколько ландшафтных зон в пределах, чаще всего, бореального и суббореального поясов. Меньшее число видов распространено в суббореальном и субтропическом поясах или даже в ряде зон от бореального пояса до субтропического. К таким видам с полизональным распространением относятся отчетливо эвритопные виды с очень широкими адаптивными возможностями (*Adelphocoris lineolatus*, *Liocoris tripustulatus* и др.). При этом некоторые из них приурочены к древесному ярусу, обитая в мезофитных условиях (*Deraeocoris serenus*).

На открытых, хорошо инсолируемых луговых и остепненных участках в пределах обследованной территории (в основном за пределами заповедника) выявлено небольшое число видов, тяготеющих к мезоксерофитным и ксерофитным условиям: *Lygus gemellatus gemellatus*, *Orthops campestris*, *Phytocoris insignis* и некоторые другие.

Благодарности

Авторы глубоко благодарны директору заповедника Ф.Х. Алибаеву, зам. директора, к.б.н. Ю.П. Горичеву и научному сотруднику, к.б.н. В.Н. Алексееву за консультации при планировании полевых работ и выделении автотранспорта для разездов. Исследования поддержаны грантами РФФИ № 13-04-00660-а, 15-04-02326-а и № 14-04-11015-к.

Список литературы References

1. Аглямзянов Р.С., Лагунов А.В. 1994. Фауна полужесткокрылых Ильменского заповедника (Heteroptera, Insecta). В кн.: Материалы по флоре и фауне Челябинской области. Миасс: 30-47.

Aglyamzjanov R.S., Lagunov A.V. 1994. Fauna poluzhestkokrylyh Il'menskogo zapovednika (Heteroptera, Insecta). In: Materialy po flore i faune Cheljabinskoy oblasti [Materials on the flora and fauna of the Chelyabinsk area]. Miass: 30-47. (in Russian)

2. Винокуров Н.Н. 1977. К систематике и внутривидовой изменчивости клопов-слепняков рода *Capsus* F. (Heteroptera, Miridae). Энтомологическое обозрение, 56 (1): 103–115.
- Vinokurov N.N. 1977. By taxonomy and intraspecific variation plant bugs genus *Capsus* F. (Heteroptera, Miridae). Entomologicheskoe obozrenie [Entomological Review], 56 (1): 103–115. (in Russian)
3. Винокуров Н.Н. 1981. Клопы-слепняки рода *Leptopterna* Fieb. (Heteroptera, Miridae) фауны СССР и сопредельных стран. В кн.: Труды Зоологического института АН СССР. Л., Наука: 93–115.
- Vinokurov N.N. 1981. Plant bugs genus *Leptopterna* Fieb. (Heteroptera, Miridae) of the fauna USSR and adjacent countries. In: Trudy Zoologicheskogo instituta AN SSSR [Proceedings of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences]. Leningrad, Nauka: 93–115. (in Russian)
4. Винокуров Н.Н., Канюкова Е.В., Голуб В.Б. 2010. Биоразнообразие полужесткокрылых (Heteroptera) в Северной Азии. В кн.: Энтомологические исследования в Северной Азии. Материалы VII Межрегионального совещания энтомологов Сибири и Дальнего Востока с участием зарубежных ученых (г. Новосибирск, 4–7 октября 2010 г.). Новосибирск: 49–50.
- Vinokurov N.N., Kanjukova E.V., Golub V.B. 2010. Bioraznoobrazie poluzhestkokrylykh (Heteroptera) v Severnoj Azii. In: Jentomologicheskie issledovanija v Severnoj Azii. Materialy VII Mezhregional'nogo soveshhanija jentomologov Sibiri i Dal'nego Vostoka s uchastiem zarubezhnykh uchenyh (Novosibirsk, 4–7 oktjabrja 2010 g.) [Entomological research in North Asia. Materials of the VII interregional meeting of entomological of Siberia and the Far East with the participation of foreign scientists (Novosibirsk, 4–7 October 2010)]. Novosibirsk: 49–50. (in Russian)
5. Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. 2012. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М., Товарищество научных изданий КМК, 224.
- Golub V.B., Curikov M.N., Prokin A.A. 2012. Kollekcii nasekomyh: sbor, obrabotka i hranenie materiala [Insect collection: collection, processing and storage of the material]. Moscow, Tovarishhestvo nauchnykh izdaniy KMK, 224. (in Russian)
6. Дюжаева И.В. 2002. Первые результаты изучения гетероптерофауны (Insecta, Heteroptera) Южно-Уральского государственного природного заповедника. В кн.: Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий. Материалы II Международной конференции (г. Оренбург, 17–18 декабря 2002 г.). Оренбург: 159–160.
- Djuzhaeva I.V. 2002. The first results of the study geteropterofauna (Insecta, Heteroptera) of South Ural State Nature Reserve. In: Bioraznoobrazie i bioresursy Urala i sopredel'nyh territorij: Materialy II Mezhdunarodnoj konferencii (g. Orenburg, 17-18 dekabrja 2002 g.) [Biodiversity and bioresources of the Urals and adjacent territories. Materials II international conference (Orenburg, 17–18 December 2002)]. Orenburg: 159–160. (in Russian)
7. Кадильников И.П. 1975. Горный массив Яман-Тай. В кн.: Вопросы физической географии. Уфа, 75.
- Kadil'nikov I.P. 1975. Gornyj massiv Jaman-Tau. In: Voprosy fizicheskoj geografii. Vyp. 7 [Questions of Physical Geography]. Ufa, 75. (in Russian)
8. Кириченко А.Н. 1951. Настоящие полужесткокрылые европейской части СССР (Hemiptera). Определитель и библиография. М.–Л., Изд-во АН СССР, 423.
- Kirichenko A.N. 1951. Nastojashhie poluzhestkokrylye evropejskoj chasti USSR (Hemiptera). Opredelitel' i bibliografija [Hemiptera of European part of the USSR (Hemiptera). Keys and bibliography]. Moscow–Leningrad, Izd-vo Akademii nauk USSR, 423.
9. Кириченко А.Н. 1954. Обзор настоящих полужесткокрылых районов среднего и нижнего течения р. Урала и Волжско-Уральского междуречья. В кн.: Труды Зоологического института АН СССР. Т. 16. М.–Л., Изд-во АН СССР: 285–319.
- Kirichenko A.N. 1954. Review of Hemiptera of areas of middle and lower reaches of the river Ural and of the area between Volga and Ural. In: Trudy Zoologicheskogo Institute AN SSSR. Vyp. 16. [Proceedings of the Zoological Institute of the AN SSSR. Vol. 16]. Moscow–Leningrad, Izd-vo AN SSSR: 285–319. (in Russian)
10. Мигранов М.Г., Саттаров В.Н. 2010. Энтомофауна Южно-Уральского заповедника. В кн.: Материалы по флоре и фауне Башкортостана. Вып. 1. Уфа, РИЦ БашГУ: 6–22.
- Migranov M.G., Sattarov V.N. 2010. Jentomofauna Juzhno-Ural'skogo zapovednika. In: Materialy po flore i faune Bashkortostana. Vyp. 1 [Materials on the flora and fauna of Bashkortostan. Vol. 1]. Ufa, RIC BashGU: 6–22. (in Russian)
11. Михайлова Н.А. 1969. Хлебный клоп в Башкирии. Защита растений, (9): 18–19.
- Mihajlova N.A. 1969. Bread bug in Bashkiria. Zashhita rastenij [Protection of plants], (9): 18–19. (in Russian)
12. Kerzhner I.M., Josifov M. 1999. Family Miridae. In: Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 3. Amsterdam, Netherlands Entomological Society: 1–577.



УДК 502.74:351.765

ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ В ПЕРЕЧНЕ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИИ

CHANGES AND ADDITIONS TO THE LIST OF PROTECTED SPECIES OF INVERTEBRATES TYUMEN REGION AND ITS APPLICATION

Д.Е. Галич¹, П.С. Ситников²
D.E. Galich¹, P.S. Sitnikov²

¹Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения Российской академии наук, Россия, 626152, Тюменская область, г. Тобольск, ул. им. акад. Ю. Осипова, 15

²Тюменский Центр здорового образа жизни, Россия, 625048, г. Тюмень, ул. Холодильная, 71а

¹Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 15, Acad. Yuri Osipov St, Tobolsk, Tyumen Region, 626152, Russia

²Tyumen Center of healthy lifestyle, 71A, Holodil'naya St, Tyumen, 625048, Russia

E-mail: galichdim@mail.ru; otpavl@mail.ru

Ключевые слова: охраняемые виды, беспозвоночные животные, Красная книга, Тюменская область.
Key words: protected species, invertebrates animals, Red Book, Tyumen region.

Аннотация. В статье приводятся сведения о последних изменениях и дополнениях в Перечне редких и исчезающих видов Тюменской области и его Приложении, они подготовлены на основании данных, полученных авторами и коллегами за последние 10 лет: исключен из Перечня, с переводом в Приложение 1 вид – *Orthosia opima*; возвращено в перечень – 2 вида: *Carabus menetriesi* и *Sympetrum pedemontana*; включено 6 новых для перечня видов: *Onconotus laxmanni*, *Metatropis rufescens*, *Carabus canaliculatus*, *Aphodius bimaculatus*, *Meloe uralensis* и *Cucujus haematodes*.

В Приложение к Перечню редких и исчезающих видов Тюменской области включено 3 вида: *Menesia sulphurata*, *Chrysomela vigintipunctata*, *Odontoscelis fuliginosa*; исключено из Приложения 23 вида: *Somatochlora flavomaculata*, *Aphelocheirus nawae*, *Cicindela littoralis*, *Chlaenius spoliatus*, *Cortodera femorata*, *Cryptocephalus gamma*, *Paraphilernus bilunulatus*, *Stauropus fagi*, *Pseudoterpna pruvinata*, *Sterrhia mancipiata repagulata*, *Asthena albulata*, *Hydrelia testaceata*, *Horisme laurinata*, *Diactinia silaceata*, *Eupithecia biornata*, *Oederemia umovii*, *Apamea illiria*, *Xylomoia graminea*, *Hydraecia nordstroemi*, *Caradrina terrea*, *Arenostola semicana*, *Pelosia muscerda*, *Chelis daturica*.

Resume. The article provides information about the latest changes and additions to the list of threatened and endangered species of the Tyumen region, they are drafted on the basis of of data obtained in recent 10 years: 1 species is deleted from the list – *Orthosia opima* Hübner, 1809; 2 species are returned to the list: *Carabus menetriesi* Hummel, 1827 and *Sympetrum pedemontana* (Allioni, 1766); included 7 new species are included to the list: *Onconotus laxmanni* (Pallas, 1771), *Metatropis rufescens* (Herrich-Schaeffer, 1835), *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758), *Carabus canaliculatus* M.F.Adams, 1812, *Aphodius bimaculatus* (Laxman, 1778), *Meloe uralensis* Pallas, 1777 and *Cucujus haematodes* Erichson, 1845.

3 species are included in the Annex to the list of rare and endangered species of Tyumen region: *Menesia sulphurata* (Gebler, 1825), *Chrysomela vigintipunctata* Scopoli, 1763, *Odontoscelis fuliginosa* (Linnaeus, 1761); 23 species are excluded from the Annex: *Somatochlora flavomaculata* (Vander Linden, 1825); *Aphelocheirus nawae* Nawa, 1905; *Cicindela littoralis* (Fabricius, 1787); *Chlaenius spoliatus* (Rossi, 1790); *Cortodera femorata* (Fabricius, 1787); *Cryptocephalus gamma* Herrich-Schaeffer, 1835; *Paraphilernus bilunulatus* Desbrochers, 1892; *Stauropus fagi* (Linnaeus, 1758); *Pseudoterpna pruvinata* (Hufnagel, 1767); *Sterrhia mancipiata repagulata* Staudinger 1871; *Asthena albulata* Hufnagel, 1767; *Hydrelia testaceata* (Den. et Schiff., 1775); *Horisme laurinata* Schawerda, 1919; *Diactinia silaceata* (Denis et Schiffermuller, 1775); *Eupithecia biornata* Christoph, 1867; *Oederemia umovii* Eversmann, 1846; *Apamea illiria* (Freyer, 1846); *Xylomoia graminea* (Graeser, 1889); *Hydraecia nordstroemi* (Horke, 1952); *Caradrina terrea* (Freyer, 1840); *Arenostola semicana* Esper 1798; *Pelosia muscerda* (Hufnagel, 1766); *Chelis daturica* (Boisduval, 1832).

In the future, the types included in an updated list of rare and endangered species of the Tyumen region will become the basis for creating of sketches of the second edition of the Red Book of the Tyumen region.

Введение

Сохранение видового разнообразия, а особенно редких и исчезающих видов, признано одним из приоритетных направлений исследований в Российской Федерации.

После выхода в 2004 году Красной книги Тюменской области [Красная книга Тюменской области, 2004], в которую вошли данные исследований до 2002 года, сразу встал вопрос о продолжении исследований в связи с недостаточным изучением многих крупных

таксономических групп, особенно беспозвоночных. Прошло 10 лет (рекомендации по переизданию Красных книг в Российской Федерации, не реже одного раза в 10–15 лет), сейчас вопрос о переиздании Красной книги Тюменской области согласован, и выход второго издания, Правительством Тюменской области, запланировано в 2017 году.

Авторами, совместно с коллегами, с 2005 по 2014 годы проведены масштабные исследования по инвентаризации беспозвоночных в южно-таежной зоне Западной Сибири, захватывающие Тюменскую область, в результате которых собрано и обработано более 135 тысяч экземпляров, выявлено более 3000 видов беспозвоночных, большая часть материала опубликована в двух монографиях [Бухкало и др., 2011; Бухкало и др., 2014] и в ряде публикаций авторов [Галич и др., 2011; Галич, Иванов, 2012; Галич, 2013; Свиридов, Ситников, 1995; Легалов, Ситников, 2000; Дудко и др., 2003; и др.].

Благодаря комплексному подходу при инвентаризации беспозвоночных в Тюменской области, получены обширные данные не только о местах находок, но и о биологии, экологических особенностях большинства выявленных видов. Накопленный материал и лег в основу подготовки данной работы.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются редкие и исчезающие беспозвоночные животные разных таксономических групп, основу которых составляют насекомые (Insecta).

За исследуемый период проведены обследования всех представленных в Тюменской области типов и видов биотопов, расположенных на разных участках геоморфологического профиля от коренной террасы правобережья Иртыша с холмисто-увалистым ландшафтом до пойменных участков левобережья. Отдельно исследовались река Иртыш с ее мелководными притоками, а также стоячие водоемы естественного и искусственного происхождения. В каждом виде биотопов, на каждом уровне геоморфологического профиля были выделены постоянные участки, исследования в которых проводились ежегодно в течение нескольких лет, дополнительно проводились исследования и на других участках.

Для сбора материала использовались общепринятые методы: ловушки Барбера, почвенно-зоологические раскопки, сбор энтомологическим сачком.

В качестве ловушек Барбера использовались жестяные банки объемом 250 мл, устанавливались на исследуемых участках по 10 штук в линию, на расстоянии до 10 метров друг от друга, в качестве фиксирующей жидкости использовался раствор формалина, ловушки проверялись 1 раз в 10 дней.

Почвенно-зоологические раскопки осуществлялись на основе методики Гилярова, пробы на исследуемых участках отбирались сезонно, весной, летом и осенью, размером 25 на 25 см., на глубину до 20 см., в два горизонта, по 8 шт. (0.5 м²) с участка, в дальнейшем перемножались на м². Пробы перебирались в стационарных условиях, вручную без использования сит.

Учет травостойных видов осуществлялось энтомологическим сачком с жестким кольцом.

Водные виды и обитатели поверхности водоемов отлавливались гидробиологическим сачком, в некоторых случаях с применением удлиненной рукоятки.

Реже применялись другие методы, такие как встряхивание, лов на приманки, сбор на свет.

Сбор материала осуществлялся с мая по сентябрь 2005–2014 годов, не реже 1 раза в 10 дней. Благодаря такому подходу было изучено не только видовое разнообразие, но и сезонная, межгодовая динамика, биотопическая приуроченность и геоморфологическое распределение выявленных видов на исследуемой территории.

Результаты и их обсуждение

Виды, включенные в перечень редких и исчезающих Тюменской области
Aphodius bimaculatus (Laxman, 1778) – Афодий двупятнистый. Отряд Жуки – Coleoptera. Семейство Пластинчатоусые – Scarabaeidae.

Вид занесен в Красную книгу Российской Федерации [Красная книга РФ, 2001]. Отсутствие инвентаризации семейства Scarabaeidae в период подготовки Красной книги Тюменской области не позволило включить его, однако публикация о находке этого вида на исследуемой территории была сделана в первой половине XX в. [Самко, 1927]. Проводя современную инвентаризацию этой группы, были проанализированы коллекционные материалы и данные подтверждены 4 коллекционными экземплярами с территории г. Тобольска. Сбор: г. Тобольск, 19.05.1927 – 1 экз. Самко К.П.; заимка Шапошникова, 16.07.1929



– 2 экз. Самко К.П., там же 24.05.1934 – 1 экз. Самко К.П. Наши современные, многочисленные исследования навозников не выявили даже признаков этого, во многих областях европейской части России уже полностью исчезнувшего вида, что приходится констатировать и для Тюменской области.

Основание. Исчезновение вида (отсутствует последние 80 лет) и наличие в Красной книге более высокого ранга (КК РФ).

Включен в перечень, как исчезнувший вид – 0 категория.

Onconotus laxmanni (Pallas, 1771) – Севчук Лаксмманна. Отряд Прямокрылые – Orthoptera. Семейство Кузнечиковые – Tettigoniidae.

Редкий, реликтовый степной вид. Находится на крайней северной границе своего ареала. В южной части Западной Сибири этот вид населяет степные ксерофитные станции, обитая в степной подстилке (герпетобионт), поэтому во многих местах при распашке степей или интенсивном выпасе севчук исчезает. Таким образом, этот вид можно назвать индикатором целинной степи [Федоров, 1962]. В Тюменской области отмечен в Казанском районе, с. Казанское на территории ООПТ «Ишимские бугры, Афонькинский» – 1 экз. Ананин М.С., сбор 2011 года.

Основание. Выявление локальной популяции.

Включен в перечень, как редкий вид – III категория.

Metatropis rufescens (Herrich-Schaeffer, 1835) – Метатропис рыжеватый. Отряд Полужесткокрылые – Heteroptera. Семейство Палочковиды коленчатогусые – Berytidae.

Интересный и необычный клоп. В Тюменской области семейство, представленное 3-мя видами. В результате исследований выявлено два местообитания этого истинно редкого вида [Галич и др., 2011]. Сборы: Тобольский район, окрестности с. Абалак. Елово-пихтовый зеленомошно-кисличный лес на коренной террасе Иртыша, ручной сбор 15.10.2007 – 1 экз. Галич Д.Е.; Тобольский район, окрестности д. Винокурова. Кедрово-елово-пихтовый, зеленомошно-кустарничковый лес на первой надпойменной террасе Иртыша, 02.05.2008 – 2 экз. Сергеева Е.В.

Основание. Выявление небольших локальных популяций.

Включен в перечень, как редкий вид – III категория.

Carabus canaliculatus M.F.Adams, 1812 – Жужелица ребристая. Отряд Жуки – Coleoptera. Семейство Жужелицы – Carabidae.

Вид занесен в Красные книги Свердловской области и республики Коми, ранее был включен в Красную книгу Ямало-Ненецкого автономного округа. Единично был обнаружен на юге Тюменской области еще в 30 годах XX века К.П. Самко и приведен в его публикации [Самко, 1938], в 1990 году, в районе ж/д станции Ингаир Тобольского района отмечен Д.Е. Ломакиным [Гашев и др., 1997]. Последние находки с двух точек окончательно подтвердили наличие небольших, локальных популяций этого вида в Тюменской области. Сборы: Тобольский район. Сосняк средневозрастной зеленомошный на первой надпойменной террасе, 22-26.05.2007 – 2 экз. Важенина Н.В., там же 03-07.06.2007 – 1 экз. Важенина Н.В., там же 10.06.2007 – 1 экз. Важенина Н.В., там же 23-27.06.2007 – 1 экз. Важенина Н.В., там же 11-15.06.2007 – 1 экз. Важенина Н.В., там же 18-22.05.2008 – 2 экз. Важенина Н.В., там же 07-11.06.2008 – 1 экз. Важенина Н.В., там же 11-15.06.2008 – 1 экз. Важенина Н.В., там же 18-22.08.2008 – 1 экз. Важенина Н.В.; Уватский район. Левый берег р. Бартак, смешанный березово-осиновый елово-пихтовый, осоково-разнотравный лес. Пологий склон (шлейф) у основания коренной террасы, 14-24.06.2009 – 1 экз. Бухкало С.П., там же 14-24.07.2009 – 1 экз. Бухкало С.П., там же 13-23.08.2009 – 1 экз. Бухкало С.П.

Основание. Выявление локальной популяции.

Включен в перечень, как редкий вид – III категория.

Cisjusus haematodes Erichson, 1845 – Плоскотелка красная. Отряд Жуки – Coleoptera. Семейство Плоскотелки – Cisjusiidae.

Повсеместно редок, единично встречается на юге Тюменской области [Ситников, 2010; Бухкало и др., 2011], имаго зачастую встречаются в июле и августе. Нами выявлена популяция в Уватском районе. Сборы: Уватский район, научно-исследовательский стационар «Миссия», разнотравный заливной луг на вершине бугра левого берега р. Бартак, средняя пойма, 15.08.2005 – 1 экз. Сергеева Е.В., там же 10.07.2006 – 1 экз. Галич Д.Е.

Основание. Выявление небольшой локальной популяции.

Включен в перечень, как редкий вид – III категория.

Meloe uralensis Pallas, 1777 – Майка уральская. Отряд Жесткокрылые – Coleoptera. Семейство Нарывники – Meloidae.

Вид является представителем более южной степной фауны, в Тюменской области относится к экстразональным сообществам, встречается локально, на остепненных склонах,

концентрируясь по ложбинам. Имаго активны днем, с апреля по май. Сборы: Тобольский район, г. Тобольск. Чуваший мыс, злаково-разнотравное ложе неглубокого оврага на склоне южной экспозиции коренной террасы Иртыша, 20-30.04.2009 – 4 экз. Бухкало С.П., там же 30.04-12.05.2009 – 1 экз. Бухкало С.П. [Бухкало и др., 2011].

Основание. Обнаружение устойчивой локальной популяции.

Включен в перечень, как редкий вид – III категория.

Виды, возвращенные в перечень редких и исчезающих Тюменской области

Carabus menetriesi Hummel, 1827 – Жужелица Менетрие. Отряд Жуки – Coleoptera. Семейство Жужелицы – Carabidae.

Этот вид занесен в Красную книгу Российской Федерации [Красная книга РФ, 2001], упомянутый в печатном варианте Красной книги Тюменской области [Красная книга Тюменской области, 2004], сокращающийся в численности вид – II категория. В 2011 году вид из перечня редких и исчезающих видов Тюменской области исчез без каких-либо оснований [Постановление Правительства Тюменской области от 03.10.2011 №337-п].

Популяции в Тюменской области сравнительно устойчивые, узколокальные, приурочены к пойменным участкам, жуки встречаются в осоковых кочках по берегам болот и притоков крупных рек. Из сборов К.П. Самко в 30 годах XX века и его публикаций [Самко, 1928; Самко, 1930] следует отметить относительно высокую численность вида в Тобольском уезде (современная территория Тобольского района), что подтверждено сохранившимся коллекционным материалом. В настоящее время вид обнаружен в Нижнетавдинском районе, в окрестностях озера Култыбайка [Ломакин и др., 2001] и озера Кучак, сборы А.В. Толстикова и В. Абрамова. В результате последних исследований в Тюменской области, выявлена устойчивая популяция этого вида севернее, в Уватском районе, в окрестностях НИС «Миссия» в 2008 и 2009 годах отмечено 27 экземпляров [Бухкало и др., 2011].

Основание. Выявление в Тюменской области нескольких локальных популяций, наличие вида в Красной книге более высокого ранга (КК РФ).

Включен в перечень, как сокращающийся в численности вид – II категория.

Sympetrum pedemontanum (Allioni, 1766) – Сжатобрюх перевязанный. Отряд Стрекозы – Odonata. Семейство Настоящие стрекозы – Libellulidae.

Ранее был включен в Красную книгу Тюменской области, но в связи с отсутствием подтверждения о наличии локальных популяций в 2011 году был исключен из перечня редких и исчезающих видов Тюменской области [Постановление Правительства Тюменской области от 03.10.2011 №337-п].

В Тюменской области – степной вид стрекоз, довольно редкий. Включён в Красную книгу сопредельной – Курганской области и в ряд других региональных Красных книг РФ. В связи с повторным обнаружением в Тюменской области плотной популяции 2012-2014 годах, на р. Юзя (Исетский р-н., с. Исетское) комиссией по охране и восстановлению редких и находящихся под угрозой исчезновения животных, растений и грибов Тюменской области возвращен в перечень редких и исчезающих видов Тюменской области.

Основание. Выявление локальных популяций.

Включен в перечень, как редкий вид – III категория.

Вид, исключенный из перечня редких и исчезающих Тюменской области с переводом в приложение (без статуса редкости)

Список видов без статуса редкости сейчас рассматривается в качестве приложения к перечню редких и исчезающих видов Тюменской области, в дальнейшем, при выпуске второго издания Красной книги Тюменской области, запланированного на 2017 год, станет его полноценным приложением, но без статуса редкости.

Orthosia opima Hübner, 1809 – Совка пышная. Отряд Чешуекрылые – Lepidoptera. Семейство Совки – Noctuidae.

Вид был занесен в Красную книгу Тюменской области как редкий вид – III категория. Наши исследования и анализ литературы окончательно доказали малочисленность этого вида, вследствие особенностей биологии. Одна из немногих ночных бабочек, зимующая в стадии сформировавшегося имаго в куколке, лёт в Тюменской области этой совки, как и других представителей рода *Orthosia*, приходится на май (весенний вид), целенаправленные весенние учеты до исследований одного из авторов в Тюменской области были единичными, находки подобных видов зачастую носили случайный характер. Учеты, проведенные Галичем Д.Е., частично опубликованы [Бухкало и др., 2014] и свидетельствуют о низкой, но стабильной численности вида, даже в условиях с антропогенным влиянием, что не вызывает опасения сокращения, однако Совка пышная, как и большинство весенних видов, изучен слабо. В связи с



новыми данными, вид исключен из Перечня с переводом в Приложение, без сохранения статуса редкости.

Виды, включенные в Приложение к Перечню редких и исчезающих видов в Тюменской области (без статуса редкости)

Menesia sulphurata (Gebler, 1825) – Менезия желтая. Отряд Жесткокрылые – Coleoptera. Семейство Усачи – Cerambycidae.

В Западной Сибири крайне редок, спорадичен. В Тюменской области встречается локально, активный вечером и ночью, отмечен лет на свет. Сборы: окрестности г. Тобольска, левый берег р. Иртыш, 17.06.1924 – 3 экз. Самко К.П., там же 18.06.1933 – 2 экз. Самко К.П.; найден в коллекционном материале Тюменского областного краеведческого музея (г. Тюмень) 24.06.1992 – 1 экз. М. Suldin; последняя находка – Тобольский р-н, д. Абрамова (на свет) 30.06.2007 – 1 экз. Галич Д.Е. [Бухало С.П. и др., 2011].

Chrysomela vigintipunctata Scopoli, 1763 – Двадцатиточечный листоед. Отряд Жуки – Coleoptera. Семейство Листоеды – Chrysomelidae.

Распространён в Европейской части России, на Кавказе, в Сибири и на Дальнем Востоке. Сборы: Тобольский район, г. Тобольск, мкр. Менделеево, 07.07.2000 – 1 экз., сборщик неизвестен; окрестности с. Абалак. Пырейная залежь (5-летняя) с редкими осотом и бобовыми, 22.04-06.05.2010 – 1 экз. Бухало С.П.

Odontoscelis fuliginosa (Linnaeus, 1761) – Черепашка дымчатая. Отряд Полужесткокрылые – Heteroptera. Семейство Щитники-черепашки – Scutelleridae.

В Западной Сибири редок, встречается локально в интразональных степных сообществах по заросшим юго-восточным склонам коренной террасы Иртыша. Сборы: Тобольский район, г. Тобольск, 15.06.2010 – 1 экз. Галич Д.Е.; г. Тобольск. Злаково-полынно-разнотравный склон коренной террасы восточной экспозиции, 29.06-09.07.2012 – 3 экз. Галич Д.Е.

Виды, исключенные из Приложения к Перечню редких и исчезающих видов в Тюменской области

Ряд видов были включены в приложение Красной книги Тюменской области по единичным находкам. Анализ материала и сборы за последние 10 лет, после выхода Красной книги Тюменской области, более не выявил находок этих видов, кроме того, авторы и ряд коллег считают, что единственная находка для хорошо летающих видов, не может быть основанием для включения в перечень или его приложение, а в дальнейшем, и в Красную книгу, это может быть залетный или заносной вид. В связи с этим, ряд видов были исключены из Приложения, это: *Somatochlora flavomaculata* (Vander Linden, 1825); *Aphelocheirus nawae* Nawa, 1905; *Cicindela littoralis* (Fabricius, 1787); *Chlaenius spoliatus* (Rossi, 1790); *Cortodera femorata* (Fabricius, 1787); *Cryptocephalus gamma* Herrich-Schaeffer, 1835; *Paraphilernus bilunulatus* Desbrochers, 1892; *Stauropus fagi* (Linnaeus, 1758); *Pseudoterpna pruinata* (Hufnagel, 1767); *Sterrha mancipiata repagulata* Staudinger 1871; *Asthena albulata* Hufnagel, 1767; *Hydrelia testacea* Don. (валидное название *Hydrelia sylvata* Schiffermuller, 1775); *Horisme laurinata* Schawerda, 1919; *Diactinia silacea* (Denis et Schiffermuller, 1775); *Eupithecia biornata* Christoph, 1867; *Oederemia umovii* Eversmann, 1846; *Apamea illiria* (Freyer, 1846); *Xylomoia graminea* (Graeser, 1889); *Hydraecia nordstroemi* (Horke, 1952); *Caradrina terrea* (Freyer, 1840); *Arenostola semicana* Esper 1798; *Pelosia muscerda* (Hufnagel, 1766); *Chelis dahurica* (Boisduval, 1832).

Заключение

Основной перечень всех редких и исчезающих видов Тюменской области к 2011 году уже существенно сокращен, так раздел беспозвоночных с 129 видов сократился до 64 видов, благодаря исключению видов Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, в которых изданы собственные Красные книги. С учетом вновь включенных 9 видов, на данный момент, в Перечень включено 73 вида.

Результаты проведенных исследований по ревизии беспозвоночных животных Тюменской области авторами представлены в качестве предложений, которые 26 ноября 2014 года были рассмотрены на комиссии по охране и восстановлению редких и находящихся под угрозой исчезновения животных, растений и грибов Тюменской области, созданной при Департаменте по недропользованию и экологии Тюменской области, и утверждены.

В результате актуализации перечня редких и исчезающих видов Тюменской области авторами внесены следующие изменения:

- включено в перечень 6 видов: *Aphodius bimaculatus* (0 категория), *Onconotus laxmanni* (III категория), *Metatropis rufescens* (III категория), *Carabus canaliculatus* (III категория), *Cucujus haematodes* (III категория), *Meloe uralensis* (III категория);

- возвращено в перечень 2 вида: *Carabus menetriesi* (II категория), *Sympetrum pedemontana* (III категория);
- исключено с переводом в приложение (без статуса редкости) 1 вид – *Orthosia opima*;
- включено в приложение (без статуса редкости) 3 вида: *Menesia sulphurata*, *Chrysomela vigintipunctata*, *Odontoscelis fuliginosa*;
- исключено из приложения 23 вида: *Somatochlora flavomaculata*, *Aphelocheirus nawae*, *Cicindela littoralis*, *Chlaenius spoliatus*, *Cortodera femorata*, *Cryptocephalus gamma*, *Paraphilernus bilunulatus*, *Stauropus fagi*, *Pseudoterpna pruinata*, *Sterrha mancipiata repagulata*, *Asthena albulata*, *Hydrelia testacea*, *Horisme laurinata*, *Diactinia silacea*, *Eupithecia biornata*, *Oederemia umovii*, *Apamea illiria*, *Xylomoia graminea*, *Hydraecia nordstroemi*, *Caradrina terrestra*, *Arenostola semicana*, *Pelosiola muscerda*, *Chelis dahlurica*.

Актуализированный перечень редких и исчезающих видов Тюменской области ляжет в основу второго издания Красной книги Тюменской области, выход которой запланирован на 2017 год.

Благодарности

Выражаем благодарность Д.Е. Ломакину (г. Тюмень, Россия), за консультации и ценные советы при подготовке работы, благодарим коллег: Бухкало С.П., Сергееву Е.В., Важенину Н.В. (ТКНС УрО РАН, г. Тобольск, Россия), участвовавших в сборе и обработке материала.

Работа поддержана на конкурсе фундаментальных научных исследований молодых ученых и аспирантов УрО РАН в 2014 году № 14-4-НП-122, в 2015 году результаты частично поддержаны программой УрО РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» № 15-12-4-54.

Список литературы References

1. Бухкало С.П., Галич Д.Е., Сергеева Е.В., Алемасова Н.В. 2011. Конспект фауны жуков южной тайги Западной Сибири (в бассейне нижнего Иртыша). М., Товарищество научных изданий КМК, 267.
Bukhkalov S.P., Galich D.E., Sergeeva E.V., Alemasova N.V. 2011. Konspekt fauny zhukov yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri (v bassejne nizhnego Irtysha) [Synopsis beetle fauna of the southern taiga of Western Siberia (in the lower basin of the Irtysh)]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 267. (in Russian)
2. Бухкало С.П., Галич Д.Е., Сергеева Е.В., Важенина Н.В. 2014. Конспект фауны беспозвоночных южной тайги Западной Сибири (в бассейне нижнего Иртыша). М., Товарищество научных изданий КМК, 189.
Bukhkalov S.P., Galich D.E., Sergeeva E.V., Vazhenina N.V. 2014. Konspekt fauny bespozvonochnykh yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri (v bassejne nizhnego Irtysha) [Synopsis the invertebrate fauna of the southern taiga of Western Siberia (in the lower basin of the Irtysh)]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 189. (in Russian)
3. Галич Д.Е., Иванов С.А., Толстикова А.В. 2011. Дополнение к фауне водных и наземных полужесткокрылых (Heteroptera) юга Западной Сибири. Вестник Тюменского государственного университета. Экология и Природопользование, (12): 98–102.
Galich D.E., Ivanov S.A., Tolstikova A.V. 2011. Addition to the fauna of aquatic and terrestrial Hemiptera (Heteroptera) south of Western Siberia. Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Jekologija i Prirodopol'zovanie, (12): 98–102. (in Russian)
4. Галич Д.Е., Иванов С.А. 2012. Дополнение к фауне полужесткокрылых (Heteroptera) Тюменской области. Алтайский зоологический журнал, (6): 3–14.
Galich D.E., Ivanov S.A. 2012. Addition to the fauna of Hemiptera (Heteroptera) of the Tyumen region. Altayskiy zoologicheskij zhurnal [Altai Zoological Journal], (6): 3–14. (in Russian)
5. Галич Д.Е. 2013. О находках охраняемых видов насекомых (Insecta: Odonata, Homoptera, Lepidoptera) в Тобольском и Уватском районах Тюменской области. В кн.: Экология животных и фаунистика. Сборник научных трудов. Вып. 9. Тюмень, Изд-во ТюмГУ: 37–40.
Galich D.E. 2013. On the findings of protected species of insects (Insecta: Odonata, Homoptera, Lepidoptera) in Tobolsk and Uvat area Tyumen Oblast. In: Jekologija zhivotnyh i faunistika. Sbornik nauchnyh trudov. Vyp. 9 [Animal Ecology and faunistics. Collection of scientific papers. Vol. 9]. Tyumen, Izd-vo TjumGU: 37–40. (in Russian)
6. Гашев С.Н., Казанцева М.Н., Ломакин Д.Е., Ситников П.С., Соромотин А.В. 1994. Интересные находки редких видов животных и растений в Тобольском районе. В кн.: Ежегодник Тюменского областного краеведческого музея. Тюмень: 182–191.
Gashev S.N., Kazantseva M.N., Lomakin D.E., Sitnikov P.S., Soromotin A.V. 1994. Interesting finds of rare species of animals and plants in Tobolsk area. In: Ezhegodnik Tjumenskogo oblastnogo kraevedcheskogo muzeja [Yearbook of Tyumen Regional Museum]. Tyumen: 182–191. (in Russian)
7. Дудко А.Ю., Кертман Л.И., Ситников П.С. 2003. Жуки-щелкуны (Coleoptera, Elateridae) из коллекции ТОКМ. В кн.: Земля Тюменская. Ежегодник Тюменского областного краеведческого музея. Вып. 16. Тюмень: 259–272.
Dudko A.Yu., Kertman L.I., Sitnikov P.S. 2003. Click beetles (Coleoptera, Elateridae) from the collection of Tyumen Regional Museum. In: Zemlja Tjumenskaja. Ezhegodnik Tjumenskogo oblastnogo kraevedcheskogo



muzeja. Vyr. 16 [Land Tyumen. Yearbook of Tyumen Regional Museum. Vol. 16]. Tyumen : 259–272. (in Russian)

8. Красная книга Тюменской области: Животные, растения, грибы. 2004. Екатеринбург, Издательство Уральского университета, 496.

Krasnaya kniga Tyumenskoj oblasti: Zhivotnye, rasteniya, griby. 2004. [The Red Book of the Tyumen region: Animals, plants and mushrooms]. Ekaterinburg, Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta, 496. (in Russian)

9. Красная книга Российской Федерации (животные). 2001. М., Астрель, 864.

Krasnaya kniga Rossijskoj Federatsii (zhivotnye). 2001. [Red book of the Russian Federation (animals)]. Moscow, Astrel', 864. (in Russian)

10. Легалов А.А., Ситников П.С. 2000. Материалы по фауне долгоносикообразных жуков (Coleoptera, Curculionoidea) Тюменской области. Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, (1): 37–47.

Legalov A.A., Sitnikov P.S. 2000. Materials on the fauna of boll weevil-figurative beetles (Coleoptera, Curculionoidea) of the Tyumen region. Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya, (1): 37–47. (in Russian)

11. Ломакин Д.Е., Меншиков А.Г., Ситников П.С., Шарапова Т.А. 2001. О критериях отбора насекомых для внесения в Красную книгу Тюменской области. Новые фаунистические находки. В кн.: Ежегодник Тюменского областного краеведческого музея. Тюмень: 349–366.

Lomakin D.E., Menshchikov A.G., Sitnikov P.S., Sharapova T.A. 2001. Selection criteria for inclusion of insects in the Red Book of the Tyumen region. New faunal finds. In: Ezhegodnik Tjumenskogo oblastnogo kraevedcheskogo muzeja [Yearbook of Tyumen Regional Museum]. Tyumen: 349–366. (in Russian)

12. Постановление Правительства Тюменской области от 04.04.2005 г. №67-пк (редакция от 03.10.2011 г. №337-п) «О перечне видов, подлежащих занесению в Красную книгу Тюменской области».

Resolution of the Government of the Tyumen region from 04.04.2005, № 67-рс (version from 03.10.2011 № 337-р) “O perechne vidov, podlezhashchikh zaneseniyu v Krasnuyu knigu Tyumenskoj oblasti” [On the list of species to be listed in the Red Book of the Tyumen region]. (in Russian)

13. Самко К.П. 1928. К познанию энтомофауны Тобольского округа. Бюллетень общества изучения края при музее Тобольского севера, (1): 17–24.

Samko K.P. 1928. To the knowledge of the insect fauna of the Tobolsk Okrug. Byulleten' obshchestva izucheniya kraja pri muzee Tobol'skogo severa, (1): 17–24. (in Russian)

14. Самко К.П. 1930. Заметки о скакунах и жужелицах (Coleoptera, Cicindelidae et Carabidae) Тобольской фауны. II. Бюллетень общества изучения края при музее Тобольского севера, (3): 26–32.

Samko K.P. 1930. Notes about tiger-beetles and ground beetles (Coleoptera, Cicindelidae et Carabidae) Tobolsk fauna. II. Byulleten' obshchestva izucheniya kraja pri muzee Tobol'skogo severa, 3: 26–32. (in Russian)

15. Самко К.П. 1938. О некоторых интересных жесткокрылых (Coleoptera) Обь Иртышской долины. Энтомологическое обозрение, 37 (3-4): 261–266.

Samko K.P. 1938. About some interesting Coleoptera (Coleoptera) Ob Irtysh valley. Entomologicheskoe obozrenie [Entomological review], 37 (3-4): 261–266. (in Russian)

16. Самко К.П. 1927. К познанию энтомофауны Тобольского округа. Бюллетень общества изучения края при музее Тобольского севера, (1): 10–14.

Samko K.P. 1927. To the knowledge of the insect fauna of the Tobolsk Okrug. Byulleten' obshchestva izucheniya kraja pri muzee Tobol'skogo severa, 1: 10–14. (in Russian)

17. Свиридов А.В., Ситников П.С. 1995. Совки (Lepidoptera, Noctuidae) Тюменской области. Actias, 2 (1-2): 89–104.

Sviridov A.V., Sitnikov P.S. 1995. Cutworm (Lepidoptera, Noctuidae) of the Tyumen region. Actias, 2 (1-2): 89–104. (in Russian)

18. Ситников П.С. 2010. Новые виды редких насекомых Тюменской области. В кн.: В кн.: Земля Тюменская. Ежегодник Тюменского областного краеведческого музея. Вып. 22. Тюмень: 328–333.

Sitnikov P.S. 2010. New species of rare insects Tyumen region. In: Zemlja Tjumenskaja. Ezhegodnik Tjumenskogo oblastnogo kraevedcheskogo muzeja. Vyr. 22 [Land Tyumen. Yearbook of Tyumen Regional Museum. Vol. 22]. Tyumen: 328–333. (in Russian)

19. Ситников П.С., Ломакин Д.Е., Шарапова Т.А. 2004. Редкие виды животных 4 категории в Красной книге Тюменской области. В кн.: Земля Тюменская. Ежегодник Тюменского областного краеведческого музея. Вып. 17. Тюмень: 269–292.

Sitnikov P.S., Lomakin D.E., Sharapova T.A. 2004. Rare species of animals 4 categories in the Red Book of the Tyumen region. Zemlya Tyumenskaya. In: Zemlja Tjumenskaja. Ezhegodnik Tjumenskogo oblastnogo kraevedcheskogo muzeja. Vyr. 17 [Land Tyumen. Yearbook of Tyumen Regional Museum. Vol. 17]. Tyumen: 269–292. (in Russian)

20. Федоров С.М. 1962. К биологии кузнечиков *Bradyporus multituberculatus* F.-W. и *Onconotus laxmanni* Pall. (Orthoptera, Tettigonoidea) в степях Предкавказья. Энтомологическое обозрение, XLI (4): 751–762.

Fedorov S.M. 1962. On the biology grasshoppers *Bradyporus multituberculatus* F.-W. and *Onconotus laxmanni* Pall. (Orthoptera, Tettigonoidea) in the steppes Predkavkaz'ya. Entomologicheskoe obozrenie [Entomological review], XLI (4): 751–762. (in Russian)

УДК 595.762.12

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ФАУНЫ
ЖУЖЕЛИЦ ГОРОДА ТОБОЛЬСКА****FEATURES OF FORMATION OF COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE
GROUND BEETLES FAUNA IN TOBOLSK****Н.В. Важенина¹, С.П. Бухкало¹, А.А. Лящев²
N.V. Vazhenina¹, S.P. Bukhkalov¹, A.A. Lyashchev²**¹Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Россия, 626150, г. Тобольск,
ул. Ак. Осипова, 15.²Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Россия, 625003,
г. Тюмень, ул. Республики, 7¹Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 15, Osipova St, Tobolsk, 626150,
Russia.²State Agrarian University of Northern Ural, 7, Respubliki St, Tyumen, 625003, Russia.

E-mail: nataliavict@yandex.ru

Ключевые слова: жуужелицы, фауна, экология, Тобольск, Западная Сибирь.
Key words: ground beetle fauna, ecology, Tobolsk, Western Siberia.

Аннотация. Проведен сравнительный анализ видового состава жуужелиц г. Тобольска (южная тайга Западной Сибири) выявленного в первой половине XX века и в начале XXI века. Отмечен рост видового богатства жуужелиц, связанный с увеличением экологических ниш и рекреационных зон в черте города. Карабидофауну существенно пополнили суббореальные и бореальные виды, в экологической структуре отмечено увеличение лугово-полевых мезо- и ксерофилов со смешанным типом питания. Современная городская фауна представлена 150 видами, что составляет около 65% регионального разнообразия. За прошедшее время произошло сокращение фауны на 28 видов, из них 5 видов в настоящее время не встречаются в сообществах низовий Иртыша.

Resume. In studies of the Lower Irtysh ground beetles, including extensive material on the fauna of Tobolsk, one can quite clearly distinguish two periods. In the 30s of 20th century term studies of ground beetles were published by K.P. Samko, later special studies have been carried out only at the beginning of 21st century. Which enabled a comparative analysis of species composition and structure of the ground beetle fauna and assessment of the impact of urbanization on carabidocomplex city, located in the southern taiga in West Siberia.

Records of beetles were carried out in 2005–2012 using methods of soil traps of Barbera, soil-zoological excavations and manual collection. K.P. Samko recorded 109 species of ground beetles. The modern fauna of the city is represented by 150 species, representing about 65% of the regional diversity. Indicator of faunal similarity (Jaccard index) does not exceed 0.45, which indicates a significant change in species composition. Growth of specific wealth of ground beetles is connected with increase in ecological niches and recreational zones in the modern city. Drainage and growing area of anthropogenically modified communities lead to a decline in the share hygrophilous waterfowl, predators and increase in the meadow-field meso and xerophily with mixed feeding. Over the past 70 years ground beetle fauna of the city was reduced to 28 species, of which 5 species are not currently found in the communities of the Lower Irtysh.

Введение

Современное развитие общества сопровождается ростом численности городского населения, увеличением площади городов, в которых формируется своеобразная природно-техногенная форма организации – урбоэкосистема. От естественных, природных экосистем ее отличает, прежде всего, высокий поток различных видов энергии и вещества, необходимый для поддержания стабильного функционирования и развития городов. Обладая рядом общих признаков, экосистемы городов индивидуальны, отличаются между собой климатическими, географическими, историческими, демографическими, биологическими (в широком понимании) и другими особенностями. Возрастающая потребность человечества в различных природных ресурсах неизбежно приводит к противостоянию между Природой и урбоэкосистемами.

К наиболее чувствительным индикаторам антропогенного воздействия на экосистемы относятся герпетобионты. В городской среде их основу составляют активные обитатели поверхности почвы – жуки-жуужелицы (Coleoptera, Carabidae). Известно достаточно большое количество работ по изучению фауны жуужелиц урбанизированных территорий во многих странах мира. В России эти исследования получили активное развитие лишь в последнее десятилетие, при этом в Западной Сибири жуки остаются одним из малоизученных компонентов городской фауны.



В исследованиях беспозвоночных и особенно жужелиц низовий Иртыша достаточно четко выделяются два периода, между которыми обозначен довольно продолжительный перерыв. В первой половине XX века К.П. Самко опубликовал результаты многолетних исследований жужелиц региона в серии статей [Самко, 1927, 1928, 1929, 1930а, б, 1932, 1938], включающих обширный материал по фауне Тобольска и его окрестностей. Позднее специальные исследования видового разнообразия и экологии жужелиц в городе были проведены лишь в начале XXI века. Они позволили провести сравнительный анализ видового состава и структуры фауны жужелиц и оценить влияние урбанизации на карабидокомплекс города, расположенного в условиях южной тайги Западной Сибири.

Объекты и методы исследования

Город Тобольск расположен в подзоне южной тайги Западной Сибири, в месте слияния двух крупных рек Тобола и Иртыша. В городе выделяются два геоморфологических уровня – подгорная часть (нижний посад), расположенная на высокой пойме и нагорная (верхний посад) – на коренной террасе. Перепад высоты между поймой и коренной террасой составляет около 50–60 м. Иртыш окаймляет подгорную часть города с западной и южной сторон, образуя своим руслом крутую излучину [Копылов, Прибыльский, 1969]. Правый берег реки крутой и высокий. Коренная терраса включает большие площади лесов, часть из которых входит в природоохранную зону. Сложный рельеф, сочетающий пойменные территории с возвышенными плато, густая гидрографическая сеть мелких водотоков, овраги, обширные поляны с лесными массивами и ксерофитные склоны формируют в городе уникальные по разнообразию экологические условия.

До 1940 года Тобольск, большей частью, был сосредоточен на высокой пойме и только незначительная часть располагалась на террасе. С 60-х годов начинается бурное развитие транспорта, промышленности, строительства. Прокладываются автомобильная, железная дорога, строится крупный нефтехимический комбинат. Площадь города многократно увеличивается за счет строительства на коренной террасе, а численность населения возрастает почти в 3 раза – с 30 до 100 тыс. человек.

В своих публикациях К.П. Самко для каждого вида приводит точное место, дату сбора и количество экземпляров, что позволило нам составить список видов, встречающиеся только на территории города и примыкающих к нему участках. Этот список был дополнен видами из коллекционных материалов Самко, хранящихся в фондах Тобольского музея.

В настоящее время учет жуков на территории города проводили в 2005–2012 гг. В рекреационных зонах использовали методы почвенных ловушек Барбера [Barber, 1931] и почвенно-зоологических раскопок [Гиляров, 1975]. В жилых районах жуков собирали вручную. За время исследования собрано около 3300 экземпляров жужелиц.

При определении экологических групп жужелиц по биотопической приуроченности и отношению к влажности руководствовались результатами исследований А.Г. Воронина [Воронин, 1999], дополненных литературными сведениями по другим регионам. Жизненные формы жуков даны по системе И.Х. Шаровой [Шарова, 1981]. Зоогеографическая характеристика жужелиц представлена в соответствии с системой, принятой в работе Р.Ю. Дудко и И.И. Любечанского [Дудко, Любечанский, 2002], с некоторыми изменениями.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время, на основании собственных исследований и литературных данных, на территории г. Тобольска зарегистрировано 178 видов жужелиц из 51 рода, что составляет около 76% от карабидофауны низовий Иртыша [Бухкало, Важенина, 2013]. Это немного больше, чем в хорошо изученных городах Сибири (Кемерово – 135 видов, Томск – 106 видов [Бабенко, Еремеева, 2007]), Среднего Поволжья (Саранск – 74 вида [Киселев, 1997], Самара – 90 видов [Исаева, 2012]) и меньше, чем в городах Уральского региона (Екатеринбург – 243 вида, Пермь – 215 видов [Воронин, Есюнин, 2005]). По количеству видов преобладают роды *Bembidion* и *Amara* – по 21 виду, *Harpalus* – 16, *Pterostichus* – 15, *Carabus* – 10 и *Dischiriodes* – 8. Известно, что мозаичность условий обитания в черте города является благоприятным фактором для формирования относительно богатой и разнообразной городской фауны. Зеленые массивы, граничащие с жилыми кварталами и промышленными предприятиями, представляют собой островные места обитания жужелиц с различными экологическими предпочтениями [Klausnitzer, 1986; Бабенко, Еремеева, 2007; Исаева, 2012].

Отчетливые временные различия в исследованиях позволяют провести анализ динамики видового богатства и экологической структуры населения жужелиц г. Тобольска. К.П. Самко в черте города зарегистрировано 109 видов жужелиц из 34 родов, по результатам

наших сборов выявлено 150 видов из 48 родов. К числу постоянных обитателей Тобольска относится 81 вид. Коэффициент фаунистического сходства Жаккара не превышает 0.45, что свидетельствует о значительном изменении видового состава жуужелиц за последние 70 лет.

Увеличение количества видов жуужелиц в современной фауне города можно объяснить несколькими обстоятельствами. Включением в городскую черту значительной площади таежных сообществ. Методы сбора, применяемые К.П. Самко, были дополнены более эффективными для учета жуужелиц почвенными ловушками, позволяющими отлавливать беспозвоночных с сумеречной и ночной активностью. Однако, обращает на себя внимание отсутствие в сборах К.П. Самко 5 видов – массовых и широко распространенных, в настоящее время, на всем геоморфологическом профиле города и региона в целом. К ним относятся: полизональный транспалеарктический *Clivina fossor* (L.), особенно многочисленный в луговых сообществах террасы и околородных участках поймы, бореальный западнопалеарктический *Pterostichus oblongopunctatus* (F.), доминирующий в лесах и три транспалеарктических, преимущественно, пойменных вида: полизональный *Bembidion semipunctatum* (Don.), бореальный *Agonum dolens* (Sahlb.) и суббореальный *Oxypselaphus obscures* Hbst.

Увеличение видового разнообразия современной фауны жуужелиц сопровождается изменениями ее экологической структуры. Жуужелицы г. Тобольска отнесены к 9 биотопическим группам, объединенным в лесной, луго-полевой и околородный комплексы (табл. 1). В «прошлой» фауне значительную долю (42.5%) составлял околородный комплекс, причем 23% из них приходилось на прибрежные виды. За ним следовал луго-полевой – 38.5%, с преобладанием собственно луго-полевых видов – 25%. На долю лесного комплекса приходилось не более 19%, основу которого составляли лесо-луговые (10%) и лесные виды (7%).

Таблица 1

Соотношение биотопических групп жуужелиц в г. Тобольске

Table 1

The ratio of biotopic groups of ground beetles in Tobolsk

Биотопические группы и комплексы	Состав по К.П. Самко		Современный состав	
	Число видов	Доля в фауне, %	Число видов	Доля в фауне, %
Лесной комплекс	21	19	34	23
Лесные	8	7	10	7
Лесо-болотные	2	2	12	8
Лесо-луговые	11	10	12	8
Лугово-полевой комплекс	42	38.5	69	46
Луговые	4	3.5	9	6
Луго-полевые	27	25	45	30
Полевые	11	10	15	10
Околородный комплекс	46	42.5	47	31
Околородные	15	14	14	9
Прибрежно-луговые	6	5.5	5	3
Прибрежные	25	23	28	19
Всего видов	109	100	150	100

В современном городе уменьшилась площадь заболоченных и периодически затапливаемых участков. Это привело к снижению доли жуужелиц околородного комплекса по всем биотопическим группам: околородной – на 5%, прибрежно-луговой – на 2.5% и прибрежной – на 4%. Влаголюбивые виды остаются многочисленными, в основном, на берегах Иртыша и его мелких притоков в подгорной части города.

Площадь суходольных лугов увеличивается на участках подверженных антропогенному воздействию (склоны дамб, дорог, террас). Лесные сообщества в черте города используются как рекреационные территории с разреженным древостоем, обширными опушками и полянами. Все эти изменения, безусловно, отражаются на составе и структуре фауны. Как следствие, доминирующую позицию занимает луго-полевой комплекс (46%), на 5% увеличивается доля собственно луго-полевых видов и на 2.5% – луговых. И.В. Киселев, проводя исследования в Среднем Поволжье, так же указывает на высокое разнообразие луго-полевых видов жуужелиц в урбанизированных ландшафтах [Киселев, 1997].

В лесном комплексе на 6% возросла доля лесо-болотной группы, главным образом, за счет бореальных видов: *Loricera pilicornis* (F.), *Patrobus assimilis* Chd., *P. atrorufus* (Stroem), *Pterostichus rhaeticus* Heer, *P. diligens* (Sturm), *P. strenuus* (Pz.), *Agonum viduum* (Pz.), *A. fuliginosum* (Pz.), *Platynus assimilis* (Payk.) и *P. longiventris* Mann.

В соотношении экологических групп жуужелиц по отношению к влажности не произошло существенных изменений. В карабидокомплексе преобладают гигрофилы, затем следуют мезо- и ксерофилы (рис.). В современном составе наблюдается лишь незначительное снижение доли гигрофилов (на 4.5%), рост доли мезо- и ксерофилов (на 2% и 2.5% соответственно). Что так же обусловлено процессами урбанизации и снижением площади избыточно влажных территорий.

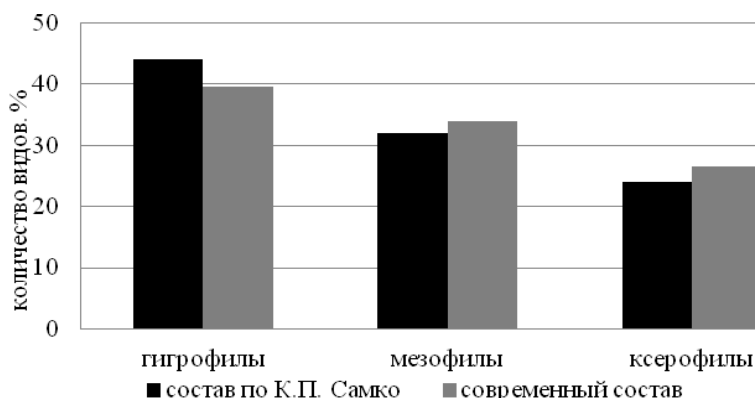


Рис. Соотношение экологических групп жуужелиц по отношению к влажности в г. Тобольске
Fig. The ratio of environmental groups of ground beetles according to the moisture in Tobolsk

По соотношению трофических групп зоофаги преобладают над миксофитофагами, что свидетельствует о высоком уровне антропогенной нагрузки на экосистему (табл. 2). При этом, в трофической структуре современной фауны доля зоофагов снижается на 8% и соответственно увеличивается участие миксофитофагов. Исследования показывают, что длительное антропогенное воздействие приводит сокращению жуужелиц-хищников и нарастанию обилия миксофитофагов [Гелашвили и др. 2011; Алексанов, 2013]. В городских условиях, с относительно высокой степенью изменчивости урбоэкосистем, преимущество получают виды полифаги, доля которых в население жуужелиц постепенно увеличивается.

Соотношение жизненных форм жуужелиц в г. Тобольске

Таблица 2

The ratio of the living forms of ground beetles in Tobolsk

Table 2

Жизненные формы	Состав по К.П. Самко		Современный состав	
	Число видов	Доля от фауны, %	Число видов	Доля от фауны, %
Класс зоофаги	81	74.5	99	66.5
Фитобионты хортобионты стеблевые	-	-	1	0.5
Фитобионты дендробионты стволовые	1	1	1	0.5
Фитобионты дендрохортобионты листовые	2	2	2	1.5
Эпигеобионты ходячие, крупные	12	11	8	5.5
Эпигеобионты бегающие	6	5.5	7	4.5
Эпигеобионты летающие	1	1	2	1.5
Стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные	28	25.5	29	19.5
Стратобионты-скважники подстилочные	11	10	25	17
Стратобионты-скважники подстлично-трещинные	3	3	3	2
Стратобионты зарывающиеся подстилично-почвенные	12	11	13	9
Геобионты бегающе-роющие	1	1	1	0.5
Геобионты роющие	4	3.5	7	4.5
Класс миксофитофаги	28	25.5	51	33.5
Стратобионты-скважники	1	1	9	6
Стратохортобионты	5	4.5	7	4.5
Геохортобионты гарпалоидные	21	19	34	22.5
Геохортобионты заброидные	1	1	1	0.5
Всего видов	109	100	150	100

В списке жуужелиц Самко среди зоофагов по ярусным группировкам доминировали стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные (25.5%) и подстилочные (10%),



стратобионты зарывающиеся подстильно-почвенные (11%), эпигеобионты ходячие, крупные (11%). Преобладание стратобионтов служит характерным показателем городских территорий, так как специализированные обитатели подстилки и скважин почвы более устойчивы к антропогенному воздействию. Существенный вклад в городскую фауну внесли эпигеобионты бегающие (5.5%), геобионты роющие (3.5%), стратобионты-скважники подстильно-трещинные (3%) и фитобионты дендрохортобионты листовые (2%). Лишь одним видом представлены фитобионты дендробионты стволовые (*Dromius quadraticollis* Mor), эпигеобионты летающие (*Cylindera germanica* (L.)) и геобионты бегающе-роющие (*Brosicus cephalotes* (L.)).

В современной фауне изменения произошли благодаря снижению доли эпигеобионтов ходячих крупных на 5.5%, стратобионтов скважников поверхностно-подстилочных на 6%, стратобионтов зарывающихся поверхностно-подстилочных на 2%. Но при этом на 7% возросла доля стратобионтов-скважников подстилочных. Ряд авторов так же указывают на снижение видового богатства эпигеобионтов и стратобионтов в процессе урбанизации [Исаева, 2012; Алексанов, 2013]. Современный состав жизненных форм дополняет группа фитобионтов хортобионтов стеблевых. Она представлена очень редким в низовьях Иртыша видом – *Paradromius linearis* (Ol.). В остальных ярусных группировках не наблюдается существенных изменений. Группы, имеющие по одному представителю остаются в том же составе, за исключением эпигеобионтов летающих, дополненных одним видом – *Cicindela campestris* (L.), прирученным к открытым, слабо задернованным песчаным участкам.

Класс миксофитофагов представлен четырьмя ярусными группировками, подавляющее большинство видов принадлежит к геохортобионтом гарпалоидным. Геохортобионты забродные в «прошлой» и современной фауне представлены одним редким в регионе видом *Harpalus zabroides* Dej., хорошо приспособленным к зарыванию в почву. Увеличение доли миксофитофагов в настоящее время, произошло главным образом, за счет стратобионтов-скважников и геохортобионтов гарпалоидных.

В карабидокомплексе города выявлены представители четырех широтных и пяти долготных групп ареалов (табл. 3). С начала XX века в зоогеографической структуре не произошло значительных изменений. В широтном аспекте наиболее разнообразно представлены суббореальные (от 46 до 48.5%) и бореальные виды (22–25%). Среди долготных групп ареалов преобладают западнопалеарктические (54%) и транспалеарктические виды (около 39%). Что в целом характерно для города расположенного в центральной части южной тайги Западной Сибири.

Таблица 3

Ареалогический состав жуелиц г. Тобольска, %

Table 3

Arealogical composition of ground beetles in Tobolsk, %

Долготные группы ареалов	Широтные группы ареалов				
	П	Б	СБ	СА	Всего
ТП	16.5	14	7.5	0.5	38.5
	18.5	11.5	9	-	39
ТГ	-	0.5	1	-	1.5
	-	1	1	-	2
ЗП	8	7.5	35.5	3	54
	7.5	6.5	37.5	2.5	54
ЦП	-	3	-	1	4
	-	2	-	1	3
ВП	-	-	2	-	2
	-	1	1	-	2
Всего видов	24.5	25	46	4.5	100
	26	22	48.5	3.5	100

Условные обозначения. Группы ареалов: П – полизональная, Б – бореальная, СБ – суббореальная, СА – субаридная, ТП – транспалеарктическая, ТГ – трансголарктическая, ЗП – западнопалеарктическая, ЦП – центральнопалеарктическая, ВП – восточнопалеарктическая, ВН – восточно-неарктическая. Верхняя строка – современный состав, нижняя строка – состав «прошлой» фауны (по К.П. Самко).

Indications. Areal groups: П – polyzonal, Б – boreal, СБ – subboreal, СА – subarid, ТП – transpalaeartic, ТГ – transholarctic, ЗП – westpalaeartic, ЦП – centralpalaeartic, ВП – eastpalaeartic, ВН – eastpalaeartic-neartic. Upper line – contemporary composition, bottom line – composition of the “past” fauna (by K.P. Samko).

Особый интерес представляет присутствие в городской фауне южной тайги субаридных видов, преимущественно распространенных в степной зоне и нередко заходящих в лесостепь. В изученном районе эти виды, в основном, встречаются на ксерофитных склонах коренной террасы, реже суходольных лугах и составляют не более 4.5% от фауны. Из субаридных видов к постоянным обитателям города относятся *Poecilus sericeus* (Fisch.), *Harpalus zabroides* Dej. и *H. anxius* (Duft.). Вид *Microlestes maurus* (Sturm) указан только в публикациях К.П. Самко. В современной фауне выявлены: *Dyschiriodes rufipes* (Dej.), *Harpalus brevis* Motsch., *H. modestus* Dej., *H. cisteloides* Motsch. и *Masoreus wetterhalli* (Gyll.).

Так же внимания заслуживают виды восточнопалеарктической долготной группы, составляющие не более 2% от городской фауны. К ним относится *C. canaliculatus* Ad. выявленный только в 30-х годах, *S. congruus* (Mor.) и *H. tarsalis* Mann. – в настоящее время и лишь один вид *Pterostichus laticollis* (Motsch.) встречается постоянно. Эти виды, в основном, распространены в Восточной Азии, в низовьях Иртыша имеют дизъюнктивный ареал и встречаются редко.

Из 109 видов жуужелиц, отмеченных К.П. Самко, в современной фауне не выявлено 28 видов. К ним относятся 14 суббореальных видов, из них 10 западнопалеарктических (*Calosoma auropunctatum* (Hbst.), *Carabus menetriesi* Fldm., *C. nitens* L., *Trechus rubens* (F.), *Bembidion minimum* (F.), *Poecilus punctulatus* (Schall.), *Pterostichus vernalis* (Pz.), *P. aterrimus* (Hbst.), *Agonum muelleri* (Hbst), *Badister peltatus* (Pz.)) и 4 транспалеарктических (*Agonum impressum* (Pz.), *Synuchus vivalis* (Ill.), *Harpalus laevipes* Zett., *Chlaenius sulcicollis* (Payk.)); 9 бореальных, из них 3 западнопалеарктических (*Bembidion bipunctatum* (L.), *B. dentellum* (Thunb.), *Pterostichus minor* (Gyll.)), 5 транспалеарктических (*Pelophila borealis* (Payk.), *Carabus arcensis* Hbst., *Dyschiriodes tristis* (Steph.), *Chlaenius quadrisulcatus* (Payk.), *Dromius quadraticollis* Mor.) и один восточнопалеарктический (*C. canaliculatus*); 4 полизональных, из них один западнопалеарктический (*Anisodactylus binotatus* (F.)) и 3 транспалеарктических (*Dyschiriodes politus* (Dej), *Sericoda quadripunctatum* (Geer), *Amara ovata* (F.)); один субаридный западнопалеарктический вид (*M. maurus*).

Большую часть вышеперечисленных видов составляют мезо- и гигрофилы, приуроченные к околородным местообитаниям. При этом 5 видов жуужелиц, отсутствуют в настоящее время не только на территории Тобольска, но и в бассейне нижнего Иртыша. Из них *Calosoma auropunctatum* встречается в степной зоне Новосибирской области, в лесах Среднего Урала и лесостепи Восточно-Европейской равнины; *Carabus nitens* единично отмечен в лесах Среднего Урала; *Trechus rubens* – достаточно обычный обитатель гор южной тайги Среднего Урала; *Bembidion bipunctatum* выявлен в лесостепной зоне Новосибирской области и Восточно-Европейской равнины, на Среднем, Полярном и Приполярном Урале (обычен в горной провинции южной тайги); *Chlaenius sulcicollis* – единично встречается в горах Среднего Урала и Кузнецком Алатау. Полизональный вид *Sericoda quadripunctata* широко распространен в смежных регионах, в аналогичных природно-климатических условиях и его отсутствие в современной фауне необъяснимо.

Заключение

Урбанизация проявляется, прежде всего, в изменении условий и сокращении площади пригодного для обитания организмов пространства (дороги, строения различного назначения и пр.), насыщение среды обитания поллютантами, иногда достигающих токсической концентрации.

Однако, в настоящее время, видовое богатство жуужелиц в черте г. Тобольска составляет более 65% от региональной фауны, что существенно выше, по сравнению с их количеством, выявленным в естественных сообществах подзоны южной тайги. Соотношение видового богатства жуужелиц естественных и городских экосистем, не претерпело существенных изменений по сравнению с 40-ми годами. Эта тенденция так же прослеживается в исследованиях, проведенных в Кемерово, Томске [Бабенко, Еремеева, 2007], Перми, Екатеринбурге [Воронин, Есюнин, 2005], Калуге [Алексанов, 2013] и ряде других городов. Что, видимо, связано с увеличением в городской среде экологических ниш, достаточных для обитания популяций мелких, с коротким жизненным циклом животных – жуужелиц.

Увеличение антропогенной нагрузки на экосистемы ведет к изменению экологических условий естественных местообитаний жуужелиц, которые и выступают определяющими факторами в формировании карабидокомплекса города. В первую очередь выявленные изменения касаются экологической структуры фауны. Осушение территории и рост площади антропогенно-модифицированных сообществ приводит к снижению доли околородных гигрофилов, хищников и увеличению луго-полевых мезо- и ксерофилов со смешанным типом питания.

В настоящее время, фауна жужелиц г. Тобольска увеличилась на 27%. Ее существенно дополнили виды с западнопалеарктическими (на 21 вид) и транспалеарктическими (15) долготными ареалами и с суббореальными (16), бореальными (13) и полизональными широтными ареалами (9).

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке программы УрО РАН «Живая природа» №15-12-4-23.

Авторы выражают особую признательность сотрудникам ТКНС УрО РАН Д.Е. Галичу и Е.В. Сергеевой (г. Тобольск, Россия) за помощь при сборе и первичной обработке материала, а так же Р.Ю. Дудко (ИСиЭЖ СО РАН, г. Новосибирск, Россия) за помощь в определении материала.

Список литературы References

1. Алексанов В.В. 2013. Структура населения жужелиц на урбанизированной территории (на примере города Калуги). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 26.
1. Aleksanov V.V. 2013. Struktura naselenija zhuzhelicy na urbanizirovannoj territorii (na primere goroda Kalugi) [The structure of the population of ground beetles in the urban area (for example, the city of Kaluga)]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Moscow, 26. (in Russian)
2. Бабенко А.С., Еремеева Н.И. 2007. Особенности населения жужелиц урбанизированных территорий в условиях сибирских городов. Вестник Томского государственного университета. Биология, (1): 5–17.
2. Babenko A.S., Ereemeeva N.I. 2007. Features of the population of ground beetles urbanized territories under the Siberian cities. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologija [Tomsk State University Journal of Biology], (1): 5–17. (in Russian)
3. Бухкало С.П., Важенина (Алемасова) Н.В. 2013. Дополнения к фауне жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Низовий Иртыша. Евразийский энтомологический журнал, 12 (3): 267–270.
3. Buhkalo S.P., Vazhenina (Alemasova) N.V. 2013. Additions to the fauna of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) lower reaches of the Irtysh. Evrazijskij jentomologičeskij zhurnal [Euroasian Entomological Journal], 12 (3): 267–270. (in Russian)
4. Воронин А.Г. 1999. Фауна и комплексы жужелиц (Coleoptera, Trachypachidae, Carabidae) лесной зоны Среднего Урала (эколого-зоогеографический анализ). Пермь, Изд-во Пермского университета, 244.
4. Voronin A.G. 1999. Fauna i komplekсы zhuzhelicy (Coleoptera, Trachypachidae, Carabidae) lesnoj zony Srednego Urala (jekologo-zoogeografičeskij analiz) [Fauna and complexes of ground beetles (Coleoptera, Trachypachidae, Carabidae) of the forest zone of the Middle Urals (ecological and zoogeographical analysis)]. Perm, Izd-vo Permskogo universiteta, 244. (in Russian)
5. Воронин А.Г., Есюнин С.Л. 2005. Разнообразие фауны жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Среднего Урала: основные тренды и определяющие их факторы. Евразийский энтомологический журнал, 4 (2): 107–116.
5. Voronin A.G., Esjunin S.L. 2005. The variety of fauna beetles ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Middle Urals: major trends and their determinants. Evrazijskij jentomologičeskij zhurnal [Euroasian Entomological Journal], 4 (2): 107–116. (in Russian)
6. Гелашвили Д.Б., Иудин Д.И., Снегирева М.С. и др. 2011. Фрактальный анализ видовой структуры карабидокомплексов урбанизированных территорий (на примере г. Казани). Поволжский экологический журнал, (4): 407–420.
6. Gelashvili D.B., Iudin D.I., Snegireva M.S. et al. 2011. Fractal analysis of the specific structure of karabidokompleksov urbanized areas (for example of the Kazan). Povolzhskij jekologičeskij zhurnal [Povolzhskiy Journal of Ecology], (4): 407–420. (in Russian)
7. Гиляров М.С. 1975. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауны). В кн.: Методы почвенно-зоологических исследований. М., Наука: 12–29.
7. Giljarov M.S. 1975. Accounting for large soil invertebrates (mesofauna). In: Metody pochvenno-zoologičeskij issledovanij [Methods of soil-zoological research]. Moscow, Nauka: 12–29. (in Russian)
8. Дудко Р.Ю., Любечанский И.И. 2002. Фауна и зоогеографическая характеристика жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области. Евразийский энтомологический журнал, 1 (1): 30–45.
8. Dudko R.Ju., Ljubechanskij I.I. 2002. The fauna and zoogeographical characteristic of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) Novosibirsk Region. Evrazijskij jentomologičeskij zhurnal [Euroasian Entomological Journal], 1 (1): 30–45. (in Russian)
9. Исаева И.Н. 2012. Эколого-фаунистический обзор населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) урболандшафтов города Самары. Известия Самарского научного центра РАН, 14 (1): 132–138.
9. Isaeva I.N. 2012. Ecological and faunistic review of the population of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of Samara urbolandshaftov. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN, 14 (1): 132–138. (in Russian)
10. Киселев И.Е. 1997. Динамика структуры населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) урбанизированных ландшафтов города Саранска в условиях Среднего Поволжья. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 17.



Kiselev I.E. 1997. Dinamika struktury naselenija zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) urbanizirovannyh landshaftov goroda Saranska v uslovijah Srednego Povolzh'ja [The dynamics of the population of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) the urbanized landscapes of the city of Saransk in terms of the Middle Volga]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Moscow, 17. (in Russian)

11. Копылов Д.И., Прибыльский Ю.П. 1969. Тобольск. Свердловск, Средне-Уральское книжное издательство, 264.

Kopylov D.I., Pribyl'skij Ju.P. 1969. Tobol'sk [Tobolsk], Sverdlovsk, Sredne-Ural'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 264. (in Russian)

12. Самко К.П. 1927. К познанию энтомофауны Тобольского округа. Бюллетень Общества изучения края при Музее Тобольского Севера, 1: 10–14.

Samko K.P. 1927. To the knowledge of entomofauna of Tobolsk District. Bjul'ten' Obshhestva izuchenija kraja pri Muzeje Tobol'skogo Severa, 1: 10–14. (in Russian)

13. Самко К.П. 1928. К познанию энтомофауны Тобольского округа. Бюллетень Общества изучения края при Музее Тобольского Севера, 1 (2): 17–24.

Samko K.P. 1928. To the knowledge of entomofauna of Tobolsk District. Bjul'ten' Obshhestva izuchenija kraja pri Muzeje Tobol'skogo, 1 (2): 17–24. (in Russian)

14. Самко К.П. 1929. Мелкие энтомологические заметки. V. К биологии видов р. *Carabus* (Linne) (Coleoptera, Carabidae). Бюллетень Общества изучения края при Музее Тобольского Севера, 1-2: 34–35.

Samko K.P. 1929. Small entomological notes. V. On the biology of species *Carabus* (Linne) (Coleoptera, Carabidae). Bjul'ten' Obshhestva izuchenija kraja pri Muzeje Tobol'skogo Severa, 1-2: 34–35. (in Russian)

15. Самко К.П. 1930. Заметки о скакунах и жужелицах (Coleoptera, Cicindelidae et Carabidae) Тобольской фауны. Бюллетень Общества изучения края при Музее Тобольского Севера, 2: 23–25.

Samko K.P. 1930. Notes on horses and ground beetles (Coleoptera, Cicindelidae et Carabidae) fauna of Tobolsk. Bjul'ten' Obshhestva izuchenija kraja pri Muzeje Tobol'skogo Severa, 2: 23–25. (in Russian)

16. Самко К.П. 1930. Заметки о скакунах и жужелицах (Coleoptera, Cicindelidae et Carabidae) Тобольской фауны II. Бюллетень Общества изучения края при Музее Тобольского Севера, 2: 26–32.

Samko K.P. 1930. Notes on horses and ground beetles (Coleoptera, Cicindelidae et Carabidae) fauna Tobolsk II. Bjul'ten' Obshhestva izuchenija kraja pri Muzeje Tobol'skogo Severa, 2: 26–32. (in Russian)

17. Самко К.П. 1932. Заметки о скакунах и жужелицах (Coleoptera, Cicindelidae et Carabidae) Тобольской фауны III. Известия Пермского биологического научно-исследовательского института, 8 (3): 123–143.

Samko K.P. 1932. Notes on horses and ground beetles (Coleoptera, Cicindelidae et Carabidae) fauna Tobolsk III. Izvestija Permskogo biologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta, 8 (3): 123–143. (in Russian)

18. Самко К.П. 1938. О некоторых интересных жесткокрылых (Coleoptera) Обь-Иртышской долины. Энтомологическое обозрение, XXXVII (3-4): 261–266.

Samko K.P. 1938. Some interesting Coleoptera (Coleoptera) of the Ob-Irtysh valley. Jentomologicheskoe obozrenie [Entomological Review], XXXVII (3-4): 261–266. (in Russian)

19. Шарова И.Х. 1981. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae). М., Наука, 360.

Sharova I.H. 1981. Zhiznennye formy zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) [Life forms of ground beetles (Coleoptera, Carabidae)]. Moscow, Nauka, 360. (in Russian)

20. Barber H.S. 1931. Traps for cave-inhabiting insect. Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society, 46 (3): 259–266.

21. Klausnitzer B. 1986. Zum Insectcharakter stadischer Grunraume. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig. Matt.-Naturwiss. R., 35 (6): 593–606.

УДК 574.3, 591.3

**ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ У ИМАГО ЖЕСТКОКРЫЛЫХ
НАСЕКОМЫХ****ONTOGENETIC MODEL OF EXOGENOUS ORIGIN OF MORPHOLOGICAL
ABNORMALITIES IN ADULTS OF COLEOPTERA****Ю.А. Присный
Yu.A. Prisniy**

*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: prisniy_y@bsu.edu.ru

Ключевые слова: онтогенез, аномалии, насекомые жесткокрылые (Coleoptera).
Key words: ontogeny, anomalies, insects, beetles (Coleoptera).

Аннотация. В статье рассматриваются основные этапы морфогенеза в индивидуальном развитии и выделяются критические периоды, определяющие появление морфологических аномалий у имаго жесткокрылых насекомых (Insecta: Coleoptera). Обсуждаются факторы, способные на разных стадиях онтогенеза спровоцировать появление тех или иных видов аномалий, используемых в качестве средств оценки состояния среды обитания.

Resume. The article deals with the main stages of morphogenesis in individual development of beetles and highlights the critical periods that determine the appearance of morphological abnormalities in adults of Coleoptera (Insecta: Coleoptera). The factors are discussed that may at different stages of ontogenesis provoke certain types of abnormalities which are used as tools to assess the state of the environment.

Введение

Различные отклонения от нормы в морфологии насекомых явление не редкое. Многие авторы описывают в своих работах аномалии, встречаемые ими в собранном материале или полученные в экспериментальных условиях [Balazuc, 1947; Balazuc, 1958; Благовещенский, 1969; Schneider, Thoma, 2004; Savini, Furth, 2004; Васильева, 2005; Назаренко, 2006; Roux, Wrase, 2007; и др.]. На сегодняшний день наиболее полная классификация аномалий, отмеченных у насекомых, приведена в работе Ю.А. Присного [2009], который дополнил и систематизировал аномалии, описанные в работах Ж. Балажука [Balazuc, 1947] и А.В. Присного [1983].

На основе частоты встречаемости морфологических аномалий у жесткокрылых насекомых (жужелиц и мертвоедов) разработана методика оценки состояния среды [Присный, 2008, 2010]. В основе ее лежит реакция популяций в ответ на комплексное вредное воздействие, проявляющаяся повышением количества особей с аномалиями. Но различные отклонения возникают под действием разного рода факторов. Поэтому при оценке состояния среды следует выделять и руководствоваться теми видами аномалий, которые могли возникнуть в процессе онтогенеза под действием определенной группы факторов, действие которых и требуется оценить.

Как известно, особенности онтогенеза отличаются у всех живых организмов даже на уровне видов. Поэтому знание особенностей протекания этого процесса очень важно для их практического использования.

Часть насекомых приобрели особенный тип развития, включающий метаморфоз, отличный от такового у других групп животных. У Крылатых насекомых (Pterygota) выделяют следующие основные типы онтогенеза:

- гемиметаморфоз – развитие с неполным метаморфозом: яйцо – личинка – взрослая особь (Hemimetabola), с видоизменениями, обозначаемыми как гипоморфоз и гиперморфоз;
- голометаморфоз – развитие с полным метаморфозом: яйцо – личинка – куколка – взрослая особь (Holometabola), с видоизменением – гиперметаморфозом [Бей-Биенко, 1966].

Индивидуальное развитие жуков, включая жужелиц и мертвоедов, используемых в качестве биоиндикаторов [Присный, 2008, 2010, 2013], относится ко второму типу, то есть цикл их развития включает стадию глубокой перестройки систем органов и изменения внешнего строения.

С.Р. Стоккард [Stockard, 1921] предложил учение о критических периодах в индивидуальном развитии животных. Он считал, что индивидуальный онтогенез состоит из определенного числа этапов дифференциации и роста. Каждый из них начинается критическим периодом. Именно в эти критические периоды развития отмечается повышенная чувствительность организма к воздействиям вредных факторов внешней среды, которые на ранних эмбриональных стадиях влияют на формирование всего организма в целом, а позднее – оказывают отрицательное влияние на формирование отдельных органов, претерпевающих в данный момент активные формообразовательные процессы.

Различные факторы, действующие в одном и том же критическом периоде, могут вызывать сходные отклонения, и также, один и тот же фактор, действующий на различных этапах, может вызывать различные изменения.

Из этого следует, что тип аномалии определяется сочетанием типа тератогенного фактора и стадии развития, во время которой он оказал действие на организм.

Согласно теории критических периодов аномалии развития возникают в основном в период органогенеза, когда зачатки различных органов наиболее активно развиваются или когда они возникают из группы малоспециализированных клеток, то есть когда устанавливаются их форма и соотношения частей [Балахонов, 1990].

В.И. Олифан [1957], в онтогенезе насекомых выделяет 2 типа критических стадий: периоды, возникающие у личинок в связи с их линьками; периоды, характеризующиеся развитием признаков имаго.

Вероятно, для насекомых с неполным и полным метаморфозом следует выделять разное число критических стадий.

Модель появления морфологических аномалий, и ее обсуждение

С учетом вышеизложенного, наиболее существенные процессы морфогенеза происходят в периоды (рис.):

- 1) группа эмбриональных критических стадий (рис.: «яйцо»):
 - а) закладка презумптивных тканей;
 - б) сегментация зародышевой полоски;
 - в) закладка тканей и органов личинки и имагинальных дисков;
- 2) группа личиночных критических стадий (рис.: «личинка»):
 - а) дифференцировка в развивающихся имагинальных органах (у Hemimetabola);
 - б) линька;
- 3) группа куколочных критических стадий (рис.: «куколка»):
 - а) дифференцировка имагинальных дисков;
 - б) линька с формированием имагинальных структур.

К критическим стадиям, определяющим появление морфологических аномалий у имаго жесткокрылых, относятся периоды: 1в, 3а и 3б, то есть периоды, в которые происходит закладка, дифференцировка и формирование органов взрослого насекомого. Аномалии же, затрагивающие органы личинки, при метаморфозе элиминируются, что подтверждается экспериментами по регенерации органов, ампутированных на личиночных стадиях. Установлено, что у большинства насекомых ампутированные у личинки придатки восстанавливаются после метаморфоза. И чем раньше на личиночной фазе была произведена ампутация, тем полнее происходит восстановление органа у имаго. У некоторых видов придатки могут восстанавливаться уже на стадии личинки. У насекомых с неполным превращением полного восстановления придатка получено не было [Balazuc, 1947]. Последнее подтверждает особую роль полного метаморфоза в регенерации.

На стадии яйца основным фактором, способными вызвать мутации и, как следствие, нарушение развития, является физический (радиационное излучение, электромагнитное излучение в коротковолновом диапазоне). Химическое воздействие, как причину мутаций, здесь исключать нельзя, но, на наш взгляд, оно маловероятно, так как проникновение токсиканта через оболочки яйца насекомого вызывает его гибель.

Генотипические нарушения (унаследованные от родительских особей, а также спонтанные и индуцированные мутации) на этой фазе затрагивают развитие всего организма в целом и могут спровоцировать неблагоприятные изменения в закладывающихся имагинальных дисках, а у имаго проявиться в виде «общих» и некоторых «локальных уродств» (здесь классификация аномалий по: [Присный, 2009]), чаще всего симметричных (расщепления сегментов тела, схистомелии и др.) (рис.: А).

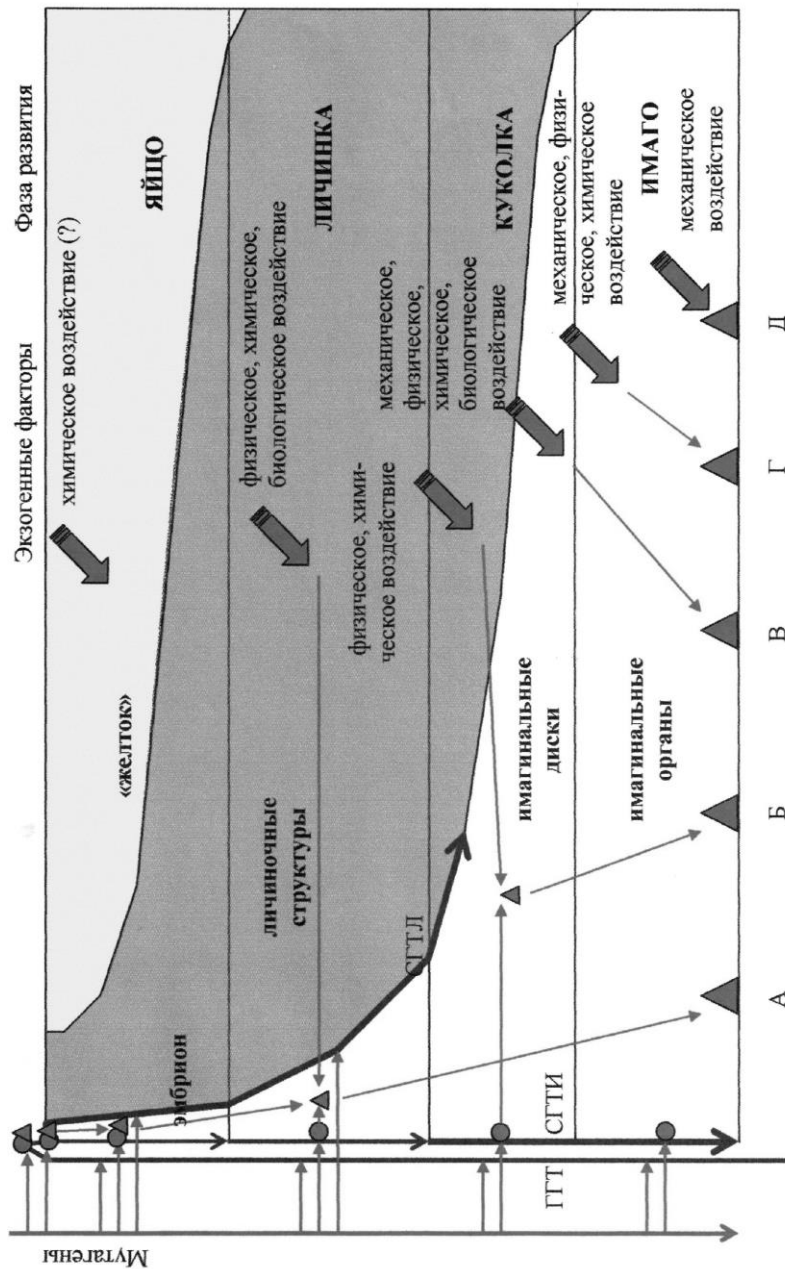


Рис. Общая схема происхождения основных типов экзогенных морфологических аномалий у имаго жуков

Обозначения: ● – аномалии генотипа имаго; ▲ – аномалии имагинальных дисков; ▲ – морфологические аномалии имаго; ГТТ – генеративный генотип; СГТЛ – соматический генотип личинки; СГТИ – соматический генотип имаго. Наследственные, спонтанные и индуцированные мутации и их экзогенные не генотипические гомологи: А – системные (общие) и симметричные; Б – локальные и односторонние. Экзогенные (вызванные механическим, физическим, химическим или биологическим воздействием), не затрагивающие генотип, морфологические аномалии – В, Г, Д.

Fig. The general scheme of exogenous origin of the main types of morphological abnormalities in adults beetles.

Legend: ● – anomalies genotype of adults; ▲ – Anomalies imaginal discs; ▲ – Morphological abnormalities of adults; GGT – generative genotype; SGTЛ – somatic larvae genotype; SGTИ – somatic genotype imago. Hereditary, spontaneous and induced mutation and no exogenous genotypic homologs: А – system (general) and symmetrical; В – local and one-sided. Exogenous (due to mechanical, physical, chemical or biological effects) that do not affect the genotype, morphological abnormalities – С, D, E.

Мутагены, вызывающие мутации на фазе куколки, а также токсические вещества, проникающие в тело в фазе личинки, могут спровоцировать появление «локальных уродств», чаще – односторонних или асимметричных (рис.: Б).

Воздействия (механические, физические, химические или биологические) на куколку до начала схождения экзuvia, не затрагивающие генотип, способны вызвать появление у имаго нарушений, отнесенных в группы «общие аномалии» (деформации, атрофии, ампутации и др.) и «локальные уродства» (рис.: В).

Механические, физические и химические воздействия на имаго в период между схождением куколочного экзuvia и полным затвердением кутикулы вызывает часть «общих аномалий» (рис.: Г).

Механические воздействия на имаго на более позднем этапе вызывает более или менее выраженные «травмы» (рис.: Д).

Эксперименты по влиянию бромистого этидия (химический мутаген) и минеральной пыли с гидротвалов горно-обогатительных комбинатов (субстрат, накапливающий в небольших количествах некоторые токсические вещества, образующиеся в процессе горячего брикетирования железа, и быстро цементирующийся при намокании-высыхании) на развитие личинок и куколок *Tenebrio molitor* L. и появление морфологических аномалий у взрослых особей позволили подтвердить появление групп аномалий, обозначенных на рисунке как Б, В и Г, при системном действии этих факторов (наличие в пище и субстрате), а также аномалий групп Г и Д, при специальном нанесении точечных травм на куколок и групповом содержании личинок и куколок и «запечатывание» куколок в субстрат.

Список литературы

1. Балахонов А.В. 1990. Ошибки развития. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 278.
Balahonov A.V. 1990. Oshibki razvitiya [Errors of the Development]. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo universiteta, 278.
2. Бей-Биенко Г.Я. 1980. Общая энтомология. М.: Высшая школа, 416.
Bej-Bienko G.Ja. 1980. Obshhaja jentomologija [General entomology]. Moscow: Vysshaja shkola, 416.
3. Благовещенский Д.И. 1969. К вопросу о структурных аномалиях у Вшей (Siphunculata). Энтомологическое обозрение, 48 (3): 507–510.
Blagoveshenskij D.I. 1969. On the question of structural abnormalities in Lice (Siphunculata). Jentomologicheskoe obozrenie [Entomological Review], 48 (3): 507–510.
4. Васильева Л.А. 2005. Изменение системы жилкования крыла *Drosophila melanogaster* под действием температурного шока и селекции. Журнал общей биологии, 66 (1): 68–74.
Vasil'eva L.A. 2005. Changing wing venation of *Drosophila melanogaster* under the influence of temperature shock and selection. Zhurnal obshhej biologii [Journal of General Biology], 66 (1): 68–74.
5. Назаренко В.Ю. 2006. Случай тератоза у долгоносика *Hypera transylvanica* (Coleoptera, Curculionidae). Вестник зоологии, 40 (2): 181–183.
Nazarenko V.Ju. 2006. Case teratoza from weevil *Hypera transylvanica* (Coleoptera, Curculionidae). Vestnik zoologii [Zoological Herald], 40 (2): 181–183.
6. Олифан В.И. 1957. Критические стадии в индивидуальном развитии насекомых. В кн.: Третье совещание Всесоюзного энтомологического общества (г. Тбилиси, 4–9 октября 1957 г.). Тезисы докладов. Ч. 1. М.–Л., Изд-во АН СССР: 201–202.
Olifan V.I. 1957. The critical stages in the development of the individual insects. In: Tret'e soveshhanie Vsesojuznogo jentomologicheskogo obshhestva (g. Tbilisi, 4–9 oktjabrja 1957 g.). Tezisy dokladov. Ch. 1 [The third meeting of the All-Union Entomological Society (Tbilisi, 4–9 October 1957). Abstracts. Part 1]. Moscow–Leningrad, Izd-vo AN SSSR: 201–202.
7. Присный А.В. 1983. Морфологические аномалии колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). Этомологическое обозрение, 52 (4): 690–701.
Prisnyj A.V. 1983. Morphological abnormalities Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). Jentomologicheskoe obozrenie [Entomological Review], 52 (4): 690–701.
8. Присный Ю.А. 2008. К вопросу о возможности использования частот появления морфологических аномалий у насекомых для оценки качества среды. В кн.: Эколого-фаунистические исследования в Центральном Черноземье и сопредельных территориях. Сборник материалов III региональной конференции. Липецк, ЛГПУ: 107–113.
Prisnyj Ju.A. 2008. On the possibility of using the frequency of occurrence of morphological abnormalities in insects to assess the quality of the environment. In: Jekologo-faunisticheskie issledovanija v Central'nom Chernozem'e i sopredel'nyh territorijah. Sbornik materialov III regional'noj konferencii [Ecological and faunal studies in the Central Black Earth and adjacent territories. The collection of materials III Regional Conference]. Lipetsk, LGPU: 107–113.
9. Присный Ю.А. 2009. Классификация морфологических аномалий жесткокрылых насекомых (Coleoptera). Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 9-1 (11): 72–81.
Prisnyj Ju.A. 2009. Classification of morphological abnormalities of beetles (Coleoptera). Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 9-1 (11): 72–81.

10. Присный Ю.А. 2010. Методика экспресс-оценки состояния среды на основе частоты появления морфологических аномалий у жуужелиц. В кн.: Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики. Материалы XI Международной научно-практической конференции (г. Белгород, 20–25 сентября 2010 г.). Белгород, ИПЦ «ПОЛИТЕРРА»: 220.

Prisnyj Ju.A. 2010. Methods of rapid assessment of the state of the environment on the basis of frequency of occurrence of morphological abnormalities in the ground beetles. In: Vidovye populjicii i soobshhestva v antropogenno transformirovannyh landshaftah: sostojanie i metody ego diagnostiki. Materiala XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (g. Belgorod, 20–25 sentjabrja 2010 g.) [Species populations and communities in the anthropogenically transformed landscapes: the status and methods of diagnosis. Materials of the XI International scientific-practical conference (Belgorod, 20–25 September 2010)]. Belgorod, IPC «POLITERRA»: 220.

11. Присный Ю.А. 2013. Оценка состояния особо охраняемых природных территорий Белгородской области на основе частот встречаемости аномалий у жуужелиц (Carabidae). Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 24 (7): 72–76.

Prisnyj Ju.A. 2013. Assessment of the status of protected areas of the Belgorod region on the basis of frequency of occurrence of abnormalities in the ground beetles (Carabidae). Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 24 (7): 72–76.

12. Balazuc J. 1948 (1947). Memoires Museum National d'Histoire Naturelle de Paris. Vol. 25. La teratologie des coleopteres et experiences de transplantation chez *Tenebrio molitor* L. Paris, Editions du Museum, 294.

13. Balazuc J. 1958. La teratologie des Hymenopteroides. Annales de la Societe Entomologique de **France**, 127: 167–203.

14. Roux Ph., Wrase D.W. 2007. Description d'une espece et d'une sous-espece nouvelles de *Nebria* Latreille, 1804 provenant d'anatolie (Coleoptera, Nebridae, Nebrini). Biococme Mesogeen, Nice, 24 (2): 41–49.

15. Savini V., Furth D. 2004. Teratology in Coleoptera: a case in *Gioia bicolor* (Blake 1969) (Chrysomelidae, Alticinae) from Jamaica. Entomotropica, 19 (3): 165–167.

16. Schneider N., Thoma J. 2004. Malformation antennaire observee chez *Callichroma velutinum* (Fabricius, 1775) (Coleoptera, Cerambycidae). Bulletin Society Natural Luxembourg, 105: 105–108.

17. Stockard C.R. 1921. Development alrate and structural expression; an experimental study of twins «double monsters» and single deformities and interaction among embryonic organs during their origin and development. The American Journal of Anatomy, 28: 115–226.

УДК 579.68

**ECOLOGICAL AND SANITARY CONDITION OF FISHERY PONDS WITH
COMPLEX INTENSIFICATION****ЭКОЛОГО-САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ВОДОЕМОВ С КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИЕЙ****I.Yu. Kireeva
И.Ю. Киреева**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 19, General Rodimtsev St, Kiev, 03041, Ukraine
Національний університет біоресурсів і природопольовання України, Україна, 03041, Київ, ул. Генерала
Родимцева, 19*

E-mail: kireevaiu@mail.ru

Key words: bacteria plankton, microorganisms, heterotrophic, oligotrophic, index of purity, index of trophicity, ponds, fish, number, feeding.

Ключевые слова: бактериопланктон, микроорганизмы, гетеротрофы, олиготрофы, индекс чистоты, индекс трофности, пруды, рыба, численность, кормление.

Resume. The analysis of data for the study of basic and integrated indicators of bacterial plankton productive fishery ponds with complex intensification (the total number of morphological structure, the number of heterotrophic and oligotrophic bacteria, the index of purity, and the index of trophicity) is represented. The dependence of the total number of bacteria plankton on the intensity of fish feeding and water temperature. The size of the bacterial cells varied with increasing anthropogenic load on the pond. Maximum heterotrophic (saprophytic) bacteria was observed in the middle of the vegetation period and coincided with the total bacteria plankton. The absolute number of oligotrophic bacteria was increasing as the intensity of fish feeding, and their total number of saprophytes was decreasing. Minimum values of the coefficient (K) and the index of trophicity (I) were observed at the end of the vegetation period. Used microbiological indicators help to educe the borderline ecological status of water bodies and therefore they can be recommended as indicator characteristics of processes under the pond and anthropogenic influence on them.

Аннотация. Представлен анализ данных по изучению основных и интегрированным показателей бактериопланктона производственных рыбохозяйственных водоемов с комплексной интенсификацией (общая численность, морфологический состав, численность гетеротрофных и олиготрофных бактерий, индекс чистоты, индекс трофности). Выявлена зависимость общей численности бактериопланктона от интенсивности кормления рыбы и температуры воды. Размеры бактериальных клеток варьировали при увеличении антропогенной нагрузки на водоем. Максимум гетеротрофных (сапрофитных) бактерий отмечался в середине вегетационного периода и совпал с таковым тотального бактериопланктона. Абсолютное число олиготрофных бактерий возрастало по мере увеличения интенсивности кормления рыбы, а их доля в общем количестве сапрофитов снижалась. Минимальные значения коэффициента чистоты (K) и индекса трофности (I) наблюдались в конце вегетационного периода. Используемые микробиологические показатели позволяют выявить пограничное экологическое состояние водоемов и потому их можно рекомендовать как индикаторные характеристики внутриводоемных процессов и антропогенного воздействия на них.

Introduction

The main parts of the modern water quality assessment system are microbiological indicators, which characterize the gravity of the state of the environment (water bodies) to aquatic organisms, including human [Drachev, 1964; Zhukinsky, Wen et al., 1981; Antipchuk, 1983; Grigorieva, Wen et al., 1985; Shitikov, Wen et al., 2003; Ashikhmina, 2006]. Advantages of micro-organisms as an indicator of the ecological status of waters don't raise doubts because they have the shortest life cycle in the hierarchy of living beings; and they are characterized by high sensitivity, registering even the occasional short or contamination, and therefore occupy a special place among the indicators [Kuznecov, 1940; Winberg, 1973; Shitikov, Wen et al., 2003]. With the help of the structural and functional parameters of microbial communities it is possible to estimate the degree of anthropogenic impact especially in the setting of controlled fish-breeding process [Antipchuk, Kireeva, 2005]. Due to the special sensitiveness of bacterial plankton as indicators of environment of dwelling it is possible to distinguish the directed changes of forming the quality of water under the action of anthropogenic factor from the recurrence of natural biological processes [Romanenko, Kuznecov, 1974; Romanova, Hurynovich, 1983; Oleinik, Starosila, 2005; Kireeva, 2010.].

Research methods

Microbiological studies were carried out by conventional methods in aquatic microbiology selection of an average sample of water-bottle sampler every ten days with a 20-centimeter layer of



surface water; membrane filter method - determination of total microbial count and morphological structure; method of sowing depth in 3-fold repetition - definition heterotrophic (meat-and-peptone agar, MPA) and oligotrophs (MRA 1:10) [Razumov, Korsch, 1962; Korsch, 1969; Antipchuk, Kireeva, 2005]. The index of cleanness (coefficient K, according to S. Kuznecov) was counted to the total number of bacteria to the number of heterotrophic [Kuznecov, 1940]. Index of trophicity (coefficient I, according to N. Gavrisheva) was counted to oligotrophic bacteria, which are growing on dilute (1:10), to the number of heterotrophic, which are growing on MPA [Gavrisheva, 1986]. The results are processed statistically (mean, mean error), the difference was considered at a confidence level – 0.95 ($p < 0.05$)

Experimental part

The bacteria plankton of nursery fishing ponds of the fish farm in Chagan (Astrakhan area; Russia the sixth area of fish-farming, 2009) was the object of the research. The carp was growing in condition of complex intensification (polyculture, close-settled landings, fertilizers, feeding) in that fish farm. The main difference of experimental reservoirs was in intensive fish feeding (pond №1-baiting, pond №2 – semi-intensive, pond №3 – intensive). The purpose of researches is an estimation of ecological-sanitary state of reservoirs with the different level of anthropogenic load on the basic and computer-integrated indexes of total bacterial plankton (general quantity, morphological composition, quantity of heterotrophic and oligotrophic bacteria, index of cleanness and index of trophicity).

Results and Discussion

Analysis of the given data showed that the total number of microorganisms in the water of the researched ponds ranged from 0.7 to 19.8 million cells/ml (table).

Table

Microbiological indicators of the sanitary condition of the experimental fishery ponds (average)
Таблица
Микробиологическая характеристика экспериментальных рыбохозяйственных водоемов (среднее)

Months	Microorganisms thousand cells / ml			K	I
	The total number	MPA	MPA 1:10		
Pond № 1					
June	860.0±0.19	5.0±0.10	10.5±0.20	172.0±0.42	2.1±0.11
July	5 995.0±0.31	107.0±0.37	220.0±0.22	56.0±0.27	2.1±0.13
August	7 975.0±0.42	250.0±0.29	450.0±0.51	31.9±0.30	1.8±0.20
September	8 009.0±0.40	285.0±0.48	390.0±0.35	28.1±0.24	1.8±0.23
The average for the season	5 709.8±0.34	186.8±27	242.6±0.41	70.2±0.19	2.0±
Pond № 2					
June	700.0±0.40	4.2±0.16	9.9±0.14	166.7±0.33	2.4±0.15
July	11 291.1±0.33	319.0±0.51	430.0±0.30	35.4±0.20	1.4±0.12
August	15 001.0±0.50	575.0±0.33	760.0±0.32	26.1±0.25	1.3±0.16
September	17 650.0±0.41	660.0±0.42	515.0±0.27	19.6±0.18	0.9±0.13
The average for the season	11 160.0±0.37	324.6±0/50	428.3±0.26	62.0±0.30	1.6±0.23
Pond № 3					
June	858.0±0.54	5.5±0.10	11.0±0.13	156.0±0.22	2.0±0.18
July	14 184.0±0.51	560.0±0.38	680.0±0.22	25.3±0.14	1.0±0.13
August	19 802.0±0.31	1070.0±0.41	870.5±0.36	21.1±0.17	0.8±0.10
September	21 443.0±0.45	970.0±0.36	400.0±0.21	32.0±0.25	0.4±0.11
The average for the season	14 071.8±0.36	476.4±0.27	508.0±0.28	58.6±0.23	1.2±0.14

Received indicators of the total microbial count show the transition of the surveyed ponds into dirty category. We have found that the dynamics of the total number of bacteria repeated any permanganate oxidation and temperature. The maximum number of bacteria plankton was observed at the maximum heating of water (29°C) followed by a decrease of the concentration of dissolved oxygen in it to the minimum.



The content of organic matter in the pond with the highest anthropogenic load reached 30.5 mg O/l, which significantly exceeded the permissible limits for fish-farms. It should be pointed out that in the pond with intensive fish feeding (throughout the growing season) the largest values of the total number of bacteria plankton were observed that on average in the season was 14 071 8 cells / ml and indicated the transition of this reservoir in the category of dirty ones.

In ponds №1 and 2 the total number of microorganisms on the average was 1.5 times less than in the pond № 3. The most favorable microbiological conditions were observed in the pond with the lure, the water of which during the whole period of fish cultivation was characterized as polluted, that is permissible under a complex intensification of fish-breeding process.

Thus quantitative changes in of bacteria plankton during the growing season were determined by complicated factors, the main of them was the introduction of organic matter in the form of the fish feed. With the accumulation in reservoirs residues of uneaten feed and the fish metabolic products the total bacterial count was increasing. The dependence of the total intensity of the bacterial feeding fish and water temperature was determined.

In total number of bacterioplankton rod-shaped form was – 76.3%. Their sizes varied of 0.2 to 2.0 μ dominated was reiteled in the morphological composition of bacterioplankton. Proportion of cocci the average size of 0.6 μ did not fall below 11.5%, and the spores – 3.8%. The presence of *Galionella ferrugenia* in the amount of 0.1% of total microbial number was idicated in the composition of bacterioplankton in the first year of reservoirs operation. It should be noted that sizes of coccus cell decreased and bacillus with a scheme change of reservoirs operation. Such changes in the morphological structure of bacterialplankton recorded in the seasonal and long-term dynamics, can serve as an indirect indicator of processes inside the reservoirs and human impact on them.

As bas as the number of saprophytic bacteria concerned their amount in the water of reservoirs varied widely – from 4.2 to 1070.0 thousand cells/ml. Maximum number of saprophytes was observed in the pond with the highest anthropogenic load. A general conformity for all reservoirs - a gradual increase of the number of heterotrophs from the beginning of the growing season to the middle (august), with a further decline was observed. The population dynamics of this group of bacteria repeated the dynamics of the total bacteria plankton. The peaks of their number coincided with the maximum value of permanganate oxidation of water (pond number 1 – 12.8 mg O/l; pond number 2 – 19.4 mg O/l; pond № 3 – 31 mg O/l), which is quite natural as permanganate acid capacity characterizes the presence of easily decomposed organic matter and a saprophytic bacterium plays a major role in its transformation [Korsch, 1969; Gavrishcheva, 1986].

Analyzing the calculated coefficient K it should be noted that in the early summer the water of all experimental ponds was characterized by a sufficient number of labile organic matter, relatively equal degree of purity ($R = 156-172$) and belonged to the category of β -mezosaprobic. The analyzed parameters decreased i 3–8 times with an increase of the intensity of fish-breeding process and the heating of water (July–August) decreased in 3–8 times, which could indicate a shift of reservoirs into category of polysaprobic. At the end of the growing season the value of the coefficient K reached the minimum value since the reservoirs have accumulated a large amount of organic matter in the form of fish, remains of uneaten feed and dead phytoplankton that indicates a high anthropogenic load. Saprobic increase can lead to the appearance of reservoirs with a lack of oxygen in the future.

The comparison of the inspected reservoirs outman oligotrophic bacteria showed, that their absolute number had increased as far as the increase of feeding load, and a stake in the general amount of saprophytes went down. The least of oligotrophic bacteria (9.9–11.0 thousands of cells / ml) registered in all ponds at the beginning of summer, when the amount of organic matter was small in reservoirs.

With the introduction of feed into ponds easily decomposed organic substance was accumulating and it is used by this physiological group of microorganisms. Maximum number of them was observed in the pond with intensive fish feeding. The number of oligotrophes was declining to the end of the vegetation period in all experiment ponds; it is an indirect measure of increase of total content of organic substances in the water.

An assessment of the ecological status of water bodies was carried out on the index of trophicity (I), which is also decreased with increasing number of saprophytes in water, reaching lows (0.4) by the end of the growing period of fish, especially in the pond with intensive fish feeding – 5 times. It is necessary to consider a factor of the trophicity index while planning stocking densities of fish and feed costs for its cultivation because a high level of intensification of fish farming increases the organic load on the body of water, degrades a microbiological situation in the water and leads to secondary (bacterial) contamination

The obtained microbiological data confirmed the findings that the pond as stagnant closed system has a certain, but limited ability to cleanse itself [Kuznecov, 1940; Razumov, Korsch, 1962; Korsch, 1969; Romanenko, Kuznecov, 1974; Oleinik, Starosila, 2005]. Thus, both basic and integrated

microbiological indicators assess the ecological status of water bodies, indicate the need to take measures to normalize the hydrochemical and sanitary regime of the reservoir to prevent the deterioration of water quality and as a result, farmed fish production. In addition the used microbiological indicators can be recommended as indicator characteristics of inside reservoirs processes and human impact on them [Kireeva, 2010].

References

- Antipchuk A.F. 1983. Mikrobiologiya rybovodnykh prudov. M., Legkaya i pishchevaya promyshlennost'S, 212. [Microbiology fish ponds]. Moscow, Light and food industryS, 212. (in Russian)
- Antipchuk A.F, Kireeva I.Y. 2005. Vodna mikrobiologiya. Kiiv, KondorS, 256. [Water microbiology]. Kyiv, KondorS, 256. (in Ukrainian)
- Ashikhmina T.Y 2006. Ekologicheskij monitoring. [Environmental monitoring]. Moscow, Academic ProjectS, 416. (in Russian)
- Drachev S.M. 1964. Bor'ba s zagryazneniem rek, ozer, vodokhranilishch promyshlenno-bytovymi stokami [Pollution of rivers, lakes, reservoirs industrial and domestic sewage]. Moscow-Leningrad]. Publishing House of the USSR AcademyS, 274. (in Russian)
- Gavrisheva N.A. 1986. Distribution of heterotrophic bacteria and oligokarbofilnyh in lakes and rivers of Ukraine. In: Struktura i funkcionirovanie soobshchestv vodnykh mikroorganizmov. [Distribution of heterotrophic bacteria and oligokarbofilnyh in lakes and rivers of Ukraine. In.:The structure and functioning of aquatic communities mikroorganizmov]. Novosibirsk, Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences: 211-215. (in Russian)
- Grigorieva L.V, Kasyanenko A.I, Korczak G.I.1985. Sanitarnaya mikrobiologiya evtrofnykh vodoemov [Sanitary microbiology eutrophic reservoirs]. Kiev, Zdorov'eS, 224.(in Ukrainian)
- Kireeva I.Y. 2010. Evaluation of the ecological state of the fishery ponds of various categories of microbiological parameters. In: Regiony v usloviyakh neustoychivogo razvitiya (Kostroma-Shar'ya, 28-30 aprelya 2010), Materialy mezhdunarodnoy nauchno - prakticheskoy konferentsii [Regions in terms of unsustainable development. Materials of international scientific-practical conference. (Kostroma-Sharia, 28-30 April 2010), V.2. Kostroma, Publishing House of Kostroma State University named after N.Nekrasov: 408 - 413. (in Russian)
- Korsch L.Zh. 1969. Direct method for determination of bacteria in the study of sanitary water bodies. Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation], 9: 85 - 87. (in Russian)
- Kuznecov S.I. 1940. The use of microscopic techniques to the study of organic matter in water bodies. Mikrobiologiya. [Microbiology], XVIII, 3:203-214. (in Russian)
- Oleinik G.N., Starosila E.V. 2005. Microbiological characterization of reservoirs with high anthropogenic load. Hidrobiologicheskij zhurnal [Hydrobiological journal], 4:15-17. (in Ukrainian)
- Razumov A.S, Korsch L.Zh. 1962. The use of phase-contrast microscopy for counting of bacteria by direct methods in the study of water quality. Mikrobiologiya. [Microbiology], 2: 257-361. (in Russian)
- Romanenko V.I., Kuznecov S.I. 1974. Ekologiya mikroorganizmov presnykh vodoemov. [Ecology of freshwater organisms]. Leningrad, NaukaS, 194. (in Russian)
- Romanova A.P, Hurynovich T.G 1983. On the relation between bacterial abundance and biomass in the calculation of its products. In: Writings State Research Institute Lake and River Fisheries. Vyp. 196. [Proceedings State Research Institute Lake and River Fisheries. Edition 196]. State Research Institute Lake and River Fisheries: 72-80. (in Russian)
- Shitikov V.K, Rosenberg G.S, Zinchenko T.D. 2003. Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoy identifikatsii. [Quantitative hydroecology: system identification techniques]. Togliatti, Institute of the Volga ekologii bassenya Russian Academy of SciencesS, 463. (in Russian)
- Winberg G.G., 1973. Introduction. In: Biologicheskie protsessy i samoochishchenie na zagryaznennykh uchastkakh reki (na primere verkhnego Dnepra). [Vvedenie. In: Biological processes, and self-cleaning of the contaminated river sections (for example, the upper Dnieper)]. Minsk, Belarusian State University Publishing House: 12-13. (in Russian)
- Zhukinsky V.I, Oksiyuk O.P, Oleynik G.N. 1981. Printsipy i opyt postroeniya ekologicheskoy klassifikatsii i kachestva poverkhnostnykh vod sushi. [Principles and experience of construction of ecological classification and quality of surface water]. Hydrobiological journal, 2:38. (in Ukrainian)



УДК 577.156 + 612.015

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОГЛИАЛЬНЫХ БЕЛКОВ ДОННЫХ РЫБ
THE ASSESSMENT OF KERCH GULF'S ENVIRONMENTAL POLLUTION WITH
NEUROGLIAL PROTEINS OF GROUND FISH MEASURING**

**Е.В. Сухаренко¹, В.С. Недзвецкий², О.А. Петренко³
N.V. Sukharenko¹, V.S.Nedzvetsky², O.A.Petrenko³**

¹ Керченский государственный морской технологический университет, Россия, 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

² Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Украина, 49010, г. Днепропетровск, пр. Гагарина, 72

³ Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии, Россия, 298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2

¹ Kerch State Marine Technical University, 82, Ordzhonikidze St, Kerch, Republic of Crimea, 298309, Russia

² O. Honchar Dnipropetrovsk National University, 72, Gagarin Av., Dnepropetrovsk, 49010, Ukraine

³ Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, 2, Sverdlov St, Kerch, Republic of Crimea, 298300, Russia

E-mail: nedzvetskyvictor@mail.ru; helenasuhar@gmail.com

Ключевые слова: молекулярные маркеры, глиальный фибриллярный кислый белок (ГФКБ), донные рыбы, промышленное загрязнение.

Key words: molecular markers, glial fibrillary acidic protein (GFAP), industrial pollution of water bioresources.

Аннотация. Современная экологическая ситуация в водах Керченского пролива требует оценки нарушений в биотопах и мониторинга степени влияния промышленных загрязнений на экосистему.

Проведено исследование цитоскелетного маркера астроцитов глиального фибриллярного кислого белка (ГФКБ) в мозге бычка-песочника (*Neogobius fluviatilis*), который является типичным представителем промысловых донных рыб Керченского пролива.

Результаты сравнительного анализа содержания ГФКБ в мозге рыб из прибрежных вод бухты Керченской и рыб из условно чистого участка р. Ворскла показали достоверное возрастание ГФКБ в 2.18 раза в промышленно загрязненном регионе. Повышение содержания ГФКБ указывает на развитие астроглиоза в результате метаболических нарушений, которые могут быть вызваны повышенным содержанием нефтепродуктов в природных биотопах бухты Керченской. В ткани мозга группы рыб выловленных в Керченской бухте выявлено увеличение продуктов перекисного окисления липидов, что рассматривается как биохимический маркер.

Представленные результаты нарушений состояния цитоскелета астроцитов и окислительный стресс в мозге бычка-песочника Керченской бухты, свидетельствуют о проявлении сублетального биологического эффекта промышленных загрязнителей у гидробионтов данной акватории. Результаты исследования также результаты указывают на необходимость постоянного экологического мониторинга и комплексного исследования популяций гидробионтов промышленных регионов и зон экологических катастроф.

Resume. Modern ecology situation into Kerch gulf water requires the measuring of the disturbance in biotopes and monitoring the extent of industrial pollutants affect the ecosystems.

Sensitive test for measuring the degree of toxic effect on the vertebrates are neural tissue cells. Most sensitive for destructive factors effects are neuroglial cells – astrocytes.

There was executed the investigation of cytoskeleton marker of astrocytes glial fibrillary acidic protein (GFAP) in brain of the bullhead (*Neogobiusfluviatilis*) that is typical representative of the ground fish into Kerch gulf.

The results of comparative analysis of GFAP content in a brain of the fish from Kerch gulf's lateral water and fish brain from conditionally clear area of the Vorskla river show the reliable increasing of GFAP of 2.18 times into industrial polluted area. The rising of GFAP content indicates that astrogliosis development is a result of metabolic disturbance and it may be induced by higher content of oil products into lateral ground biotopes of Kerch gulf. The rising of lipid peroxidation level observed in the brain of fishes from Kerch gulf, that is a biochemistry marker.

Presented results on the state disturbance of astrocyte cytoskeleton and oxidative stress in the brain of bullhead from Kerch gulf is an evidence of sublethal biology effect in the hydrobionts from this area that is industrially polluted. The results of this investigation indicate the barest necessity of permanent ecology monitoring and combined study hydrobiont populations in both industrial and ecology accident areas.

Введение

На протяжении последних десятилетий экологическое состояние Керченского пролива неуклонно ухудшается [Бланк и др., 2004; Фашук, Петренко, 2008]. Это обусловлено рядом причин. Так с 2000 г. по 2005 г. ежегодное количество судов, проходящих по Керчь-

Еникальскому каналу, возросло в три раза [Фашук и др., 2007], значительно увеличился объем перегрузок, большая часть которых приходится на уголь, кокс, кальцинированную соду, ферросплавы, минеральные удобрения. Интенсификация судоходства привела к росту эрозионных процессов и прогрессирующей реседиментации донных отложений. Увеличению загрязнения акватории способствовала работа нескольких морских портов, расположенных на территории Керченского полуострова (Керченский морской торговый порт, Керченский морской рыбный порт, порт Крым, порт Камыш-Бурун), а также рейдово-перегрузочных комплексов [Матишов и др., 2008].

Мониторинг состояния водной среды Керченского пролива проводился на базе лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО, аккредитованной в Госстандарте Украины. Схема станций отбора проб для проведения комплексного наблюдения состояния акватории представлена на рисунке 1.

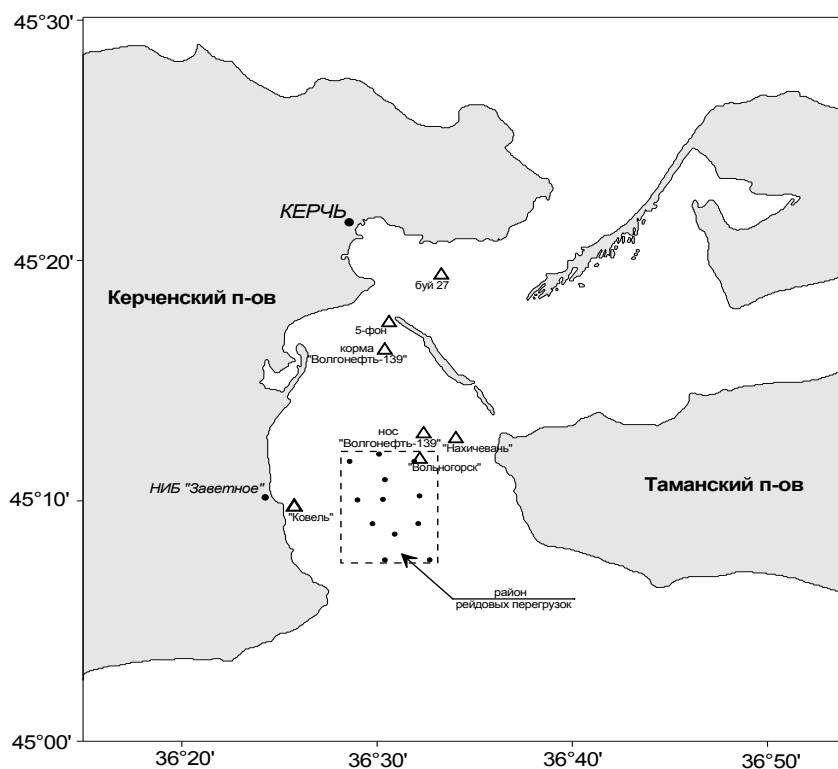


Рис. 1. Расположение станций мониторинга акватории Керченского пролива
 Fig. 1. The location of monitoring station into Kerch channel area

При проведении исследований акватории Керченского пролива установлено, что значительная часть попавших в море нефтепродуктов осела на морское дно. В результате десорбции нефтепродуктов из донных отложений количество малотрансформируемой фракции смол и асфальтенов в придонных и поверхностных водах устойчиво возрастало, достигнув пиковых значений в ноябре 2008 г. (0.223 мг/л). Причем в водах придонного горизонта концентрация смол и асфальтенов значительно превышала (3.2 ПДК) аналогичные показатели в водах поверхностного горизонта (2.4 ПДК). В 2009 г. уровень загрязнения придонных вод был также значительно выше уровня загрязнения вод поверхностного горизонта. Отличительной особенностью состава придонных вод марта-июня 2009 г., являлось высокое содержание фракции смол и асфальтенов, в 5.3–31.0 раза превышающее максимальное содержание данной фракции в придонных водах до аварии (0.021–0.124 мг/л и 0.004 мг/л соответственно) [Петренко и др., 2009].

Сложившаяся ситуация требует комплексной оценки на всех уровнях организации биологических систем. Необходимо установить степень влияния существующих загрязнений на экосистему Керченского пролива. Согласно классификации, разработанной ИнБЮМ НАН Украины, уровень загрязнений донных отложений нефтепродуктами, при котором начинается деградация донных биоценозов и изменяется трофическая структура бентоса, составляет 1 мг/г сухого веса. Представители зообентоса являются основными объектами питания донных промысловых рыб Керченского пролива, поэтому загрязнение донных осадков, может негативно отразиться на популяциях бычков кругляка и песочника (*Neogobius melanostomus*, *N. fluviatilis*), кефали сингиля (*Liza aurata*) и лобана (*Mugil cephalus*), камбалы-калкана (*Psetta maotica*), камбалы-гlossы (*Platichthys flesusluscus*) и пр.



Существуют разнообразные методы оценки неблагоприятного влияния поллютантов на водные организмы. Наиболее широко используемыми являются морфологические, морфофизиологические, генетические и гистологические методы. Анатомо-морфологические характеристики рыб не всегда являются объективными показателями уровня загрязнения, часто эти показатели у рыб из загрязненных и условно чистых водоемов не имеют существенных различий. В современных условиях особую актуальность приобретают исследования молекулярных механизмов, которые лежат в основе физиологических, репродукционных и других биологических процессов, являясь ответной реакцией организма на изменения окружающей среды. Чувствительным индикатором уровня комбинированного воздействия токсинов на организм позвоночных являются клетки нервной ткани. Наиболее восприимчивы к воздействию повреждающих факторов клетки нейроглии - астроциты. Несмотря на разнообразие, количество и локализацию астроцитов, обусловленную их видовыми особенностями, обязательным компонентом цитоскелета этих клеток является глиальный фибриллярный кислый белок (ГФКБ). Исследования ГФКБ-позитивных клеток астроглии показали, что этот белок консервативен по структуре и функциям, а повышенный синтез ГФКБ является ответной реакцией астроцитов на повреждения в результате действия неблагоприятных факторов различной природы.

Цель настоящей работы заключалась в исследовании особенностей астроглиального цитоскелета бычка-песочника (*N. fluviatilis*), являющегося типичным представителем промысловых донных рыб Керченского пролива, а также в оценке возможности использования ГФКБ в качестве молекулярного маркера состояния гидробионтов биотопа данного региона.

Материал и методы исследования

Основой для статьи послужили комплексные ихтиотоксикологические исследования, сбор материала и наблюдения, проведенные на акватории низовьев реки Ворскла (Днепродзержинское водохранилище) в границах существующего ихтиологического заказника, практически не поддающегося под техногенное влияние, и прибрежной зоны бухты Керченской – основной бухты Керченского пролива, в которой расположен ряд действующих портовых комплексов. Экспериментальные данные сравнивались также с аналогичными показателями, полученными на загрязненных участках реки Самара Днепровская (правый приток р. Днепр) в прибрежьях, примыкающих к промышленным зонам и жилым массивам Днепропетровска.

Ихтиологический материал (35 экземпляров бычка-песочника (*N. fluviatilis*) отбирался в соответствии с общепринятыми методиками в водах Керченской бухты в мае – июне 2009 г. Проводился полный биологический анализ исследуемых рыб. Визуально наблюдались особенности фенотипа рыб, анализировались морфологические экстерьерные и интерьерные характеристики. Оценивалась доля рыб с различными морфологическими и физиологическими аберрациями [Правдин, 1966].

Содержание и полипептидный состав глиального фибриллярного кислого белка (ГФКБ) астроглии определяли иммунохимическим методом. После декапитации головной мозг рыб гомогенизировали (на холоду) в 10-х кратном объеме 50 мМ трис-буфера pH 7.8, содержащего 2 мМ этилендиаминтетраацетат (ЭДТА), 1 мМ 2-меркаптоэтанол, 0.1 мМ фенолметилсульфонилфторид (PMSF) и 5 мМ соевого ингибитора трипсина. Гомогенат центрифугировали 50 мин при 60 000 g. После центрифугирования отбирали с надосадочной жидкостью фракцию водорастворимых белков. Для экстракции цитоскелетных белков, к полученному осадку добавляли 4-х кратный объем трис-буфера, содержащий дополнительно 4М мочевины. Центрифугировали 60 мин при 60 000 g и отбирали фракцию водонерастворимых белков. Белки разделяли методом электрофореза в градиенте полиакриламидного геля (7–18%) с 0.1% додецилсульфатом натрия. Определение полипептидного состава глиальных филаментов проводили с помощью иммуноблоттинга с использованием поликлональной моноспецифической антисыворотки в разведении 1:2500 [Nedzvetskii et al., 2006].

Относительную интенсивность плотности окраски полипептидных зон выявляли с помощью компьютерной обработки сканированных результатов иммуноблоттинга. Количественный анализ ГФКБ проводили путем сравнения интенсивности окрашивания соответствующих полипептидных зон полученных проб, отнесенной к количеству общего белка во фракциях. Общий белок определяли методом Лоури в модификации Миллера [Miller, 1959]. Уровень перекисного окисления липидов измеряли с использованием тест-набора LPO-586 (Oxis, Int.Inc., USA) по методу, который основан на реакции N-метил-2-фенилиндола с малоновым диальдегидом и 4-гидроксисалкенами [Ohkawa et al., 1979]. Обработку полученных

данных проводили методами математической статистики для малых выборок. Относительное содержание ГФКБ выражали в виде средней величины $M \pm m$, достоверность различий между группами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента ($P < 0.01$) после проверки гипотез о нормальности распределения и различии между генеральными дисперсиями.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного анатомо-морфологического исследования рыб во всех группах отклонения от нормального развития, аберрации и уродства не обнаружены. Однако результаты количественной оценки содержания белка глиальных промежуточных филаментов в мозге рыб показали достоверные отличия исследованных групп от контрольной выборки (рис. 2).

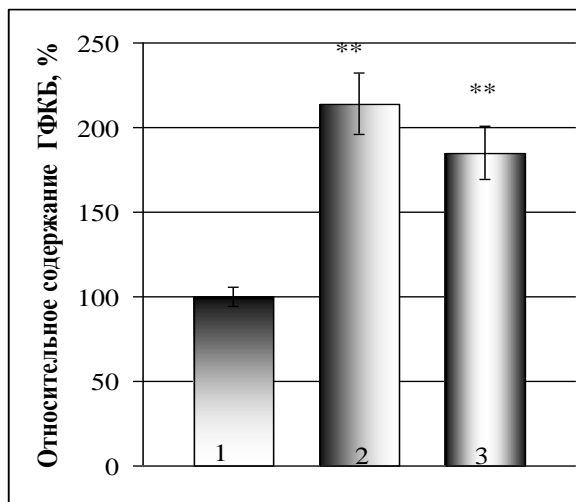


Рис. 2. Относительное содержание ГФКБ в мозге бычка-песочника бухты Керченской (2) по сравнению с контрольным участком реки Ворскла (1) и участком реки Самара Днепроvская (3); ** – достоверность отличий групп 2 и 3 относительно группы 1 при $P < 0.01$

Fig. 2. Relative content of GFAP in bullhead brain from Kerch channel (2) compared with control area Vorskla river (1) and area Samara-Dneprovskaya (3); ** – the reliability of differences groups 2 and 3 relatively to group 1 under $P < 0.01$

В мозге бычка-песочника, выловленного в прибрежных водах бухты Керченской и в загрязненных зонах р. Самара Днепроvская, выявлено достоверное возрастание ГФКБ в 2.18 раза ($P < 0.01$) и 1.76 раза, соответственно, по сравнению с группой рыб из условно чистого участка (р. Ворскла). Повышение содержания ГФКБ указывает на развитие астроглиоза в результате метаболических нарушений, которые могут быть вызваны повышенным содержанием токсинов в придонных биотопах бухты Керченской и реки Самара Днепроvская.

Возрастание содержания белка глиальных филаментов является следствием увеличения числа субполюляции глиоцитов, в первую очередь, за счет дифференциации глиальных предшественников в зрелые астроциты. В ходе дифференциации в астроцитах активируется экспрессия белка глиальных промежуточных филаментов. Астроциты являются специализированными глиальными клетками, число которых более чем в 5 раз превышает количество нейронов ЦНС. Они плотно окружают поверхность нейронов и выполняют много жизненно важных функций ЦНС в норме. Астроциты отвечают на все формы ЦНС-инсультов реактивцией через посредничество характерного процесса, который получил название астроглиоза [Sofroniew, Vinters, 2010]. Астроглиоз индуцируется разными по природе факторами и является признаком патогенетических и структурных повреждений ЦНС.

Участие астроцитов в репарации повреждений ЦНС подтверждается результатами многих исследований. Использование современных достижений молекулярной и клеточной биологии позволило раскрыть природу и некоторые механизмы астроглиального реактивного ответа на действие физических, химических факторов и метаболических нарушений. Показано, что этот процесс является тонко градуированной последовательностью изменений, которые реализуются ситуационно-зависимым способом и во многом регулируются, как внешними сигналами, так и нейрон-глиальным взаимодействием [Verkhatsky et al., 2014]. При этом метаморфозы, сопровождающие астроглиоз, могут варьировать в широких пределах – от обратимых изменений экспрессии генов с сохранением доменов и структуры тканей до долговременного формирования рубцов и перестройки структуры участков мозга.

Результаты определения полипептидного состава ГФКБ мозга рыб, обитающих в прибрежных зонах бухты Керченская и реки Самара Днепроvская, показали значительное возрастание количества деградированных полипептидов ГФКБ (рис. 3). Наиболее значительные изменения состава полипептидных фрагментов ГФКБ выявлены в цитоскелетных фракциях белков.

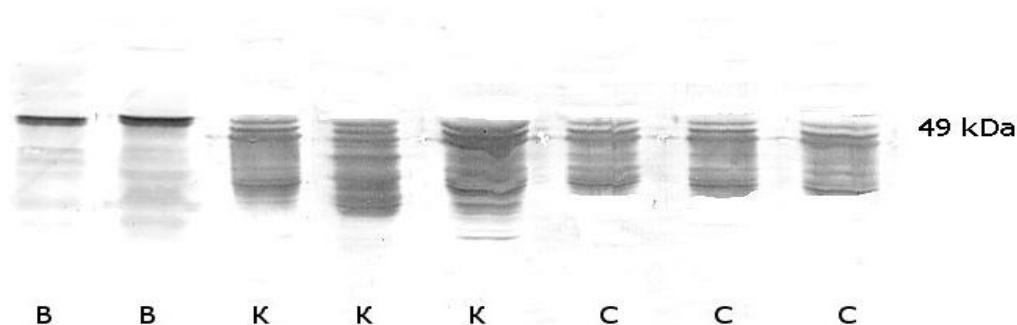


Рис. 3. Результаты иммуноблотинга цитоскелетных фракций белков из мозга бычка-песочника реки Ворскла (В), бухты Керченской (К) и участка реки Самара Днепроовская (С)

Fig. 3. The results of immunoblotting of cytoskeletal proteins in bullhead brain from Vorskla river (В), Kerch bay (К) and Samara-Dneprovskaya river (С)

Содержание конечных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в ткани мозга рыб, обитающих в зонах техногенного загрязнения, свидетельствует о процессах, характеризующих развитие оксидативного стресса (рис. 4). Показатели оксидативного стресса и цитоскелетных изменений бычка-песочника бухты Керченская, реки Самара Днепроовская и реки Ворскла имели высокий коэффициент корреляции ($r = 0.69 \pm 0.091$ и $r = 0.74 \pm 0.087$ соответственно). Изучение цитоскелетных перестроек нейроглии рыб и характера повреждений органических молекул в ходе оксидативного стресса в тканях донных рыб является актуальной задачей при оценке воздействия различных неблагоприятных факторов, в том числе и десорбции нефтепродуктов из донных отложений, т. к. рыбы являются удобными объектами в экотоксикологических исследованиях в силу своей высокой численности, широкого распространения и доступности для изучения реакции организмов на действие поллютантов.

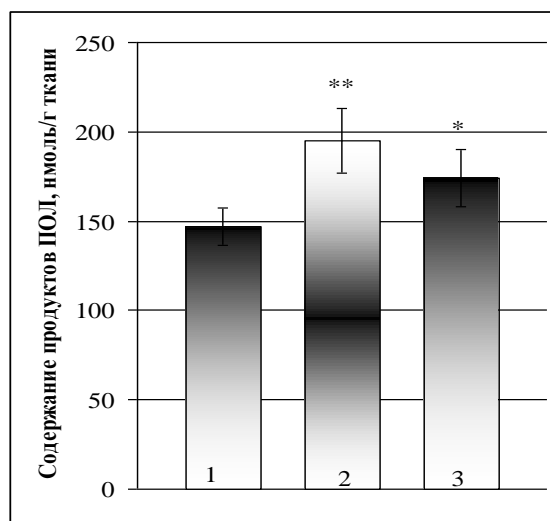


Рис. 4. Содержание конечных продуктов перекисного окисления липидов в мозге бычка-песочника реки Ворскла (1), бухты Керченской (2) и реки Самара Днепроовская (3). Достоверность отличий групп 2 и 3 относительно группы 1: * – $P < 0.05$; ** – $P < 0.01$

Fig. 4. The content of final products lipid peroxidation in bullhead brain from Vorskla river (1), Kerch bay (2) and Samara-Dneprovskaya river (3). The reliability of differences groups 2 and 3 relatively to group 1: * – $P < 0.05$; ** – $P < 0.01$

Морфологические аномалии, хотя и не могут служить биомаркерами раннего обнаружения потенциальной опасности антропогенного воздействия, являются важным звеном экологических и биологических исследований. Рассмотрение в комплексе биохимических и физиологических параметров при оценке влияния загрязнения на окружающую среду показывает перспективность применения молекулярных биомаркеров. Использование в качестве биомаркеров именно гистоспецифических цитоскелетных белков нервной ткани, которые выполняют жизненно необходимые функции нервной системы и необычайно чувствительны к воздействию неблагоприятных факторов, является наиболее перспективным направлением [Nedzvetskii et al., 2006]. У рыб, так же как и у других позвоночных, нейроглиа играет жизненно важную роль в обеспечении метаболитами и поддержании стабильного функционирования нейронов. Нейроглиальные клетки принимают непосредственное участие в поддержании гомеостаза мозга, репарации повреждений, защите нейронов от эксцитотоксичных и экзогенных повреждающих факторов. Астроглиоз, т. е. реактивация астроцитов в ответ на неблагоприятные воздействия различной природы всегда сопровождается активацией фибрилlogenез и синтез ГФКБ [Nedzvetskii, Nerush, 2011].

Чрезмерно интенсивный фибриллогенез является главным показателем реактивного ответа астроцитов на нейрональные повреждения. Перестройка промежуточных филаментов астроглии может быть необходимым условием для адекватного функционирования глиальных клеток при воздействии повреждающих факторов.

Выявленное нами достоверное повышение экспрессии белка глиальных промежуточных филаментов свидетельствует о функциональном ответе нейроглии на неблагоприятное воздействие, т. е. индуцированном астроглиозе. Характерное увеличение количества деградированных полипептидных фрагментов ГФКБ является признаком цитоскелетных перестроек, которые ассоциированы с нарушением биохимических, молекулярных процессов определяющих функционирование клеток нервной ткани. Одной из главных причин подобных нарушений является неконтролируемое повышение активности протеолитических ферментов, например, кальпаинов [Недзвецкий и др., 1991]. Результаты проведенного исследования, несомненно, свидетельствуют о том, что основной причиной нарушений состояния цитоскелета астроцитов выступает токсическое воздействие нефтяного загрязнения акватории Керченского пролива.

Несмотря на то, что воздействия, индуцирующие астроглиоз, в настоящее время изучаются многими исследователями, взаимосвязь между глиальными перестройками и физиологическими процессами, обеспечивающими выживание и жизнеспособность организма, остается не раскрытой. Известно, что профиль астроглиального ответа значительно варьирует в зависимости от интенсивности и природы повреждающего фактора, при этом защитные эффекты глиальной реактивности особенно ярко проявляются в первые дни и недели после воздействия повреждений различной природы. В более поздние сроки, при хроническом влиянии повреждающих факторов, клеточный ответ может проявляться в виде мягкого, умеренного или строгого астроглиоза. В ходе первых двух вариантов проявления астроглиоза количество реактивных клеток и их метаболическая активность могут вернуться к показателям физиологической нормы. В то же время, строгий астроглиоз сопровождается образованием характерного глиального рубца, препятствующего прорастанию нейритов и затрудняющего восстановительные процессы.

Незначительное по интенсивности или кратковременное воздействие загрязнителей, как правило, вызывает клеточный ответ в виде мягкого или умеренного астроглиоза. В ходе такого ответа реализуются молекулярные и клеточные механизмы, направленные на восстановление повреждений, вызванных токсикантом. С другой стороны, более интенсивное и/или хроническое воздействие индуцирует чрезмерно активную клеточную реактивацию и формирование глиального рубца. Учитывая тот факт, что в нервной ткани именно астроциты являются основными продуцентами цитокинов и молекул межклеточного матрикса, обеспечивают целостность гемато-энцефалического барьера, такой клеточный ответ ведет к развитию воспалительного и угнетению репаративных процессов [Goussev et al., 2003].

Нарушения состояния цитоскелета астроцитов и оксидативный стресс, выявленные в мозге бычка-песочника Керченской бухты, свидетельствуют о проявлении сублетального биологического эффекта промышленных загрязнителей у гидробионтов данной акватории.

Оксидативный стресс является наиболее характерным метаболическим нарушением при действии неблагоприятных факторов. Промежуточные высокореактивные продукты оксидативного стресса являются важной причиной нейродегенерации и снижения жизнеспособности в условиях воздействия токсических загрязнителей различной природы.

Чрезвычайно актуальным является изучение повреждающих эффектов отдельных загрязнителей и ксенобиотиков, обладающих окислительным потенциалом в условиях хронического воздействия и/или сублетальных концентраций, в частности, в регионах с развитой тяжелой промышленностью и зонах техногенных катастроф.

Особого внимания, в качестве объекта исследования, заслуживают гидробионты, поскольку водные организмы довольно чувствительны к промышленным загрязнителям с высоким окислительным потенциалом, обладают способностью избирательной аккумуляции загрязнителей в органах и тканях. Биологические особенности гидробионтов позволяют создавать удобные и адекватные для экотоксикологических исследований модели биологических эффектов современных загрязнителей.

Учитывая вышесказанное, выявленная положительная корреляция показателей астроглиоза и оксидативного стресса в мозге бычка-песочника из загрязненных и условно чистых водоемов указывает на то, что окислительные повреждения могут быть одним из основных механизмов реализации токсичных эффектов загрязнителей.

Заключение

Полученные в мае–июне 2009 г. данные о нарушениях метаболизма специфического белка цитоскелета нейроглии бычка-песочника Керченской бухты, свидетельствуют о



негативном влиянии нефтепродуктов на донные биотопы этого региона. Представленные результаты указывают на необходимость постоянного экологического мониторинга и комплексного исследования популяций гидробионтов промышленных регионов и зон экологических катастроф.

Список литературы References

1. Бланк Ю.И., Себах Л.К., Петренко О.А. 2004. Экологические аспекты природопользования в районе Керченского пролива. В кн.: Проблемы экологической безопасности и развития морехозяйственного и нефтегазового комплекса. Материалы IV Международной научно-практической конференции (г. Севастополь, 30 августа – 3 сентября 2004 г.). Одесса, Изд-во Пассаж: 194–198.

Blank J.I., Sebah L.K., Petrenko O.A. 2004. Problems of environmental safety and marine economic development and oil and gas industry. In: Problemy jekologicheskoy bezopasnosti i razvitija morehozajstvennogo i neftegazovogo kompleksa. Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Sevastopol', 30 avgusta – 3 sentjabrja 2004 g.) [Problems of environmental safety and marine economic development and oil and gas industry. Materials of the IV International scientific and practical conference (Sevastopol, 30 August – 3 September, 2004)]. Odessa, Izd-vo Passazh: 194–198. (in Russian)

2. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Савицкий Р.М. 2008. Экосистемный мониторинг и оценка воздействия разливов нефтепродуктов в Керченском проливе. Аварии судов в ноябре 2007 г. Ростов-на-Дону. Изд-во ЮНЦ РАН, 73.

Matishov G.G. Berdnikov S.V., Sawicki R.M. 2008. Jekosistemnyj monitoring i ocenka vozdeystviya razlivov nefteproduktov v Kerchenskom prolive. Avarii sudov v nojabre 2007 g. [Ecosystem monitoring and evaluation of the impact of oil spills in the Kerch Strait. Ship casualties in November 2007], Rostov-na-Donu, Izd-vo JuNC RAN, 73. (in Russian)

3. Недзвецкий В.С., Ушакова Г.А., Бусыгина С.Г. и др. 1991. Влияние малых доз ионизирующей радиации на промежуточные филаменты и Са-активируемую систему протеолиза головного мозга крысы. Радиобиология, 31 (3): 333–339.

Nedzveckij V.S., Ushakova G.A., Busygina S.G. et al. 1991. The effect of small doses of ionizing radiation on the intermediate filaments and Ca-activated proteolysis system rat brain. Radiobiologija, 31 (3): 333–339. (in Russian)

4. Петренко О.А., Авдеева Т.М., Себах Л.К. и др. 2009. Влияние техногенной катастрофы 11 ноября 2007 г. на состояние морской экосистемы Керченского пролива. В кн.: Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и мировом океане. Труды ЮгНИРО. Керчь, ЮгНИРО: 55–60.

Petrenko O.A., Avdeeva T.M., Sebah L.K. et al. 2009. Influence of man-made disaster 11 November 2007 on the state of the marine ecosystem of the Kerc gulf's. In: Osnovnye rezul'taty kompleksnyh issledovanij v Azovo-Chernomorskom bassejne i mirovom okeane. Trudy JugNIRO [The main results of comprehensive research in the Azov-Black Sea basin and the world's oceans. Articles SouthSRFO], Kerch, JugNIRO: 55–60. (in Russian)

5. Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М., Пищевая промышленность, 376.

Pravdin I.F. 1966. Rukovodstvo po izucheniju ryb (preimushhestvenno presnovodnyh) [Study Guide fish (mostly freshwater)]. Moscow, Pishhevaja promyshlennost', 376. (in Russian)

6. Фащук Д.Я., Овсиенко С.Н., Петренко О. А. и др. 2007. Экологические проблемы Боспора Киммерийского. Черноморский вестник, 1: 52–78.

Fashhuk D.J. Ovsyenko S.N., Petrenko O.A. et al. 2007. Ecological problems of Cimmerian Bosphorus. Chernomorskij vestnik, 1: 52–78. (in Russian)

7. Фащук Д.Я., Петренко О.А. 2008. Керченский пролив – важнейшая транспортная артерия и рыбопромысловый район Азово-Черноморского бассейна. Юг России: экология, развитие, 1: 15–22.

Fashhuk D.J., Petrenko O.A. 2008. The Kerch gulf's – an important transport artery and fishing area of the Azov-Black Sea basin. Jug Rossii: jekologija, razvitie, 1: 15–22. (in Russian)

8. Goussev S. Hsu J.Y., Lin Y. et al. 2003. Differential temporal expression of matrix metalloproteinases after spinal cord injury: relationship to revascularization and wound healing. Journal Neurosurgery, 99: 188–197.

9. Miller G.L. 1959. Protein determination for large numbers of samples. Analytical Chemistry, 31 (5): 964–966.

10. Nedzvetskii V.S., Nerush P.A. 2006. Effects of vitamin E against aluminum neurotoxicity in rats. Biochemistry (Moscow), 71 (3): 239–244.

11. Nedzvetskiy V.S., Nerush P.A. 2011. Hyperthyreosis Effects on the Learning, Memory and Glial Intermediate Filaments of a Rat Brain. Physiology and Pathophysiology, 2 (3): 269–278.

12. Ohkawa H., Ohishi N, Yagi K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Analytical Biochemistry, 95 (2): 351–358

13. Sofroniew M.V., Vinters H.V. 2010. Astrocytes: biology and pathology. Acta Neuropathologica, 119: 7–35.

14. Verkhratsky A., Parpura V., Pekna M. et al. 2014. Glia in the pathogenesis of neurodegenerative diseases. Biochemical Society Transactions, 42 (5): 1291–1301.

УДК 599.735.31

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
РОГОВ ЛОСЯ (ALCES ALCES L.) ОКСКОЙ И ЛАДОЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИЙ
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПРОМЫСЛОВОЙ НАГРУЗКИ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF ELK
ANTLERS (ALCES ALCES L.) OKA AND LADOGA POPULATION AS AN
INDICATOR OF COMMERCIAL LOAD**

**В.В. Червонный, А.А. Горбачева, Г.В. Ситникова
V.V. Chervonny, A.A. Gorbacheva, G.V. Sytnikova**

*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: дикие копытные, лось, рога, популяции, промысел.
Key words: wild ungulates, elk, horns, populations, trade.

Аннотация: Сравнительный анализ морфометрических показателей рогов лося в окской и ладожской популяциях показал, что в первой популяции почти во всех возрастных группах рога были примерно в 1.5 раза тяжелее, чем во второй, а доля четырехконцовых рогов в окской популяции была в 2-3 раза больше, чем в ладожской. Выявленные различия рассматриваемых признаков объясняются очень высокой плотностью населения лосей ладожской популяции, а также интенсивным промыслом в ней.

Summary. Comparative analysis of morphometric parameters of elk horns in the studied population showed that the population of the Oka in almost all age groups of elk antlers were approximately 1.5 times heavier than those of the population of Lake Ladoga. Compared populations differ in relation to the different number of horns sprouting. The share of young elks with unbranched horns (age is 1.5 years) and males with forked horns in Ladoga population was almost two times more than the population of the Oka. The opposite situation was observed when comparing the proportion of four and five terminal horns which number in the Oka population was two to three times more than in the population of the Ladoga.

The revealed differences of morphometric parameters of elk horns in the compared populations due to the fact that the population density of the ungulate populations in the Ladoga during our research was 2-3 times higher than in the Oka and therefore the load on the elk grazing in the first population was several times greater than in the second. In addition, a large population of Ladoga was experienced hunting pressure during which most of the killed males were in the reproductive age.

Введение

Изучение морфометрических особенностей популяций охотничьих видов млекопитающих имеет не только теоретический интерес, но и практическую значимость. Среди этих животных особенно выделяется лось.

В связи с важной ролью лося в лесных экосистемах мы попытались выяснить морфометрические особенности его рогов в Сосновском лесоохотничьем хозяйстве (Ленинградская область), и в Окском биосферном заповеднике (Рязанская область). Для удобства первую популяцию в дальнейшем мы будем называть «ладожской», так как Сосновское хозяйство расположено на территории, прилегающей к Ладожскому озеру, а вторую – «окской» – одноименный заповедник расположен в бассейне Оки.

Задачей научного охотоведения является разработка разумных сроков добывания копытных и определение соотношения возрастных и половых групп при отстреле, с целью поддержания популяции на оптимальном уровне жизнеспособности. Существует мнение, что хорошие рога лося можно получить, добыв зверя в разгар гона. Отстреливая взрослых полноценных самцов, мы даем возможность молодым особям покрывать лосих. Очевидно, что в такой ситуации рассчитывать на нормальное здоровое потомство нет оснований. Многочисленные сигналы, поступающие из районов с развитым промыслом, говорят, что местные популяции лосей из года в год мельчают, а лопатообразные рога становятся похожими на олени [Херувимов, 1969; Тимофеева, 1974; Филонов, 1983]. Это является следствием чрезмерно высокой промысловой нагрузки на элитных лосей-самцов старших возрастных групп, как наиболее желанных трофеев для охотников, а поэтому и



отстреливаемых в первую очередь [Данилкин, 2006]. Особенно это характерно для южной части ареала лося, где в результате длительного выборочного отстрела наиболее крупных особей, число самцов с оленевидными рогами больше, чем на севере ареала [Рожков и др., 2001].

Объект и методы исследования

В основу статьи положены материалы, собранные В.В. Червонным и обработанные соавторами в Сосновском лесохозяйственном хозяйстве, где за четыре промысловых сезона (1961-1965 гг.) отстреляно 513 лосей, из которых 61% составляли самцы. Рогачей же из них было 211 особей.

Кроме того, использованы материалы летописи природы Окского биосферного заповедника по отстрелу в его охранной зоне 94 лосей, а также сведения о 62 сброшенных рогах лося, собранных сотрудниками заповедника примерно в тот же период и визуальных встречах с 75 самцами, имеющими рога. Таким образом, в нашем распоряжении имелась информация о 442 рогах лося окской и ладожской популяций. Использование данных о прошлом состоянии изучаемых популяций представляет определенный интерес, так как известно, что познать современное состояние популяции необходимо зная ее прошлое.

Сосновское лесохозяйственное хозяйство расположено на Карельском перешейке в северо-западной части Ленинградской области. Леса здесь в основном образованы елью и сосной, на долю которых приходится около 86% лесопокрытой территории хозяйства. Высокая плотность населения лося на рассматриваемой территории объясняется тем, что лоси мигрируют в Сосновское хозяйство из заболоченных местностей, расположенных к юго-востоку от него. Эти болота бедны зимними кормами, поэтому подавляющая часть животных вынуждена уходить отсюда. Миграция лосей на восток и север ограничена Ладожским озером, а на юг – Ленинградом и его окрестностями; остается только северо-западное направление, ведущее в Сосновское хозяйство. Поэтому зимняя плотность населения лося в ладожской популяции очень высокая и составляла в исследуемый период 33-38 особей на 1000 га., что в несколько раз превышает предельно допустимую плотность популяции этого вида. Большая кормовая нагрузка лосей ладожской популяции на зимние пастбища привела к серьезным повреждениям основной ключевой породы – сосны. Из 60 тыс. обследованных нами молодых сосен 24% было со сломанными стволами. На следующий год эти поврежденные деревья уже не могут использоваться лосями как кормовой объект.

Лесорастительные условия в окской популяции данного вида типичны для зоны смешанных лесов, где более половины лесопокрытой площади (58%) занимают лиственные леса, а на сосну приходится 27%, т.е. в 3 раза меньше, чем в ладожской популяции [Червонный, 1975]. Плотность населения лося в окской популяции в изучаемый период находилась в пределах 12.1–15.3 особи на 1000 га, что в 2-3 раза меньше, чем в ладожской популяции. Как видно, рассматриваемые популяции отличаются по уровню плотности населения лосей, а, соответственно, и по кормовой нагрузке на зимние пастбища. Поэтому в нашей работе мы пытаемся выяснить, как эти различия отражаются на одном из важных популяционных параметров – морфометрических характеристиках рогов лося.

Определение возраста лосей по суммарному количеству отростков на рогах [Бутурлин, 1934] дает лишь примерные и часто неверные данные. Возраст лосей с различной степенью точности можно определять при сочетании данных о размерах рогов, их форме, величине отдельных частей, числу отростков, весу рогов и убойном весе тела и его размеров. Наиболее точным методом определения возраста животных является состояние зубной системы, а именно степень стертости жевательной поверхности коренных зубов на любой из сторон нижней челюсти [Кнорре, Шубин, 1959]. Однако, и этот метод имеет некоторые погрешности, с которыми мы столкнулись. Иногда, разница при определении возраста между правой и левой половинами нижней челюсти составляла 1-2 года. Поэтому при определении возраста лосей, мы пользовались комплексом перечисленных выше признаков

Лопата рога – это важный структурный его элемент, который служит показателем состояния здоровья и возраста лося. Поэтому для её характеристики мы производили два измерения: ширину и длину.

Обхват или окружность рога измерялась примерно в 5 см от розетки. Длина рога измерялась от острия самого длинного верхнего отростка до острия самого удаленного нижнего по прямой. Линейные измерения других элементов рогов производились по общепринятой методике [Фандеев, 1985].

Результаты исследований

Изучаемые популяции лося обитают в разных ландшафтных зонах: ладожская – в южной тайге, а окская – в зоне смешанных лесов. Кроме разных условий обитания, эти популяции отличаются и разным давлением антропогенного фактора. Возраст сравниваемых популяций лося примерно одинаков. Однако, окская популяция почти не испытывала пресса охоты и давления фактора беспокойства, так как обитает на территории заповедника. «Пресс» охоты на самцов ладожской популяции примерно в 1.5 раза больше чем на самок. Во время охоты в первую очередь отстреливаются самцы репродуктивного возраста, в связи с чем, нарушается половая и возрастная структура популяции, в результате чего происходит ее омоложение.

Одним из основных структурных элементов рога лося является число отростков. Поэтому рассмотрим число отростков на рогах лосей, отстрелянных в Сосновском лесохозяйственном хозяйстве в разные периоды промыслового сезона (рис.).

Как видно из рисунка, в начале сезона охоты на лосей (III декада ноября) все 25 добытых самцов имели рога. Среди них 40% имели рога с двумя отростками. Самцов с тремя отростками было в два раза меньше. Самцы второго года жизни (шильники), имеющие один отросток составляли 16% и немного больше (20%) приходилось на лосей с четырьмя отростками; три отростка на рогах имели 24% добытых особей.

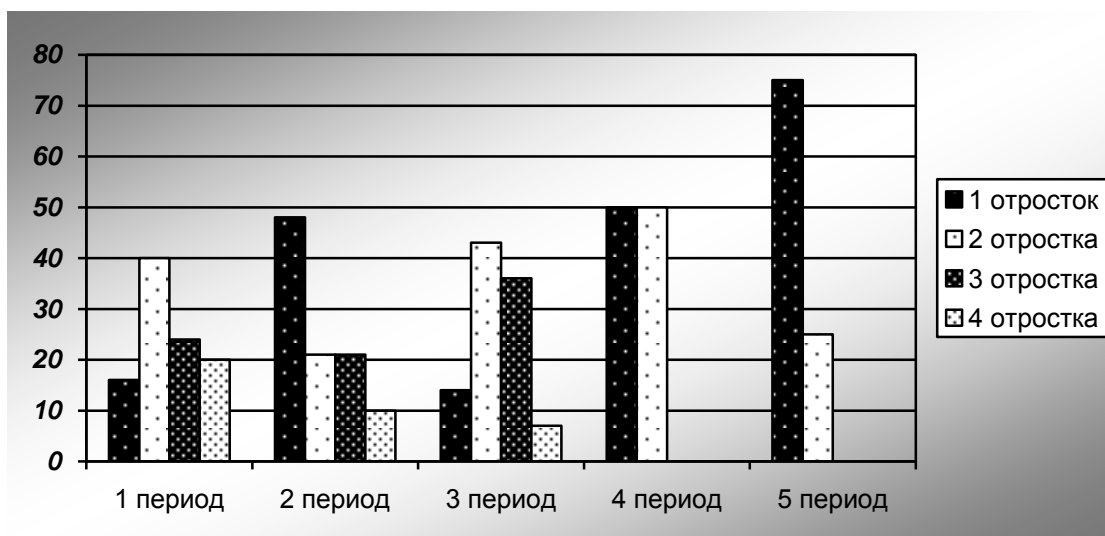


Рис. Доля рогов лосей с разным числом отростков, отстрелянных в разные периоды двух промысловых сезонов в Сосновском лесохозяйственном хозяйстве (ладожская популяция).

Периоды: 1 – 3-я декада ноября; 2 – 1-ая декада декабря; 3 – 2-ая декада декабря; 4 – 3-я декада декабря; 5 – 1-ая декада декабря

Fig. The share of horns of elk with different numbers of processes bagged in different periods of the fishing season in Sosnovka forestry farming (Ladoga population). Periods: the 1st – 3rd decade of November; the 2nd – 1st decade of December; the 3rd – 2nd decade of December; the 4th – 3rd decade of December, the 5th – 1st decade of December.

В начале промыслового сезона больше половины самцов, имеющих рога (56%) приходилось на лосей первой и второй возрастных групп, то есть на молодых особей.

Во втором периоде промыслового сезона (I декада декабря) по сравнению с первым периодом доля шильников увеличивается примерно втрое, тогда как доля самцов II возрастной группы, имеющих рога с двумя отростками, уменьшается примерно вдвое. Тем не менее, молодых самцов этих двух возрастных групп среди отстрелянных рогачей было больше всего (около 70%), а доля самцов с четырьмя концевыми отростками и более старших возрастных групп уменьшается примерно в 2 раза, так как большинство лосей этих возрастных групп уже сбросили рога.

В третьем периоде (II декада декабря) молодые самцы среди отстрелянных рогачей по-прежнему преобладают (57%), а доля средневозрастных самцов сохраняется на уровне второго периода.

В конце охоты на лосей, самцы с рогами были представлены только молодыми особями, среди которых шильники составляли 75%. Как видно (см. рис.), наибольший «пресс»



охоты приходился на эту возрастную группу. Поэтому, не случайно, доля шильников в конце промыслового сезона по сравнению с его началом увеличилась почти в 5 раз.

Из изложенного видно, что доля лосей, имеющих рога в разных возрастных группах в течение промыслового сезона существенно изменяется. Сокращается доля старших возрастных групп и увеличивается доля младших возрастных групп за счет разницы во времени сбрасывания рогов. Кроме того, одновременно, сокращается и общее число самцов с рогами. В первой половине промыслового сезона рогатые самцы составляли 41-45% от числа всех самцов, добытых в это время. А в конце охоты на их долю приходилось всего 6%.

Вес рогов и величина окружности их у розетки, хотя и опосредованно, но в какой-то степени отражают возраст лоса. Как видно из таблицы, в первой возрастной группе, где самцы имеют спицу, вес одного рога в окской популяции в 1.5 раза больше чем в ладожской популяции. Однако, окружность рога у шильников в сравниваемых популяциях почти одинакова.

Таблица
Окружность и вес рогов лосей разного возраста в окской и ладожской популяциях

Table
The circumference and weight of horns of elks of different ages and Oka in Ladoga populations

Популяция	Показатели	Возраст (лет)									
		1.5		2.5		3.5		4.5-5.6		6.5-7.5	
		M±m	%	M±m	%	M±m	%	M±m	%	M±m	%
Окская	Окружность рогов (мм)	93±1.54	15	122±0.51	16	143±1.92	32	150±0.63	21	185±1.81	16
	Вес рогов (г)	228±1.79	14	975±2.17	19	1511±2.71	31	2164±1.53	24	2963±1.08	14
Ладожская	Окружность рогов (мм)	98±1.50	11	114±1.22	23	135±1.52	34	133±1.12	14	182±0.68	18
	Вес рогов (г)	150±0.52	13	870±1.33	20	1060±2.70	29	1500±1.83	14	2600±2.37	24

Средний вес рога почти во всех возрастных группах окской популяции лоса (см. табл.) примерно в 1.1-1.5 раза больше чем в ладожской. Общий средний показатель веса рога первой популяции составил 1.56±0.01кг, тогда как во второй популяции его значение составило 1.24±0.05кг, что примерно в 1.3 раза меньше.

Общая средняя величина окружности рога в окской популяции составляет 127±1.33 мм, а в ладожской – 120±0.39 мм, то есть разница этого параметра в сравниваемых популяциях незначительна.

Существует мнение, что судить о возрастной структуре популяции лоса можно по соотношению сброшенных рогов с разным числом отростков. Однако, это можно сделать только лишь для самцов, старше 1.5 лет, так как многоконцовые рога легче обнаружить, чем спицы. Для выяснения этого вопроса сравним сброшенные рога (79 экземпляров) с рогами самцов, встреченных в природе (71 особь) в окской популяции. В обеих группах преобладали самцы с двух-четырёхконцовыми рогами (70-76%). Диаметрально противоположная картина наблюдается при сравнении доли рогов, имеющих один отросток (спицу). У встреченных самцов такие рога встречались в 2.5 раза чаще (13%), чем среди найденных сброшенных (5%).

Из проведенного анализа видно, что ветвистость сброшенных рогов в основном совпадает в средневозрастных группах с теми пропорциями, которые были учтены у встреченных самцов в Окском заповеднике.

Большинство найденных рогов (67%) имели слабо выраженную лопату, а примерно треть их вообще ее не имели. Как правило, лопата отличается небольшими размерами. Из 46 рогов, по которым мы располагаем данными, более половины (56%) имели лопату шириной не более 10 см и 40% - от 10 до 15 см. И только один рог имел лопату шириной 25 см. То же самое можно сказать и о длине лопаты, максимальные размеры которой (40-50 см) имели всего 4 рога, а минимальные (до 30 см) – 30 рогов, то есть почти в 7 раз больше.

Из изложенного видно, что в окской популяции лоса мало особей, имеющих большие рога. Подтверждением сказанному может служить и вес найденных рогов. Из 66 рогов, у которых был определен вес, 31% весили до 1 кг (в том числе 13% с весом до 0.5 кг), 45% было с весом 1-2 кг и 24% имели вес 2-3 кг. В окской популяции большинство найденных рогов весили 1-2 кг. Иногда встречаются лоси с аномальными рогами, так, например, в конце декабря был отстрелян самец, у которого оба рога были похожи на рога буйвола, а их длина составляла 15 см. В начале декабря был добыт самец, у которого левый рог был нормальный, а правый в виде небольшого отростка, длиной 5 см.

Из 79 найденных рогов 23% имели отростки с отломленными концами и трещинами. Кроме того, найдены два рога, у которых была отломлена часть лопаты. Очевидно, что эти повреждения были получены во время драк самцов, которые нередко бывают в период гона.

В заключение рассмотрим особенности формирования рогов в разных регионах. Во многих работах отмечается, что лопатообразные рога у лосей встречаются редко, а в ряде популяций они становятся похожими на олени [Херувимов, 1969; Тимофеева, 1974; Козло, 1983]. Названные выше авторы и целый ряд других исследователей [Бутурлин, 1934; Данилкин, 2006] считают, что лопата перестает образовываться и нарушается правильность роста рогов в местах, где лося много беспокоят, отстреливая крупных самцов с хорошими рогами. Поэтому погоня охотников за самцами с максимально развитыми рогами привела к тому, что лоси, как пишет С.А. Северцев [1951] стали «бедны рогами». В подтверждение выше изложенному, приведем данные, показывающие деградацию популяции лося в Ленинградской области. По данным А.К. Саблинского [1914], в Царско-Сельском уезде Петербургской губернии средний вес лосей, в результате перерпромысла уменьшился с 296 кг. до 167 кг., а среднее число отростков сократилось с 6.4 до 2.2. В 1974 г по данным Тимофеевой Е.К. [1974] в Ленинградской области преобладают самцы с небольшим числом отростков и узкой лопатой. Среди 252 добытых лосей, имевших рога, 86% носили спицы [Тимофеева, 1974]. Примерно такая же ситуация наблюдалась и в ладожской популяции, обитающей на территории Ленинградской области [Червонный, 1967].

Существует и другая версия происхождения оленевидных рогов, согласно которой следует рассматривать таких лосей как южную форму, которая сформировалась в юго-восточных заболоченных лесах европейской части России, откуда она постепенно продвигалась на запад, вследствие чего «лопатники» отодвигаются к северу [Martenson, 1903]. Приведенные выше данные показывают, что и на севере ареала лося самцов с хорошо выраженной лопатой очень мало. Поэтому последняя версия опровергается многочисленными литературными данными, приведенными выше.

Выводы

1. Сравнительный анализ морфометрических показателей рогов лося в окской и ладожской популяциях выявил, что почти во всех возрастных группах вес рогов в окской популяции был примерно в 1.5 раза больше, чем в ладожской популяции. А средний вес одного рога в первой популяции составил 1.56 ± 0.01 кг., а во второй – 1.24 ± 0.05 кг.

2. Сравнимые популяции отличаются и по удельному весу рогов с разным числом отростков. Наибольшая разница по этому признаку наблюдалась в первой и второй возрастных группах, то есть у молодых самцов, доля которых в ладожской популяции была в 2 раза больше, чем в окской. Противоположная картина наблюдалась при сравнении доли рогов в старших возрастных группах, число которых в окской популяции было в 2 раза больше, чем в ладожской.

3. Выявленные различия в сравниваемых популяциях лося объясняются очень высокой плотностью его населения в ладожской популяции, которая в 2-3 раза больше, чем окская. Кроме того, первая популяция испытывала большой «пресс» охоты, во время которой отстреливались самцы в основном репродуктивного возраста.

Список литературы

References

1. Бутурлин С.А. 1934. Лоси. М.–Л., КОГИЗ, 68.
Buturlin S.A. 1934. Losi [Elks]. Moscow–Leningrad, KOGIZ, 68. (in Russian)
2. Данилкин А.А. 2006. Дикie копытные в охотничьем хозяйстве. М., ГЕОС, 366.
Danilkin A.A. 2006. Dikie kopytnye v ohotnich'em hozjajstve [Wild ungulates in hunting]. Moscow, GEOS, 366. (in Russian)
3. Кнорре Е.П., Шубин Г.Г. 1959. Определение возраста лося. В кн.: Труды Печоро-Ильчского заповедника. Вып. 7. Сыктывкар: 123–132.
Knorre E.P., Shubin G.G. 1959. Determining the age of the elk. In: Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika. Vyp. 7 [Proceedings of the Pechora-Ilych Nature Reserve. Vol. 7]. Syktyvkar: 123–132. (in Russian)
4. Козло П.Г. 1983. Эколого-морфологический анализ популяций лося. Минск, Наука и техника, 214.
Kozlo P.G. 1983. Jekologo-morfologicheskij analiz populjacij losja [Ecological and morphological analysis of populations of the elk]. Minsk, Nauka i tehnika, 214. (in Russian)
5. Рожков Ю.И., Проняев А.В., Пискунов О.Д. и др. 2001. Охотничьи животные России. Вып. 4. Лось. Популяционно-биологический анализ лицензионной информации. М., Изд-во ГУ «Центрохотконтроль», 263.



Rozhkov Ju.I., Pronjaev A.V., Piskunov O.D. i dr. 2001. Ohotnich'i zhivotnye Rossii. Vyp. 4. Los'. Populjacionno-biologicheskij analiz licenzionnoj informacii [Hunting animals Russia. Vol. 4. Moose. Population-biological analysis of license information]. Moscow, Izd-vo GU «Centrohokontrol'», 263. (in Russian)

6. Саблинский А.К. 1914. Опыт учета, состояния и состава лосиных стад в Царскосельском уезде Санкт-Петербургской губернии. В кн.: Материалы к познанию русского охотничьего дела. Вып. 3. СПб.: 73–107.

Sablinskij A.K. 1914. Experience in accounting, state and composition of elk herds in the Tsar's district of St. Petersburg Province. In: Materialy k poznaniju russkogo ohotnich'ego dela. Vyp. 3 [Materials to the knowledge of the Russian hunting case. Vol. 3]. St. Petersburg: 73–107. (in Russian)

7. Северцов С.А. 1951. Эволюция рогов некоторых парнокопытных как турнирного оружия в боях за самку. В кн.: Проблемы экологии животных. Т. 1. М.: 58–96.

Severcov S.A. 1951. The evolution of some cloven-hoofed horns as the tournament weapon in the battle for the female. In: Problemy jekologii zhivotnyh. T. 1 [Problems of Animal Ecology. T. 1]. Moscow: 58–96. (in Russian)

8. Тимофеева Е.К. 1974. Лось (экология, распространение, хозяйственное значение). Л., Изд-во Ленинградского университета, 168.

Timofeeva E.K. 1974. Los' (jekologija, rasprostranenie, hozjajstvennoe znachenie) [Elk (ecology, distribution, economic importance)]. Leningrad, Izd-vo Leningradskogo universiteta, 168. (in Russian)

9. Фандеев А.А. 1985. Рога лося – охотничий трофей. Охота и охотничье хозяйство, (12): 10–11.

Fandeev A.A. 1985. Horn of elk - hunting trophy. Oхота i ohotnich'e hozjajstvo, (12): 10–11. (in Russian)

10. Филонов К.П. 1983. Лось. М., Лесная промышленность, 246.

Filonov K.P. 1983. Los' [Elk]. Moscow, Lesnaja promyshlennost', 246. (in Russian)

11. Херувимов В.Д. 1969. Лось (сравнительные исследования на примере тамбовской популяции). Воронеж, Центрально-Черноземное книжное изд-во, 432.

Heruvimov V.D. 1969. Los' (sravnitel'nye issledovanija na primere tambovskoj populjicii) [Elk (comparative study on the example of the Tambov population)]. Voronezh, Central'no-Chernozemnoe knizhnoe izd-vo, 432. (in Russian)

12. Червонный В.В. 1967. Об экологии, лесохозяйственном значении и промысле лося на Карельском перешейке. В кн.: Биология и промысел лося. Вып. 3. М.: 177–188.

Chervonnyj V.V. 1967. On the environment, forestry and fisheries value moose on the Karelian Isthmus. In: Biologija i promysel losja. Vyp. 3 [Biology and fishing elk. Vol. 3]. Moscow: 177–188. (in Russian)

13. Червонный В.В. 1975. Зимние кормовые ресурсы и питание лося в европейской части РСФСР. Труды Окского госзаповедника. Вып. 11. 321–339.

Chervonnyj V.V. 1975. Winter feed resources and nutrition of an elk in the European part of the RSFSR. Proceedings Oka goszapovednik. Vol. 11. 321–339. (in Russian)

14. Martenson A. 1903. Der Elch. Riga–Moskau, 174.

Martenson A. 1903. Der Elkh [The Elk]. Riga–Moscow, 174.

УДК 614.8:502.5+614.7:049.3

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ
ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЭС УКРАИНЫ**
**METHODOLOGICAL ASPECTS OF ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT FOR
HUMAN HEALTH IN THE OPERATION OF THE THERMAL POWER PLANTS IN
UKRAINE**

Г.Д. Коваленко, А.В. Хабарова (Пивень)
G.D. Kovalenko, A.V. Khabarova (Piven)

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, Украина, 61166, г. Харьков,
ул. Бакулина, 6*

Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems, 6, Bakulina St, Kharkov, 61166, Ukraine

E-mail: anetp@ukr.net; kovalenko@niiep.kharkov.ua

Ключевые слова: выбросы ТЭС, химические и радиационные факторы, оценка экологического риска для здоровья населения, рекомендации по снижению экологического риска.

Key words: emissions of thermal power plants, chemical and radiological factors, ecological risk to human health.

Аннотация. В статье приведен концептуальный подход для оценки экологического риска для здоровья населения при воздействии химических не канцерогенных и канцерогенных, а также радиоактивных выбросов ТЭС. Дана оценка существующим подходам и предложена комплексная оценка экологического риска для здоровья населения. Предложены и уточнены коэффициенты для расчета экологического риска при воздействии не канцерогенных выбросов ТЭС. Приведены показатели экологического риска для здоровья населения. Предложены рекомендации по снижению экологического риска для здоровья населения при воздействии выбросов ТЭС.

Resume. In this article the conceptual approach of ecological risk to the human health estimation from the influence of chemical not carcinogenic, carcinogenic and radioactive emissions of thermal power plant (TPP) is described.

The priority harmful substances contained in coal combustion products of thermal power plants of Ukraine are studied: chemical gaseous substances (SO_2 , NO_x , CO), particulate matter, heavy metals, benzo(a)pyrene and radioactive substances (^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{228}Th). The evaluation of existing approaches of the ecological risk is presented.

The main aim is to estimate the environmental health risk when exposed not carcinogenic, carcinogenic and radioactive releases into the atmosphere of large thermal power plants in Ukraine (over 300 MW) operating in the normal mode.

The rate of existing approaches of ecological risk to the human health estimation is evaluated. The integrated ecological risk to human health evaluation is proposed. The coefficients for calculating ecological risk from exposed to not carcinogenic emissions of TPP are proposed and are refined.

The method of integrated ecological risk to human health makes it possible to evaluate the radiation and chemical components in the implementation of environmental health risk in united rates of somatic stochastic effects on the individual unit doses and the number of additional cases of somatic stochastic effects unit collective dose with using the coefficients ecological risk factors for human health.

The rates of ecological risk to human health are given. The references including the ecological risk reduction to human health for the influence of emissions of thermal power plants are proposed.

The main contribution to the implementation of the ecological risk in terms of probability of somatic stochastic effects in the population due to the expense of exposure to chemical carcinogenic emissions of heavy metal of Cr and gaseous emissions SO_2 , NO_x and no carcinogenic emissions of Cu and Zn of the studied TPPs of Ukraine.

Введение

Методология анализа риска при воздействии вредных факторов окружающей среды на здоровье населения является новым, интенсивно развиваемым во всем мире междисциплинарным научным направлением.

В настоящее время методология оценки риска воздействия вредных веществ на состояние здоровья широко применяется в большинстве развитых стран мира и рекомендована Всемирной Организацией Здравоохранения и Международной комиссией по радиационной защите (далее МКРЗ) в качестве ведущего инструмента при определении количественного ущерба для здоровья населения от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды. По данному направлению разработано значительное количество методов для установления различных видов риска и различных причин, обусловивших необходимость проведения такой оценки.



Концепция риска в целом представляет собой системный подход, включающий основные элементы: оценку риска, управление риском и восприятие риска. Эти три взаимосвязанных аспекта единого процесса принятия решений, основанного на характеристике риска [Швыряев, Меньшиков, 2004]. Наиболее разработанными представляются проблемы идентификации опасностей и процедуры оценки риска при нормальном и аварийном функционировании опасных производств и объектов [Владимиров, 2005]. Вопросы управления рисками для промышленного региона пока находятся на концептуальной стадии и требуют разработки нетрадиционных методов и подходов на междисциплинарном уровне [Порфирьев, 1990].

За последние десятилетия сформировались достаточно четкие структурные элементы и методы анализа риска [Порфирьев, 1990], а также его направления, которые связаны с последующей дифференциацией областей применения анализа риска в экологии: оценка риска новых технологий, кумулятивного и суммарного эффектов влияния токсичных веществ на здоровье человека и экосистемы. Однако в литературных источниках наблюдается разрозненность научных представлений, как о самом понятии экологического риска, так и о методах его оценивания.

Проблемы использования существующих методов оценки экологического риска и перспективы развития.

В мировой практике существует четыре разных подхода к оценке экологического риска [Акимов, 2002]:

1. Инженерный метод анализа опасностей с применением упрощенных методик количественной оценки риска на основе принятых критериев – опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности. Недостатком является невысокая точность результатов, вследствие чего использование количественных показателей (в частности, вероятности возникновения аварии) в качестве критериев безопасности для сложных производств, как правило, не оправдано.

2. Модельный метод анализа чувствительности и анализа сценариев – проводится через построение моделей воздействия вредных факторов на человека и окружающую среду. Недостатком метода является то, что не учитывается вероятность и реалистичность ожидаемых изменений отдельных параметров (факторов) события, а также то, что изменения параметров события могут иметь совместный, а не изолированный характер.

3. Экспертный метод – применяется, если объем исходной информации является недостаточным для количественной оценки риска (погрешность результатов превышает 30%). Достоинствами экспертного анализа рисков являются: отсутствие необходимости в точных исходных данных и дорогостоящих программных средствах, возможность проводить оценку до расчета эффективности проекта, а также простота расчетов. Недостатком данного метода являются: трудность в привлечении независимых экспертов и субъективность оценок [Порфирьев, 1990].

4. Социологический метод определения риска является статистическими исследованиями и основывается на системе методологических, методических и организационно-технических мероприятий, направленных на получение достоверных данных о явлении или процессе, которые изучаются, для их последующего использования по уменьшению опасности здоровья населения.

Согласно определению Национальной академии наук США [Акимов, 2002], оценка риска – это использование доступной научной информации и научно обоснованных прогнозов для оценки опасности воздействия вредных факторов окружающей среды и условий на здоровье человека. При этом подчеркивается, что риск для здоровья человека, связанный с загрязнением окружающей среды, возникает при следующих необходимых и достаточных условиях:

- существование самого источника риска;
- присутствие данного источника риска в определенной, вредной для человека дозе;
- подверженность населения воздействию дозы вредного вещества.

Перечисленные условия образуют в совокупности реальную угрозу или опасность для здоровья человека.

Оценка риска для здоровья, основанная на данных социально-гигиенического мониторинга имеет ряд неопределенностей:

- вызванных проблемами статистической выборки;
- в моделях воздействия или моделях «доза-эффект», особенно на уровне доз малой интенсивности;

- связанных с формированием исходной выборки баз данных [U.S. Environmental Protection Agency (EPA)] и [Risk & Decision Making, 1992].

Выше приведенные методы оценки экологического риска не позволяют сравнивать воздействие факторов различной природы на здоровье человека в единых показателях, что является главным недостатком существующих методик.

Подход на основе анализа риска как количественной оценки особенно важен на региональном уровне, в первую очередь, для регионов, где сосредоточен значительный потенциал опасных производств и объектов в сочетании со сложной социально-политической обстановкой и недостаточным финансированием [Владимиров, 2005].

Риск при нормальном функционировании промышленных объектов может быть обусловлен за счет выбросов или утечки вредных или опасных веществ в количествах, превышающих санитарно-гигиенические нормативы и оказывающих постоянное воздействие на здоровье населения и окружающую среду [Владимиров, 2005].

Анализ источников загрязнения в приземном слое атмосферного воздуха выбросами ТЭС Украины за период 2001–2012 гг.

Крупными тепловыми электростанциями (более 300 МВт) в Украине являются Угледорская, Старобешевская, Кураховская, Славянская, Зуевская (Донецкая обл.), Приднепровская, Криворожская (Днепропетровская обл.), Луганская (Луганская обл.), Добротворская (Львовская обл.), Бурштынская (Ивано-Франковская обл.), Запорожская (Запорожская обл.), Ладыйжинская (Винницкая обл.), Трипольская (Киевская обл.) и Змиевская (Харьковская обл.). По характеру воздействия на окружающую среду ТЭС, работающие на каменном угле, ответственны за 33% всех выбросов в приземный слой атмосферного воздуха по Украине и являются объектами повышенного экологического риска [Коваленко, Пивень, 2009].

Приоритетными вредными веществами, которые содержатся в продуктах сгорания каменного угля исследуемых ТЭС Украины, являются химические газообразные вещества (SO_2 , NO_x , CO), твердые частицы, тяжелые металлы, бенз(а)пирен и радиоактивные вещества (^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{228}Th) [Бойко, 2006]. В таблице 1 приведены расчетные величины среднегодовых выбросов и среднегодовых концентраций химических веществ и эффективная доза облучения для радиоактивных веществ, а также их возможные последствия для человека в результате хронического воздействия. Среднегодовые концентрации химических веществ и эффективная доза облучения для радиоактивных веществ приведены для расстояния 1 км от источника.

Таблица 1

Показатели, используемые при оценке экологического риска для здоровья населения при нормальной эксплуатации ТЭС, работающей на каменном угле

Table 1

Indicators used for the environmental health risk assessment in normal TPP operating on coal

Параметр	Среднегодовой выброс, тыс. т/ГВт(эл.)·год	Среднегодовая концентрация, мг/м ³ (ГВт(эл.)·год)	Возможные последствия на организм человека
1	2	3	4
Не канцерогенные вещества			
SO_2	95.4	6.23×10^{-1}	Раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей
NO_x	14.2	9.69×10^{-1}	Раздражение дыхательных путей и легких, увеличение риска респираторных инфекций
CO	0.96	6.24×10^{-3}	Ощущение усталости или сонливости без видимых причин, головокружение, боли в груди и желудке. Длительное воздействие может приводить к потере сознания, коме и смерти.
Твердые частицы	33.7	2.20×10^{-1}	Фиброгенное воздействие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек дыхательных путей. При длительном вдыхании пыли возникают пневмокониозы, силикозы.
Pb	4.12×10^{-3}	2.85×10^{-5}	Дефицит гемоглобина, развитие анемии, нейротоксическое воздействие.
Cu	3.91×10^{-3}	2.70×10^{-5}	Развитие ишемической болезни сердца, кишечные отравления с тошнотой.
Zn	1.36×10^{-2}	9.39×10^{-5}	Остановка в росте, гемолиз, снижение содержания гемоглобина, деградация тканей печени, почек, мозга.

Окончание таблицы 1
End of table 1

1	2	3	4
Hg	3.74×10^{-4}	2.59×10^{-6}	Хронический гастрит, поражение почек, протеинурия, развитие нефротического синдрома. В коре головного мозга, преимущественно затылочных долей и в области задних рогов боковых желудочков, выявляются диссеминированные очаги атрофии.
V	1.98×10^{-4}	1.37×10^{-6}	Конъюнктивиты, назофарингиты, дерматиты, бронхиты, бронхиальная астма, пневмосклероз.
Канцерогенные вещества			
Ni	4.45×10^{-3}	3.08×10^{-5}	Развитие новообразований (легкие, почки, кожа, полость рта, носа, желудка), влияние на ДНК и РНК. Респираторные и эндемические заболевания, бронхиальный рак.
Cr	5.86×10^{-3}	4.06×10^{-5}	Раздражающее действие и поражение желудочно-кишечного тракта, поджелудочной железы, головокружение, слабость, тошнота, носовые кровотечения, раздражение верхних дыхательных путей (трахеит, бронхит, отек легких), поражение печени и почек, расширение сердца, поражение нервной системы, рак (практически все формы).
As	1.55×10^{-4}	1.07×10^{-6}	Эмбриотоксический и тератогенный эффект, головная боль, головокружение, одышка, снижение кровяного давления, функциональное нарушение ЦНС, рак легких, полости рта, носа, желудка.
Cd	2.20×10^{-3}	1.52×10^{-5}	Поражает почки и печень, вызывает анемию, оказывает мутагенное и канцерогенное действие на организм человека
Benz()	6.43×10^{-6}	4.45×10^{-8}	Злокачественные новообразования всех органов и систем организма
Радиоактивные вещества			
Естественные радионуклиды*	33.7	29.9	Злокачественные новообразования всех органов и систем организма.

Примечание: * – в таблице в колонке среднегодовая концентрация для ионизирующего излучения стоит величина эффективной дозы облучения от естественных радионуклидов, выражаемая в мкЗв/ГВт(эл.)·год.

Методика оценки экологического риска.

Выделяют основные элементы процедуры его оценки, которые подразделяются на четыре этапа [Быков, 1999; Захарова, Меньшиков, 2001]:

1. Идентификация опасности;
2. Оценка воздействующих доз (экспозиции);
3. Оценка зависимости «доза–эффект» (ответ);
4. Характеристика риска.

В рамках предлагаемого подхода рассматривается оценка экологического риска, где рецептором (чувствительным звеном) является человек.

В работе предлагается подход к комплексной оценке экологического риска для здоровья населения, длительно проживающего в районах размещения и эксплуатации ТЭС Украины, при хроническом воздействии малых доз ионизирующего излучения в сочетании с химическими не канцерогенными и канцерогенными компонентами выбросов ТЭС, работающих на каменном угле.

На рисунке 1 приведен алгоритм оценки экологического риска, предложенный авторами, в соответствии с которым предполагается оценка канцерогенных и не канцерогенных химических и радиоактивных веществ [Коваленко, Хабарова, 2012].

Целью работы является оценка экологического риска для здоровья населения при воздействии не канцерогенных, канцерогенных и радиоактивных выбросов в атмосферу крупных ТЭС Украины (более 300 МВт), работающих в штатном режиме.

Под термином «экологический риск» в данной работе понимается вероятность развития неблагоприятных эффектов для здоровья человека вследствие загрязнения

окружающей природной среды радиоактивными и вредными химическими веществами [Коваленко, Хабарова, 2012].



Рис. 1. Алгоритм оценки экологического риска
 Fig. 1. Algorithm of environmental risk assessment

Заключительная стадия модели оценки экологического риска при эксплуатации ТЭС, характеристика экологического риска, одновременно является первым звеном процедуры управления им. Основная цель управления экологическим риском при эксплуатации ТЭС складывается в выявлении путей снижения риска при заданных ограничениях на ресурсы и время.

Согласно беспороговому принципу, воздействие как радиоактивных, так и химических веществ даже в малых дозах считается вредным, т. е. способно вызвать патологические изменения в организме человека [Публикация НКРЗ 96; Демин и др. 2001; Демин, 2006]. Поэтому для оценки риска используют линейные модели интерполяции зависимости «доза—эффект» в области малых доз загрязняющих веществ.

Совокупное воздействие ионизирующего излучения и химических веществ на организм человека вызывает различные неблагоприятные эффекты, которые проявляются в отдаленные периоды. В исследованиях [Публикация НКРЗ 96; Демин и др. 2001; Демин, 2006] отмечен идентичный характер их связей: при снижении дозы частота эффекта снижается, а латентный период возникновения случаев соматико-стохастических эффектов увеличивается [ICRP Publication 103].

В основе предлагаемом авторами методе комплексной оценки экологического риска используется вероятностный подход для определения ожидаемого числа дополнительных случаев возникновения соматико-стохастических эффектов в популяции при фактических уровнях воздействия исследуемых химических или радиоактивных веществ [Коваленко, Хабарова, 2012; Коваленко, Хабарова 2014].

Метод комплексной оценки экологического риска позволяет оценить радиационную и химическую составляющую в реализации экологического риска для здоровья населения в единых показателях вероятности развития соматико-стохастических эффектов на единицу индивидуальной дозы и количество дополнительных случаев соматико-стохастических эффектов на единицу коллективной дозы с использованием коэффициентов риска для здоровья населения.

В работе предлагаются уточненные и дополненные данными по веществам коэффициенты для не канцерогенных химических веществ, рассчитанные авторами и учитывающие вероятность развития соматико-стохастических эффектов, отнесенные к единице дозы (табл. 2). Коэффициенты для оценки риска, обусловленного канцерогенными веществами, взяты из [U.S. Environmental Protection Agency (EPA)] и пересчитаны на единицу

дозы вещества, поступающего в организм человека в мг. Радиационный риск рассчитан с использованием коэффициента, рекомендованного МКРЗ [ICRP Publication 103].

Коэффициенты риска возникновения соматико-стохастических эффектов, отнесенные к единице дозы

Таблица 2

Risk coefficients of somatic stochastic effects per unit dose

Table 2

Не канцерогенные вещества	$F_{Dch}, \text{мг}^{-1}$
SO_2	1.54×10^{-9}
NO_x	3.09×10^{-9}
CO	4.11×10^{-11}
Твердые частицы	8.23×10^{-10}
Pb	8.23×10^{-7}
Cu	6.17×10^{-6}
Zn	1.37×10^{-6}
Hg	4.11×10^{-8}
V	1.76×10^{-6}
Канцерогенные вещества	$F_{Dch}, \text{мг}^{-1}$
Ni	5.09×10^{-7}
Cr	2.35×10^{-5}
As	8.39×10^{-6}
Cd	3.52×10^{-6}
Бенз(а)пирен	1.73×10^{-6}
Радиоактивные вещества	$F_{Dr}, \text{ЗВ}^{-1}$
	$5.70 \times 10^{-2*}$

Оценка экологического риска основана на установлении причинно-следственных связей между показателями здоровья населения и факторами загрязнения окружающей среды [Коваленко, Пивень, 2010; Коваленко, Хабарова, 2012].

С целью установления причинно-следственной связи при воздействии не канцерогенных и канцерогенных химических веществ и возникновения соматико-стохастических эффектов у населения, проживающего в течение 70 лет в районах эксплуатации ТЭС Украины, работающих на каменном угле, применяется зависимость между дозой вредного вещества и вызываемым эффектом. Уровень приемлемого риска для канцерогенных веществ составляет 10^{-5} мг^{-1} , а для не канцерогенных – 10^{-6} мг^{-1} , а для не канцерогенных – 10^{-6} [Коваленко, Пивень, 2010; Коваленко, Хабарова, 2012].

В работе представлена концептуальная схема процедуры оценки экологического риска для здоровья населения [Швыряев, Меньшиков, 2004] (рис. 2).

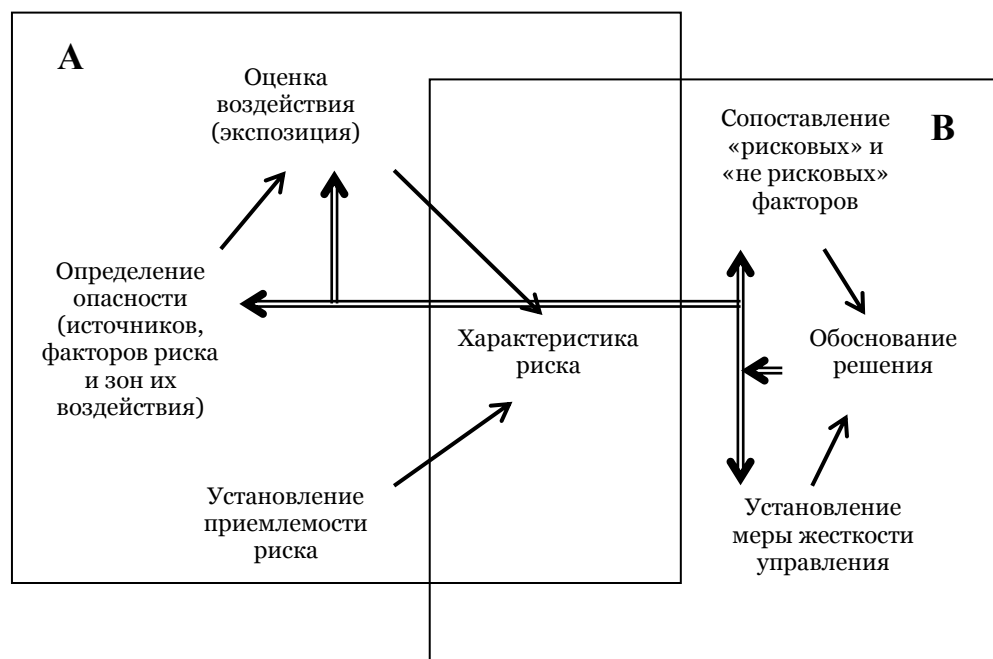


Рис. 2. Концептуальная схема процедуры оценки экологического риска для здоровья населения: А – область оценки риска; В – область управления риском; \rightarrow – прямые связи между элементами оценки и управлением;

\Rightarrow – обратные связи обоснования решения с другими элементами

Fig. 2. The conceptual diagram of process of the ecological risk assessment for human health A – area of the risk assessment; B – risk management; \rightarrow – direct connection between the elements of the assessment and management; \Rightarrow – reverse bonds of the decisionary rationale with other elements

Реализация экологического риска r , обусловленного присутствием в окружающей природной среде химических канцерогенных и не канцерогенных, а также радиоактивных веществ, зависит от его дозы, поступившей в организм человека.

$$r = f(D) \tag{1}$$

Предполагается, что в области малых доз соотношение между дозой и реакцией на нее является линейным. Кроме того, предполагается, что воздействие химического не канцерогенного и канцерогенного веществ не имеет порога.

Таким образом, гипотеза о линейном беспороговом характере зависимости «доза–эффект» в области малых значений позволяет оценивать вероятность дополнительного риска $r(D)$ по формуле [Ваганов, 2001; Коваленко, Пивень, 2010; Коваленко Хабарова, 2012]

$$r(D) = F_D \cdot c \cdot v \cdot t, \tag{2}$$

где c – концентрация химического не канцерогенного и канцерогенного веществ, мг/м³; D – доза химического не канцерогенного и канцерогенного веществ, мг; F_D – коэффициент риска, представляющий собой риск, который показывает дополнительный риск, отнесенный к единице дозы, мг⁻¹; v – интенсивность ежедневного поступления в организм человека химического не канцерогенного и канцерогенного веществ, м³/сут; t – время воздействия вредного токсического (канцерогенного) вещества за 70 лет, сут.

Химическая составляющая.

Вероятность индуцирования соматико-стохастических эффектов (возникновения фатального рака и серьезных наследственных эффектов при воздействии химических веществ) на единицу дозы химического вещества определяется соотношением

$$r_{ch} = F_{Dch} \cdot D_{ind\ ch}, \tag{3}$$

где $D_{ind\ ch}$ – индивидуальная доза химического вещества, мг; F_{Dch} – коэффициент пропорциональности, определяющий наклон кривой доза – эффект при воздействии химического вещества, отражающий степень нарастания риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу, мг⁻¹.

Ожидаемое количество дополнительных случаев возникновения соматико-стохастических эффектов при воздействии химических веществ

$$R_{ch} = D_{col\ ch} \cdot F_{Dch}, \tag{4}$$

где $D_{col\ ch}$ – коллективная доза химического вещества, чел.-мг

Радиационная составляющая.

Вероятность индуцирования соматико-стохастических эффектов (возникновения фатального рака и серьезных наследственных эффектов при воздействии ионизирующего излучения) на единицу дозы радионуклида

$$r_r = F_{Dr} \cdot D_r, \tag{5}$$

где D_r – доза ионизирующего излучения, Зв; F_{Dr} – коэффициент пропорциональности, определяющий наклон кривой доза – эффект при воздействии ионизирующего излучения, отражающий степень нарастания риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу, Зв⁻¹.

Ожидаемое количество случаев соматико-стохастических эффектов при воздействии ионизирующего излучения в группе определяется соотношением [ICRP Publication 103]

$$R_r = F_{Dr} \cdot S, \tag{6}$$

где S – коллективная эффективная эквивалентная доза, чел.·Зв.

Экологический риск при воздействии выбросов исследуемых ТЭС Украины при нормальных условиях эксплуатации.

Радиационная и химическая составляющие экологического риска при хроническом воздействии выбросов в атмосферу исследуемых ТЭС за период 2001–2012 гг., рассчитаны с применением метода комплексной оценки экологического риска, предложенного в работах [Коваленко, Пивень, 2010; Коваленко, Хабарова, 2012] и уточненных коэффициентов приведенных в данной работе.



Показатели экологического риска для здоровья населения от химических и радиоактивных выбросов ТЭС Украины, усредненные за период 2001-2012 гг., приведены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели экологического риска для здоровья населения

Table 3

Indicators of the ecological human health risk

Параметр	Вероятность соматико-стохастических эффектов на 1 ГВт(эл.)·год	Количество случаев соматико-стохастических эффектов на 1 ГВт(эл.)·год
Не канцерогенные вещества		
<i>SO₂</i>	5.44×10^{-4}	6.78
<i>NO_x</i>	1.70×10^{-4}	2.11
<i>CO</i>	1.45×10^{-7}	1.81×10^{-3}
Твердые частицы	1.03×10^{-4}	1.28
<i>Pb</i>	1.33×10^{-5}	3.29×10^{-1}
<i>V</i>	1.37×10^{-6}	3.39×10^{-2}
<i>Hg</i>	6.03×10^{-8}	1.49×10^{-3}
<i>Cu</i>	9.46×10^{-5}	2.34
<i>Zn</i>	7.30×10^{-5}	1.81
Канцерогенные вещества		
<i>Ni</i>	8.88×10^{-6}	2.20×10^{-1}
<i>Cr</i>	5.41×10^{-4}	13.4
<i>As</i>	5.11×10^{-6}	1.27×10^{-1}
<i>Cd</i>	3.04×10^{-5}	7.52×10^{-1}
Бенз(а)пирен	4.37×10^{-8}	1.08×10^{-3}
Радиоактивные вещества	1.20×10^{-4}	13.0

При работе исследуемых угольных ТЭС Украины выбросы химических веществ вносят более существенный вклад в экологический риск в показателях вероятности соматико-стохастических эффектов на 1 ГВт(эл.)·год для здоровья населения, чем риск, обусловленный воздействием ионизирующего излучения.

Вероятность соматико-стохастических эффектов на 1 ГВт(эл.)·год для здоровья населения определено за счет воздействия *SO₂*, *NO_x* и канцерогенных веществ тяжелых металлов, обусловленных выбросами *Cr*, и не канцерогенных веществ, обусловленных выбросами *Cu* и *Zn*.

Заключение

Предложенный метод комплексной оценки позволил оценить экологический риск, обусловленный химическими канцерогенными и не канцерогенными выбросами тяжелых металлов, и радиоактивными выбросами для населения, длительно проживающего в районах размещения и эксплуатации ТЭС.

Суммарный индивидуальный экологический риск за счет воздействия всех исследуемых компонентов химических выбросов в атмосферу исследуемых ТЭС Украины составляет величину 1.58×10^{-3} на 1 ГВт(эл.)·год, что более чем в 10 раз больше величины риска, обусловленного радиоактивными выбросами.

Суммарный индивидуальный экологический риск за счет воздействия всех исследуемых газообразных выбросов исследуемых ТЭС Украины составляет величину 7.14×10^{-4} на 1 ГВт(эл.)·год.

Основной вклад в реализацию канцерогенного риска для населения обусловлен выбросами *Cr* в составе летучей золы.

Наиболее существенный вклад в реализацию не канцерогенного риска для населения обусловлен выбросами газообразных веществ *SO₂*, *NO_x* и тяжелых металлов *Cu*, *Zn* в составе летучей золы.

Суммарный индивидуальный риск за счет воздействия химических не канцерогенных выбросов тяжелых металлов исследуемых ТЭС Украины составляет величину 1.82×10^{-4} на 1 ГВт(эл.)·год что почти в 4 раза меньше величины риска обусловленного канцерогенными выбросами тяжелых металлов и бенз(а)пирена – 5.85×10^{-4} на 1 ГВт(эл.)·год.

Вероятность соматико-стохастических эффектов у населения, обусловленных выбросами химических и радиоактивных веществ на 1 ГВт(эл.)·год произведенной энергии, составляет 1.70×10^{-3} .

Количество случаев соматико-стохастических эффектов у населения, обусловленных выбросами химических веществ на 1 ГВт(эл.)·год произведенной энергии, составляет 29.2 случая, что более чем в два раза превышает риск за счет радиоактивных выбросов – 13.2 случаев.

Количество случаев соматико-стохастических эффектов, обусловленных выбросами химических и радиоактивных веществ, для населения Украины с учетом произведенной энергии за год, составляет 387 случаев.

Мероприятия по снижению экологического риска для здоровья населения, обусловленного химическими и радиоактивными выбросами, первоначально необходимо направить на совершенствование технических и технологических процессов, связанных с очисткой выбрасываемой летучей золы в атмосферу при работе ТЭС Украины на каменном угле.

Список литературы References

1. Акимов В.А. 2002. Надежность технических систем и техногенный риск [The reliability of technical systems and technological risks]. М., ЗАОФИД «Деловой экспресс», 368.

Akimov V.A. 2002. Nadezhnost' tehniceskikh sistem i tehnogenyj risk. [The reliability of technical systems and technological risks]. Moscow, ZAOFID "Delovoj jekspress", 368. (in Russian)

2. Бойко Л.М., Горішна О.В., Забулонов Ю.Л., Лисиченко Г.В. 2006. Звіт про НДР. Розробка державних науково-технічних програм для забезпечення екологічної безпеки у сфері паливно-енергетичного комплексу. Порівняльний аналіз щодо ступеню екологічного ризику при проживанні населення в зонах впливу АЕС та ТЕС. Т. 12. Про ступінь екологічної небезпеки для проживання населення в зонах впливу АЕС і ТЕС. К., ІГНС НАН та МНС України, 129.

Bojko L.M., Gorishna O.V., Zabulonov Ju.L., Lisichenko G.V. 2006. Zvit pro NDR. Rozrobka derzhavnih naukovo-tehnichnih program dlja zabezpechennja ekologichnoї bezpeki u sferi palivno-energetichnogo kompleksu. Porivnjal'nij analiz shhodo stupenju ekologichnogo riziku pri prozhivanni naseleennja v zonah vplivu AES ta TES. T. 12. Pro stupin' ekologichnoї nebezpeki dlja prozhivannja naseleennja v zonah vplivu AES i TES [Scientific report Development of state scientific and technical programs to ensure environmental safety in the energy sector. Comparative analysis of the degree of environmental risk when staying population in zones around nuclear power plants and thermal power plants. Vol. 12. The degree of environmental hazards for the population living in zones around nuclear power plants and thermal power plants]. Kiev, Institute of Environmental Geochemistry, National Academy of Sciences of Ukraine and Ministry of Ukraine of Emergencies, 129. (in Ukrainian)

3. Быков А.А., Соленова Л.Г., Земляная Г.М., Фурман В.Д. 1999. Методические рекомендации по анализу и управлению риском воздействия на здоровье населения вредных факторов окружающей среды. Москва, Анкил.

Bykov A.A., Solenova L.G., Zemljanaja G.M., Furman V.D. 1999. Guidelines for analysis and risk management impact on health of environmental hazards. Moscow, Ankil. (in Russian)

4. Ваганов П.А., Ман-Сунг Им. 2001. Экологические риски. Санкт-Петербург, Изд-во СПбГУ, 152.

Vaganov P.A., Man-Sung Im. 2001. Jekologicheskie riski [Ecological risks]. Saint-Petersburg, Izd-vo SPbGU, 152. (in Russian)

5. Владимирова В.А. 2005. Радиационная и химическая безопасность населения. М., Деловой экспресс, 544.

Vladimirova V.A. 2005. Radiacionnaja i himicheskaja bezopasnost' naselenija [Radiation and chemical safety of population]. Moscow, Delovoj jekspress, 544. (in Russian)

6. Демин В.Ф., Голиков В.Я., Иванов Е.В. и др. 2001. О нормировании и сравнении риска от разных источников вреда здоровью человека. М., Международный центр по экологической безопасности Минатома России, 2001.

Demin V.F., Golikov V.Ja., Ivanov E.V. et al. 2001. On normalization and comparison of risk from a variety of sources of harm to human health. Moscow, Mezhdunarodnyj centr po jekologicheskoj bezopasnosti Minatoma Rossii. (in Russian)

7. Демин В.Ф. 2003. О линейной зависимости доза-эффект для радиационного и химического риска. Гигиена и санитария, (6): 37–39.

Demin V.F. 2003. On the linear dose-effect of radiation and chemical risks. Gigiena i sanitarija, (6): 37–39. (in Russian)

8. Захарова Т.В., Меньшиков В.В. 2001. Проведение оценки риска для здоровья населения от загрязнения подземных и поверхностных вод в районах размещения отвалов промышленных отходов. В кн.: Проблема оценки риска загрязнения поверхностных и подземных вод в структуре ТЭК. М., ВНИИГАЗ, 157–180.

Zaharova T.V., Men'shikov V.V. 2001. Assessment of risk to human health from the contamination of groundwater and surface water in areas where industrial waste dumps. In: Problema ocenki riska zagrjaznenija



poverhnostnyh i podzemnyh vod v strukture TJeK [The problem of evaluation of risk's contamination of the surface and groundwater in the structure of fuel and energy complex]. Moscow, VNIIGAZ, 157-180. (in Russian)

9. Коваленко Г.Д., Пивень А.В. 2009. Экологический риск нарушения состояния атмосферного воздуха при воздействии выбросов тепловых электростанций Украины. В кн.: Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України. V Всеукраїнська науково-практична конференція (м. Запоріжжя, 10-11 грудня 2009). Запоріжжя, 203-205.

Kovalenko G.D., Piven' G.V. 2009. Jekologicheskij risk narushenija sostojanija atmosfernogo vozduha pri vozdejstvii vybrosov teplovih jelektrostantsij Ukrainy. In: Ohorona navkolishn'ogo seredovishha promislovih regioniv jak umova stalogo rozvitku Ukraini. V Vseukraїns'ka naukovo-praktichnaya konferenciya (Zaporizhzhja, 10-11 grudnja 2009) [Environmental protection industrial regions as a condition for sustainable development of Ukraine. V All-Ukrainian scientific conference (Zaporozhye, 10-11 December 2009)]. Zaporozhye, 203-205. (in Russian)

10. Коваленко Г.Д., Пивень А.В. 2010. Экологический риск для здоровья населения при воздействии выбросов ТЭС и АЭС Украины. Ядерная и радиационная безопасность, (4): 50-56.

G.D. Kovalenko, A.V. Piven'. 2010. Environmental public health risk when exposed to emissions of TPP and NPP in Ukraine. Jadernaja i radiacionnaja bezopasnost' [Nuclear and Radiation Safety], (4): 50-56. (in Russian)

11. Коваленко Г.Д., Хабарова А.В. 2012. Комплексный подход к оценке экологического риска для здоровья населения при воздействии выбросов топливно-энергетического комплекса Украины. Вестник НТУ ХПИ, (1): 71-79.

Kovalenko G.D., Khabarova G.V. 2012. An integrated approach to assessing the environmental health risk when exposed to emissions of the fuel and energy complex of Ukraine. Vestnik NTU HPI, (1): 71-79. (in Russian)

12. Коваленко Г.Д., Хабарова А.В. 2014. Оценка экологического риска для здоровья населения при воздействии химических выбросов ТЭС Украины. В кн.: Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. VI міжнародна науково-практична конференція (Харків, вересень 2014), Харків, 99-107.

G.D. Kovalenko, G.V. Khabarova. 2014. Assessing the environmental health risk when exposed to chemical emissions TPP Ukraine. In: Ekologichna bezpeka: problemi i shljahi virishennja. VI mizhnarodna naukovo-praktichnaya konferenciya (Harkiv, Veresen' 2014) [Environmental safety: problems and solutions. VI international scientific conference (Kharkiv, September 2014)]. Kharkiv, 99-107. (in Russian)

13. Порфирьев Б.Н. 1990. Итоги науки и техники. Серия Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. Т. 27. Экологическая экспертиза и риск технологий. М., ВИНТИ РАН, 204.

Porfir'ev B.N. 1990. Itogi nauki i tehniki. Seriya Ohrana prirody i vosproizvodstvo prirodnyh resursov. T. 27. Jekologicheskaja jekspertiza i risk tehnologij [The results of science and technology. Series Nature Protection and restoration of natural resources. Vol. 27. Environmental impact assessment and risk technologies]. Moscow, VINITI RAN, 204. (in Russian)

14. Публикация 96 НКРЗ США. 1992. Сравнительная канцерогенная эффективность ионизирующего излучения и химических соединений. Пер. с англ. М., Энергоатомиздат, 190. (Publication 96 NCRP USA. 1988. Comparative Carcinogenicity of Ionizing Radiation and Chemicals. Bethesda, Maryland, 178).

Publikacija 96 NKRZ SSHA. 1992. Sravnitel'naja kancerogennaja jeffektivnost' ionizirujushhego izluchenija i himicheskijh soedinenij [Publication 96 NCRP USA. 1988. Comparative Carcinogenicity of Ionizing Radiation and Chemicals]. Moscow, Jenergoatomizdat, 190. (Publication 96 NCRP USA. 1988. Comparative Carcinogenicity of Ionizing Radiation and Chemicals. Bethesda, Maryland, 178).

15. Швыряев А.А., Меньшиков В.В. 2004. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе. М., Изд-во МГУ, 124.

Shvyurjaev A.A., Men'shikov V.V. 2004. Ocenka riska vozdejstvija zagrjaznenija atmosfery v issleduemom regione [Risk assessment of the impact of air pollution in the study area]. Moscow, Izd-vo MGU, 124. (in Russian)

16. Merkhofer M. 1987. Decision Science and Social Risk Management: A Comparative Evaluation of cost-benefit analysis, decision analysis, and other formal decision-aiding approaches. Dordrecht, Reidel, 340.

17. ICRP 103. Radiation protection. ICRP Publication 103, 2007 Recommendations of the International Commission on Radioecological Protection (ICRP). N.Y., Pergamon Press, 334. Available at: [http://www.icrp.org/docs/ICRP_Publication_103-Annals_of_the_ICRP_37\(2-4\)-Free_extract.pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP_Publication_103-Annals_of_the_ICRP_37(2-4)-Free_extract.pdf).

18. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS). Available at: <http://www.epa.gov/iris>.

19. Risk & Decision Making. 1992. A Workshop in Risk Assessment, Risk Management & Risk Communication. U.S. Environmental Protection Agency, (Aug.), 186.

ХИМИЯ

УДК 620.192.42:667.6

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ НЕОТВЕРЖДЕННОЙ И ОТВЕРЖДЕННОЙ КОМПОЗИЦИИ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРЫТИЯ

FREEZING TEST OF UNCURED AND CURED COMPOSITION OF PROTECTIVE- DECORATIVE COATING

Л.Ю. Сахнова, О.А. Воронцова, А.И. Везенцев

L.Y. Sakhnova, O.A. Vorontsova, A.I. Vezentsev

*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: vorontsova@bsu.edu.ru

Ключевые слова: морозостойкость, функциональные покрытия, защитно-декоративные покрытия, жидкое стекло, латекс.

Key words: frost-resistance, freeze resistance, functional coatings, protective-decorative coating, soluble water glass, latex.

Аннотация. Представлены результаты испытаний на морозостойкость неотвержденного и отвержденного композиционного материала защитно-декоративного назначения. Морозостойкость – способность материала выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения покрытия и без значительного понижения технических характеристик. В качестве пленкообразователя использовали калиевое или калий-натриевое жидкое стекло и акриловую дисперсию, твердая часть представлена микрокальцитом, оксидом цинка и мелом. Выявлено, что неотвержденный композиционный материал выдерживает 5 циклов замораживания-оттаивания без потери эксплуатационных характеристик. Испытания на морозостойкость отвержденного защитно-декоративного покрытия проводили на асбесто-цементных подложках; показано, что покрытие является морозостойчивым, после 10 циклов замораживания-размораживания в толще воды процент отслоения покрытия составляет около 7% и 15–20% – после 20 циклов замораживания-размораживания.

Resume. This study presents experimentally freezing test of uncured and cured composition of protective-decorative coating. Freeze resistance is a capability of coating hold multicycles of freezing-defrosting without material recession of technical characteristics (coverage, coagulation stability, seeds). Film-forming's coating consists of potassium or potassium-sodium silicate water glass and latex (dispersion acrylic-methacrylic ester polymer). Filler and pigment are presented by microcalcite, zinc oxide and chalk. Uncured compositions have put up with five cycles of freezing-defrosting without loss of technical characteristics. Freezing tests of cured composition of protective-decorative coating on cement-asbestos board have shown that coating is frostproof. Depreciation rate is 15–20% after 20 cycle of freezing-defrosting in water environment. We recommend bilayer coating.

Введение

Одной из важнейших задач в строительстве и отделке зданий и сооружений является разработка рецептуры для защитно-декоративных покрытий различного назначения – покрытие стен, фасадов, интерьера, выполненных из различных материалов (асбестоцементные изделия, бетонные плиты, кирпич, керамическая облицовочная плитка, штукатурка). Покрытия, в которых используется неорганический пленкообразователь на основе жидкого калиевого или натриевого стекла, являются экологически чистыми, обладают высокими эксплуатационными качествами, пожаровзрывобезопасны, имеют более низкую стоимость в сравнении с органическими красками. В коллоидно-дисперсные силикатные краски нового поколения вводят различные дисперсии полимеров, функциональных добавок, наполнителей и пигментов, однако не все краски являются морозостойкими, хотя этот показатель очень важен для климатических условий нашей страны. Морозостойкость – способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и без

значительного понижения прочности [ЛКМ портал]. От морозостойкости в основном зависит долговечность строительных материалов в конструкциях и сооружениях. Морозостойкость неотвержденного лакокрасочного материала оценивается в количестве циклов замораживания и оттаивания, которые не сказываются значительным образом на свойствах материалов. Морозостойкость также важна при транспортировке и хранении лакокрасочных материалов. В НИУ «БелГУ» разрабатывают рецептуру композиций защитно-декоративного назначения на основе калий-натриевого жидкого стекла и латекса, ранее были исследованы коллоидно-химические [Богданов, 2013б; Сахнова, Воронцова, 2014] и биоцидные свойства [Богданов, 2013а], повышение влагостойкости силикатных покрытий [Богданов, 2013в], а также пожаровзрывобезопасность [Богданов, 2014].

Целью данной работы является исследование на морозостойкость неотвержденной композиции защитно-декоративного назначения и готового отвержденного покрытия на подложке из асбесто-цемента.

Экспериментальная часть

Лакокрасочные материалы состоят из двух основных компонентов – жидкая фаза, представленная пленкообразующими или пленкосвязующими веществами (идентичные понятия в отечественной терминологии), и твердая фаза, которая представлена пигментами, наполнителями и др. В исследуемой композиции пленкообразователь представлен неорганической и органической составляющей: в качестве неорганической части использовался жидкое калиевое стекло или смесь калиевого и натриевого стекл ($\rho = 1.2 \text{ г/см}^3$, силикатный модуль 3.5–3.9); в качестве органической части использовали латекс НОВОПОЛ 110 (ООО «Группа «ХОМА»), который является дисперсией сополимеров эфиров акриловых и метакриловых кислот и стирола, не содержащий пластификаторов, стабилизированный анионными и неионными ПАВ. Данная дисперсия рекомендована для производства универсального связующего для ЛКМ строительного назначения, в которых требуется повышенная водостойкость и стойкость к щелочам. Твердая часть представлена микрокальцитом, оксидом цинка и мелом (МТД-2). Составы композиции защитно-декоративного покрытия приведены в таблице 1.

Таблица 1
Состав композиции защитно-декоративного покрытия

Table 1

The composition of protective and decorative coatings

Ингредиент	Содержание, г			
	Состав 1	Состав 2	Состав 3	Состав 4
Жидкое калиевое стекло	24	35	36	45
Жидкое натриевое стекло	10	9	4	-
НОВОПОЛ-110	16	20	9	10
Вода	30	20	25	20
Микрокальцит	7	7	8	7
Оксид цинка	7	7	8	8
Мел	6	2	6	10
Итого	100	100	100	100

В качестве диссольвера для смешивания жидкой и твердой части композиции использовали лабораторную диспергирующую установку ЛДУ-3 МПР. Жидкость, полученную при первичном промывании диссольвера после диспергирования твердой фазы в пленкообразователе можно использовать в качестве грунтовки. Таким образом, одна технологическая операция дает два конечных потребительских продукта: грунтовку и краску, что способствует экономии природных ресурсов, в частности – воды. Данный технологический прием повышает экологическую чистоту производства, так как это значительно уменьшает количество сточных вод, по предварительной оценке в 2–4 раза.

На основе ГОСТ 28196-89 для водно-дисперсионных красок разработана методика определения морозостойкости неотвержденной композиции защитно-декоративного покрытия: пластиковую тару до половины заполняют неотвержденной композицией и помещают в морозильную камеру на 6 часов при температуре -18°C , после чего оставляют на 18 часов при комнатной температуре ($+20^\circ\text{C}$). Цикл повторяют 5 раз. Краска считается морозостойкой, если после пяти циклов замораживания-размораживания в тонком слое краски не появились твердые комочки.

Результаты и их обсуждение

После 5 циклов замораживания-размораживания композиционный материал был тщательно перемешан и нанесен на контрастную по цвету подложку, композиционный материал, не подвергавшийся испытанию, также был нанесен на контрольную подложку. Визуально была определена устойчивость композиции к коагуляции: после 5 циклов замораживания-размораживания композиционный материал не изменил свою текстуру и укрывную способность. Неотвержденный композиционный материал защитно-декоративного назначения выдерживает 5 циклов замораживания-размораживания без потери эксплуатационных характеристик, и по этому параметру является морозостойким и удовлетворяет техническим требованиям, предъявляемым к водно-дисперсионным краскам.

Также была испытана морозостойкость отвержденного покрытия, были испытаны 3 способа окрашивания асбесто-цементных изделий:

- грунтовка и нанесение покрытия в один слой (Грунт+краска);
- грунтовка и нанесение покрытия в два слоя (Грунт+краска-2);
- нанесение покрытия в два слоя без грунтовки (Краска-2).

Каждый вид окрашивания испытывался на 3 образцах (плитках).

После серии экспериментов оценивался внешний вид, и процент износа (отслоения) покрытия. Процент износа определяется как отношение площади отслоившегося покрытия ко всей площади первоначально произведенного окрашивания. Результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2

Определение износа покрытия после циклов замораживания-размораживания

Table 2

Depreciation rate after cycles of freezing-defrosting in water environment

Вид покрытия	5 циклов	10 циклов	20 циклов
Грунт+краска	4–6%	7–10%	20–30%
Грунт+краска-2	3–5%	5–7%	15–20%
Краска-2	3–5%	5–7%	15–20%

Исходя из экспериментальных данных, рекомендуемая методика окрашивания – в два слоя, с временем просушки после нанесения 1 слоя не менее 40 минут.

Заключение

Неотвержденный композиционный материал защитно-декоративного назначения выдерживает 5 циклов замораживания-размораживания без потери эксплуатационных характеристик, и по этому параметру является морозостойким и удовлетворяет техническим требованиям. Испытания морозостойкости отвержденного покрытия на асбесто-цементных подложках в водной среде, показало, что процент износа составляет около 7% после 10 циклов замораживания-размораживания, и 15–20% после 20 циклов. Таким образом, как неотвержденный композиционный материал защитно-декоративного назначения, так и покрытие на его основе являются морозостойкими. Рекомендуется использовать окрашивание в два слоя.

Список литературы

References

1. Богданов В.Н., Буханов В.Д., Везенцев А.И., Воронцова О.А. 2013. Бактерицидное действие экспериментального композиционного материала защитно-декоративного назначения. Бултеровские сообщения, 34 (5): 100–105.

Bogdanov V.N., Buhanov V.D., Vesentsev A.I., Vorontsova O.A. 2013. The bactericidal action of experimental composite material of protective and decorative purposes. Butlerovskie soobshhenija [Butlerov Communications], 34 (5): 100–105. (in Russian)

2. Богданов В.Н., Воронцова О.А., Везенцев А.И. 2013. Коллоидно-химические свойства неотвержденной композиции защитно-декоративного покрытия. Лакокрасочные материалы и их применение, (1-2): 62–65.

Bogdanov V.N., Vorontsova O.A., Vesentsev A.I. 2013. Colloid-chemical properties of the uncured composition of protective-decorative coating. Lakokrasochnye materialy i ih primeneniye [Russian Coatings Journal], (1-2): 62–65. (in Russian)

3. Богданов В.Н., Перистый В.А., Везенцев А.И., Корниенко И.Д., Перистая Л.Ф., Воронцова О.А., Козырева Ю.Н. 2013. Повышение прочности и влагостойкости силикатных защитных покрытий по металлу. *Химическая промышленность сегодня*, 6: 7–11.

Bogdanov V.N., Peristy V.A., Vesentsev A.I., Kornienko I.D., Peristaya L.F., Vorontsova O.A., Kozyreva Y.N. 2013. Increased adhesive strength and moisture resistance of silicate coatings for metal surface. *Khimicheskaya Promyshlennost' segodnya* [Chemical Industry Today], 6: 7–11. (in Russian)

4. Богданов В.Н., Сахнова Л.Ю., Воронцова О.А. 2014. Разработка пожаровзрывобезопасного защитно-декоративного покрытия. *В кн.: Moderni vymozenosti vedy. Materialy X Mezinarodni vedecko-prakticka konference. Dil 31. Chemie a chemicka technologie. Zemepis a geologie (Praha, 7 января – 5 февраля 2014 г.)*. Praha: 9–12.

Bogdanov V.N., Sakhnova L.Y., Vorontsova O.A. 2014. Development of fire-explosion safety protective-decorative coating. *In: Moderni vymozenosti vedy. Materialy X Mezinarodni vedecko-prakticka konference. Dil 31. Chemie a chemicka technologie. Zemepis a geologie (Praha, 7 janvarja – 5 fevralja 2014 g.)* [Modern conveniences science. Materials X International scientific-practical conference. Dil 31. Chemistry and Chemical Technology. Geography and Geology (Praha, 7 January – February 5 2014)]. Praha: 9–12. (in Russian)

5. ЛКМ портал. Морозостойкость. URL: www.lkmportal.com/enc/morozostoykost (06 апреля 2015).

LKM portal. *Morozostoykost'*. [Paints and lacquers' portal. Frost-resistance]. Available at: www.lkmportal.com/enc/morozostoykost (accessed 06 April 2015).

6. Сахнова Л.Ю., Воронцова О.А. 2014. Коллоидно-химические свойства пленкообразователя на основе калий-натриевого жидкого стекла и латекса. *В кн.: Наукоемкие технологии и инновации. Сборник докладов Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. (г. Белгород, 9–10 октября 2014 г.)*. Белгород, Изд-во БГТУ: 256–259.

Sakhnova L.Y., Vorontsova O.A. 2014. Colloid-chemical properties of the film-forming on base of potassium-sodium silicate water glass and latex. *In: Naukoemkie tekhnologii i innovacii: sbornik dokladov ubileynoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashennoy 60-letiyu BGTU im. V.G.Shuhova (g. Belgorod, 9–10 oktyabrya 2014 g.)* [High technologies and innovation: book of reports of the Jubilee International research and practice conference, deals with 60th anniversary of BSTU named after V.G. Shukhov (Belgorod, 9–10 October 2014)]. Belgorod, Izd-vo BGTU: 256–259. (in Russian)

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 631.4

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ: МЕТЕОГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАК ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

SOIL COVER VOLGA DELTA: GIDROMETEOROLOGICAL CHANGE AS A FACTOR OF INFLUENCE ON GEOCHEMICAL FEATURES OF SOLUBLE SALTS MIGRATION

А.Н. Бармин, М.В. Валов, Н.С. Шуваев
A.N. Barmin, M.V. Valov, N.S. Shuvaev

Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань, 414000, пл. Шаумяна, д. 1
Astrakhan State University, 1, Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russia

E-mail: abarmin60@mail.ru; m.v.valov@mail.ru; shuvns@rambler.ru

Ключевые слова: дельта р. Волги, почвенный мониторинг, геохимия почв, водорастворимые соли, гидрологический режим, климатические изменения.

Key words: delta Volga, soil monitoring, geochemistry of soil, water-soluble salts, hydrology regime, climate change.

Аннотация. В работе рассмотрены природные и антропогенные факторы, влияющие на засоление и рассоление почв дельты реки Волги. По периодам рассчитаны изменения среднегодового объема водного стока и объема стока за II квартал, динамика среднегодовой температуры воздуха, а также температуры воздуха и количества выпадающих атмосферных осадков за вегетационный период. По результатам мониторинга почвенного покрова на стационарном профиле в дельте реки Волги с 1979 по 2011 годы проведен анализ динамики содержания ионов водорастворимых солей в почвах лугов низкого, среднего и высокого уровней в слое почвы 0–15 см. Рассчитана общая сумма легкорастворимых солей, токсичность и отношение Cl/SO_4^{2-} в водной вытяжке; показана динамика содержания катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) и анионов (Cl^- , SO_4^{2-}) в почвах дельты реки Волги.

Resume. Deltas soils are often characterized by a high salt content, much of which has toxic properties. Due to the high population density, deltas salinity soil are actively involved in agricultural using. Therefore the organization and management of soil monitoring is a very important aspect in these areas. This importance is determined by the decision of agricultural, environmental and ecological problems.

In 1979 stationary profile was organized in the Volga Delta to monitor the condition of the soils, where soil samples were taken regularly, and then a chemical analysis on water extraction had made. Soil sampling was carried out on the profile in the layer 0–15 cm.

The paper presents some of the natural and anthropogenic factors which impact the dynamic of soluble salts in the soils of the Volga River Delta. In considering the ten-year periods from 1972 to 2011 in the delta of the Volga River marked increase in the average temperature $1.8^\circ C$. Considering the changes in the hydrological regime decades showed that from the end of the 1970s to the beginning of the 2000s, the average annual runoff volume increased significantly, exceeding the values in the natural period. The average volume of water flow in the second quarter for the undisturbed period is $141 km^3$ (58% of the annual flow). In the next period the reducing the volume of the flood is observed, as well as their share of the total annual runoff.

Based on investigation on the high level meadows of the Volga Delta the content of soluble salts in the soil, were revealed the trends: in the years with the highest flood and water level increased and during lower level of flood it decreases; in inundated soils of low and medium levels reveals an inverse relationship between the volume of the spring-summer floods and water-soluble salts content.

Введение

Поймы и дельты крупных рек представляют собой уникальные ландшафты суши, играют важную роль в жизни человечества и являются объектами общенаучного изучения. Почвы дельт нередко характеризуются высоким содержанием солей, значительная часть которых обладает токсичными свойствами. Высокая степень засоления в данных районах

определяется тем, что от верхнего течения рек к их дельтам ухудшаются условия естественной дренируемости, постепенно возрастает минерализация грунтовых и речных вод, происходит выпадение химических осадков и развитие галогенеза [Бармин, Иолин 2004].

В связи с высокой плотностью населения засоленные почвы дельт активно вовлекаются в сельскохозяйственный оборот, поэтому на данных территориях очень значимым аспектом является организация и ведение почвенного мониторинга, важность которого определяется решением сельскохозяйственных, природоохранных и экологических задач [Иолин, Бармин, 2003].

Материалы и методы

В 1979 г. в дельте р. Волги, с целью осуществления наблюдения за состоянием почв, в районе п. Володарский лабораторией луговедения Астраханского государственного педагогического университета был заложен стационарный профиль. С помощью нивелира была установлена высота всех точек над меженью реки и их положение относительно рейки расположенного вблизи водомерного поста в с. Большой Могой. Начиная с 1979 г., на закрепленном реперами профиле периодически закладывались 496 площадок 2×2 м. После геоботанического описания в центре описанной площадки закладывался квадрат 1×1 м, по углам и в центре которого брались пробы почв. Эти пробы смешивались, и из общей массы отбирался средний образец. Отбор почвенных образцов на профиле проводился в слое 0–15 см [Голуб, Бармин 1994]. Анализ химического состава солей водной вытяжки осуществлялся в соответствии с ОСТ 46-52-76 в расчете на абсолютно сухую почву. При приготовлении водной вытяжки (с разбавлением 1:5) в лабораторных условиях в титруемый раствор переходит значительная доля солей, находившаяся в почве в естественном состоянии в твердой фазе. В результате водная вытяжка дает искаженные представления о составе и концентрации реального почвенного раствора, с которым контактирует корневая система растений, что затрудняет оценку физиологической активности почвенного солевого раствора. Поэтому характеристику засоления почвы, кроме данных о составе водной вытяжки, мы дополняем расчетом «суммарного эффекта токсичных ионов», в эквивалентах хлора (Т), вычисленного по алгоритму Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой [Базилевич, Панкова, 1968].

Ввиду того, что в 1996 и 2002 гг. учеты на профиле были продолжены только на 126 точках, детальный анализ динамики состава ионов в водной вытяжке проводится именно на этом количестве площадок. Методики проведения и результаты предыдущих мониторинговых исследований опубликованы в работах [Голуб, 1989; Голуб, Бармин, 1994; Бармин и др., 1997; Голуб, Бармин, 1998; Иолин, Бармин, 2003; Бармин, Иолин, 2004; Бармин, Иолин, 2010; Валов и др., 2014а; Валов и др., 2015].

Результаты и их обсуждение

Почвы дельты Волги характеризуются природной обусловленностью к соленакоплению. Данное явление связано с несколькими причинами: залеганием на засоленных морских отложениях Каспийского моря, близким расположением грунтовых вод и особенностями климата территории [Валов и др., 2014а].

При рассмотрении по десятилетним периодам с 1972 по 2011 годы в дельте реки Волги (по метеостанции г. Астрахань) отмечен рост среднегодовой температуры на 1.8°C (рис. 1) [Сажин и др., 2003; Бармин и др., 2010; Валов и др., 2014а].

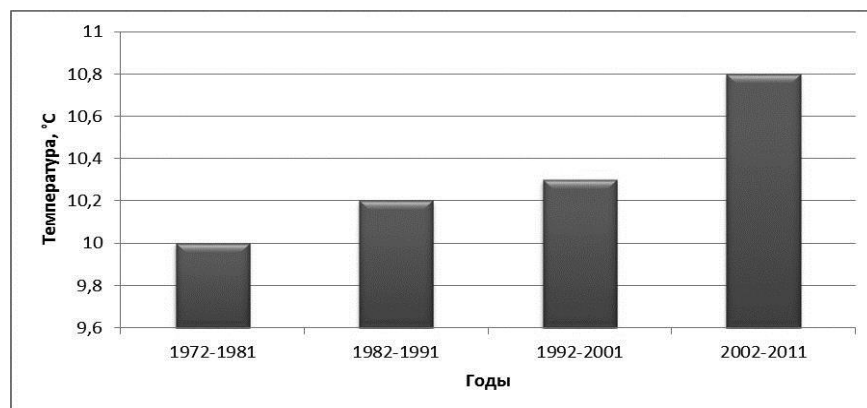


Рис. 1. Динамика среднегодовой температуры воздуха по данным гидрометеорологической станции г. Астрахани по периодам.
Fig. 1. Dynamics of average annual air temperature according to the hydrometeorological station in Astrakhan on the period

Геохимическое значение данного явления определяется тем, что увеличение температур воздуха при малом количестве атмосферных осадков вызывает повышенный расход грунтовых вод на испарение, в результате чего происходит накопление различных солей в верхнем почвенном горизонте [Касимов и др., 2000].

Гораздо большее влияние на снижение количества геохимически активных элементов в почвах дельты Волги оказывает характер весенне-летних половодий [Голуб, 1989]. Во время половодий ежегодно происходят процессы засоления/рассоления почв в дельте реки Волги, в зависимости от высотного положения конкретного участка. На низких, длительно затапливаемых участках после половодий происходит рассоление почвы. На более высоких, незатапливаемых или затапливаемых на небольшой срок, наоборот, после половодий количество солей в верхних горизонтах увеличивается. Эти различия связаны с неодинаковым соотношением выпотного и промывного процессов в почвах лугов разных высотных уровней [Голуб, Бармин, 1995].

Объём годового водного стока реки Волги подвержен значительному влиянию антропогенных факторов [Георгиади и др., 2012]. В результате работы гидроэлектростанций, расположенных на Волге, произошло значительное перераспределение стока по сезонам года [Коронкевич и др., 2007]. С окончанием заполнения в 1961 году водохранилища Волжской гидроэлектростанции, расположенной в 450 км выше вершины дельты Волги, гидрологический режим является полностью регулируемым [Михайлов и др., 2013]. В период с естественным гидрологическим режимом (до 1937 г.) объём среднегодового водного стока составлял 260 км³ (рис. 2). С 1937 по 1961 гг., в результате значительных расходов воды на заполнения водохранилищ произошло снижение объёма водного стока до 230 км³. Рассматривая изменения гидрологического режима по десятилетиям выявлено, что с конца 1970-х до начала 2000-х годов объёмы среднегодового стока существенно увеличились, несколько превысив значения в естественный период [Валов, Бармин 2014б].

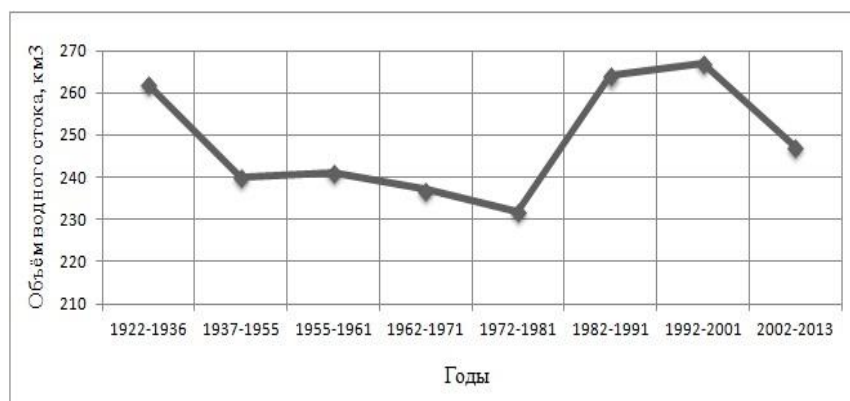


Рис. 2. Средний объём водного стока в створе Волгоградской ГЭС по периодам, км³
Fig. 2. The average volume of water flow in the alignment of the Volgograd hydroelectric power station on the periods, km³

Необходимо отметить, что основная масса увеличения объёма водного стока пришлась на зимний период, в весенне-летний период объём стока резко сократился по сравнению с 1922–1937 гг. В последний период анализа (2002–2011 гг.) объём среднегодового водного стока снизился до 247 км³ [Бармин, Иолин, 2010].

Средний объём водного стока за второй квартал за период с ненарушенным режимом составлял 141 км³ (58% от годового стока). На последующем временном отрезке наблюдается направленное снижение как объёмов половодья, так и их доли от общегодового стока [Михайлов и др., 2013]. Объёмы половодий несколько увеличились в связи с возросшим среднегодовым водным стоком с конца 1970-х до начала 2000-х гг. (рис. 3). В последнее десятилетие наблюдений (с 2002 по 2011 гг.) средний объём водного стока за второй квартал составил 98 км³ (40% от среднего годового стока) [Валов, Бармин 2014 б].

Луга дельты реки Волги были схематически разделены И.А. Цаценкиным в экологическом смысле на три уровня: высокого, среднего и низкого [Цаценкин, 1962].

Луга низкого уровня имеют интервал высот 1.2 м и ниже, в период половодья длительность их затопления в среднем колеблется от 2 до 3 месяцев. Луга среднего уровня расположены на высотных отметках 1.3–2.4 м. Длительность затопления в период половодий колеблется от 35 до 55 дней. Луга высокого уровня расположены на высотах от 2.4 м и выше. В период половодий луга данного уровня затапливаются крайне редко и на очень короткий срок [Голуб, Бармин, 1995].

Сопоставление ионного состава водных вытяжек за наблюдаемый период показало, что от 1981 г. к 2002 г. на лугах низкого уровня шло направленное уменьшение суммы

легкорастворимых солей, которое совпало с увеличением водного стока р. Волги (рис. 4). Но в 2006 и в 2011 гг., в связи с очень малым и низким половодьем, количество солей возросло вновь.

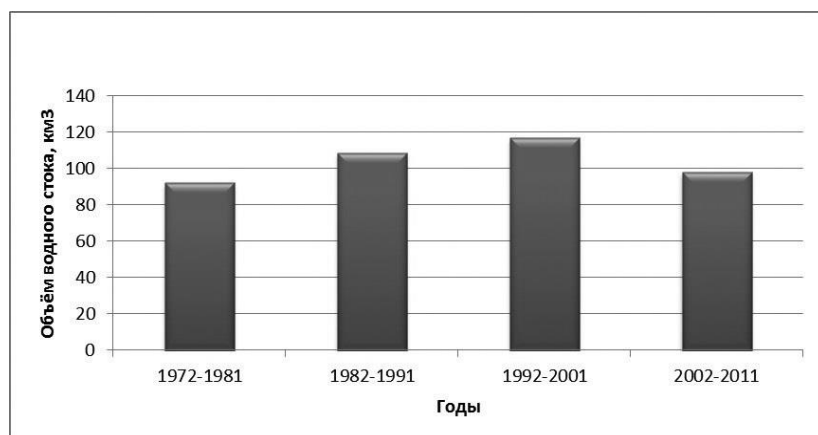


Рис. 3. Средний объем водного стока в створе Волгоградской ГЭС за второй квартал по периодам, км³

Fig. 3. The average volume of water flow in the alignment of the Volgograd hydroelectric power station for the second quarter of periods, km³



Рис. 4. Динамика суммы водорастворимых солей лугов низкого уровня на фоне изменения объема водного стока р. Волги за II квартал
Fig. 4. Dynamics of the amount of water-soluble salt meadows lowest level against the background of changes in the volume of water runoff. Volga for the II quarter

В 2006 году значение суммы солей приблизилось к значениям 1981 г., в 2011 г. произошло увеличение содержания общего количества солей по сравнению с 2002 годом в 2 раза, однако оно было меньшим, чем в 1979 г. [Бармин и др., 2015б].

За счет уменьшения содержания иона хлора и натрия токсичность почвенного раствора (по [Базилевич, Панкова, 1968]) на лугах низкого уровня продолжала падать во все годы наблюдений и уменьшилась в 5 раз от 1979 к 2002 году (рис. 5) [Иолин, Бармин, 2003].

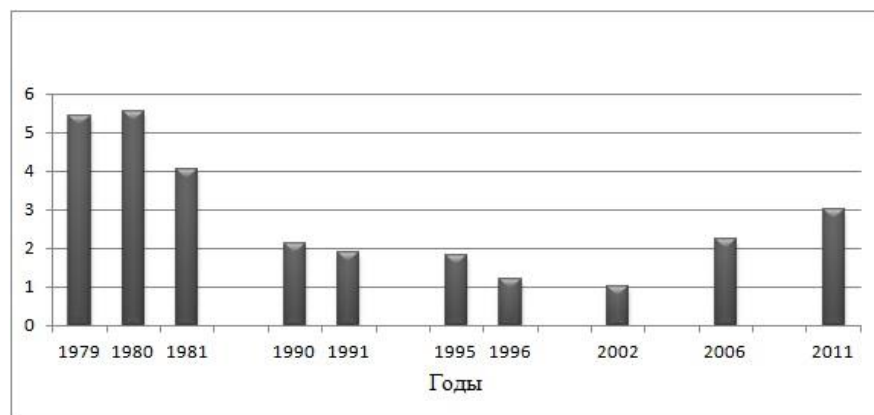


Рис. 5. Динамика токсичности почвенного раствора на лугах низкого уровня
Fig. 5. Dynamics of the toxicity of soil solution on the low meadows

В связи с резким спадом объема водного стока за второй квартал в 2006 и в 2011 гг. токсичность почвенного раствора по сравнению с результатами 2002 г. возросла в 2 и 3 раза

соответственно, но значения 1979 г. превышены не были. В 2011 г. по сравнению с 1979 г. токсичность почвенного раствора сократилась в 1.8 раза [Бармин и др., 2015а].

Общее количество солей на лугах среднего уровня от начала наблюдений до 1991 г. снизилось на 42% (рис. 6). Начиная с 1995 г. количество солей вновь стало возрастать, приблизившись по своим значениям к 1980 г. [Голуб, Бармин, 1995] Несмотря на увеличение общего содержания солей в 2002 г. отношение Cl/SO_4 было меньше чем в 1979 г. в 2 раза. Тоже происходило и с суммарным эффектом токсичных ионов [Бармин, Иолин, 2010].



Рис. 6. Динамика суммы водорастворимых солей лугов среднего уровня на фоне изменения объёма водного стока р. Волги за II квартал

Fig. 6. Dynamics of the amount of water-soluble salt meadows average against the backdrop of changes in the volume of water flow of the Volga river for the II quarter

В 2011 году общая сумма солей была наименьшей за все годы наблюдений и, по сравнению с 1979 г., снизилась на 40%. Отношение Cl/SO_4 от 1979 к 2011 г. уменьшилось в 3 раза, токсичность снизилась втрое и была наименьшей за весь период наблюдений [Валов и др., 2015].

В почвах лугов высокого уровня общее содержание солей флуктуировало (рис. 7), при общей тенденции уменьшения содержания токсичных ионов хлора и натрия, что привело к снижению токсичности почвенного раствора [Бармин, Иолин, 2010].



Рис. 7. Динамика суммы водорастворимых солей лугов высокого уровня на фоне изменения гидрометеорологических факторов

Fig. 7. Dynamics of the amount of water-soluble salt meadows of high level against the backdrop of changes in meteorological factors

От начала наблюдений в 1979 г. к 2002 г. токсичность почвенного раствора на лугах высокого уровня снизилась в 2.6 раза (рис. 8). Однако, в 2006 и в 2011 гг. происходит некоторое увеличение содержания токсичных солей. В 2011 г. по отношению к 2002 г. происходит увеличения содержания в почве ионов Cl (на 47%) [Бармин и др., 2015а].

Также на 24% возрастает общее содержание солей и на 28% увеличивается токсичность почвенного раствора, но значения 1979 г. превышены не были [Голуб и др., 2013].

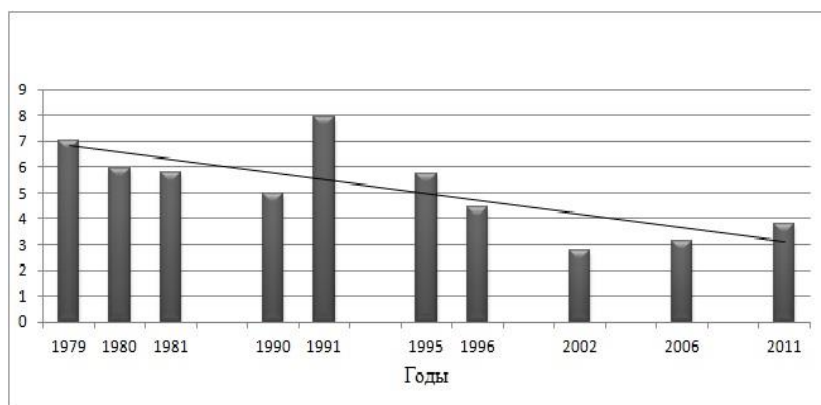


Рис. 8. Динамика токсичности почвенного раствора на лугах высокого уровня.
Fig. 8. The dynamics of the toxicity of the soil solution in the meadows of the highest level.

Одной из главных почвенно-геохимических характеристик является состав почвенно-поглощающего комплекса. К числу важнейших химических процессов, происходящих в почвах и определяющих их плодородие и возможность мелиорации, относятся миграции катионов и анионов.

В почвах аридных регионов среди обменных катионов преобладают Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^{+} , соотношение которых в почвенно-поглощающем комплексе определяется содержанием и составом легкорастворимых солей [Бармин и др., 2011].

Содержание в почвах лугов низкого уровня катионов кальция последовательно снижалось от 1980 к 2002 гг., за исключением 1996 г., когда количество ионов данного элемента возросло, вернувшись к значениям 1979 г. (рис. 9). С 2002 г. наблюдается увеличение катионов кальция, максимум его содержания отмечен в последний год исследований (2011 г.). Похожим образом происходила миграция катионов магния. Содержание ионов натрия в почвах лугов низкого уровня резко снижалась с начала наблюдений (1979 г.) до 1996 г., когда отмечено минимальное содержание ионов данного элемента [Иолин, Бармин, 2003].

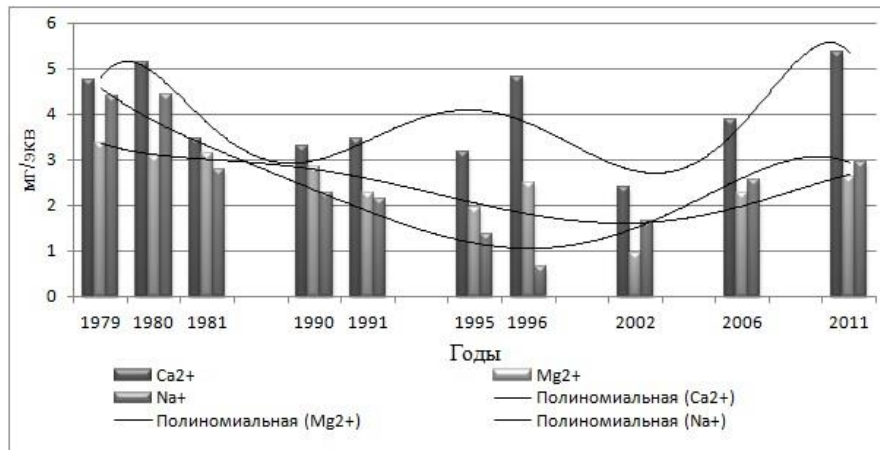


Рис. 9. Динамика катионов в почвах лугов низкого уровня
Fig. 9. Dynamics of cations in soils low meadows

От 1979 к 1996 гг. количество ионов натрия сократилось в 7 раз. В последующие годы исследований (2002, 2006, 2011 гг.) содержание катионов натрия последовательно возрастало. В 2011 г. по сравнению с 1979 г. содержание натрия снизилось в 1.5 раза [Бармин и др., 2015 б].

На лугах среднего уровня количество катионов магния и натрия снижалось от 1979 к 1991 гг., количество ионов кальция понижалось с 1979 по 1990 гг. (рис. 10).

С 1995 по 2006 гг. происходило увеличение содержания катионов кальция и натрия [Голуб и др., 2011]. Количество магния, значительно увеличившись в 1996 г., резко сократилось в 2002 г., затем, несколько увеличившись в 2006 г., вновь снизилось в 2011 г.

В почвах лугов высокого уровня количество катионов кальция и натрия последовательно возрастало от 1979 к 1991 гг., после чего произошло существенное снижение содержания данных ионов. Содержание ионов натрия в почвах лугов высокого уровня колебалось с 1979 по 1990 гг. С 1990 по 1996 гг. количество данных ионов увеличилось, после чего наблюдается резкое снижение содержания катионов натрия (рис. 11) [Бармин, Иолин, 2004].

Весьма высокой степенью подвижности в почвенном профиле характеризуется анион хлора [Голуб, Бармин, 1995]. В почвах лугов низкого уровня дельты реки Волги отмечено значительное снижение содержания данного иона на всём протяжении исследований (рис. 12).

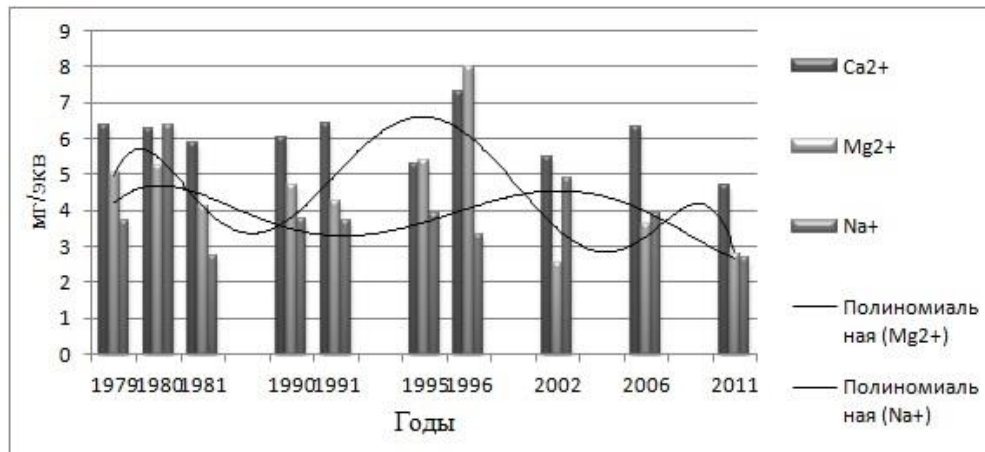


Рис. 10. Динамика катионов в почвах лугов среднего уровня
 Fig. 10. Dynamics of cations in the soil meadows average

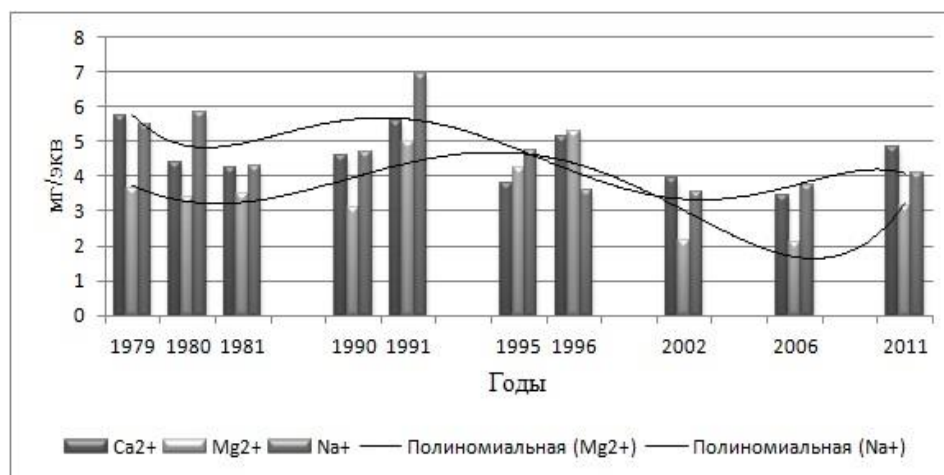


Рис. 11. Динамика катионов в почвах лугов высокого уровня
 Fig. 11. Dynamics of cations in the soil meadows high

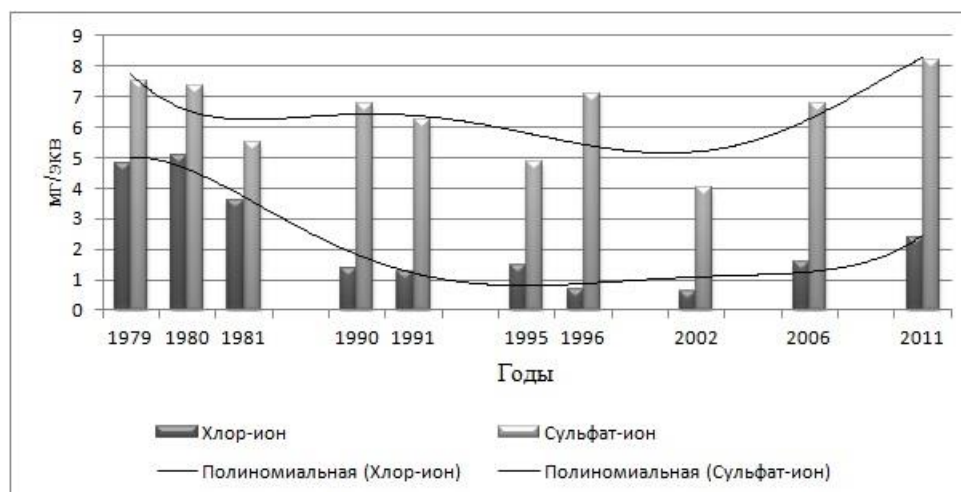


Рис. 12. Динамика анионов в почвах лугов низкого уровня
 Fig. 12. Dynamics of anions in soils low meadows

От 1979 к 2002 гг. количество анионов хлора уменьшилось в 8 раз. В связи с резким спадом объёма водного стока за второй квартал в 2006 и в 2011 гг. содержание иона хлора по сравнению с результатами 2002 г. возросло в 2,6 и 4 раза соответственно. Сульфат-ион отличается меньшей подвижностью. Изменения содержания данного аниона происходило схожим образом с ионом хлора, но с более плавной амплитудой. Отношение Cl^-/SO_4^{2-} от 1979 к 2011 гг. снизилось более чем в 2 раза [Бармин и др., 2015 б].

На лугах среднего уровня с 1979 по 1995 гг. происходило снижение анионов хлора и сульфатов (рис. 13). В 1996 г. произошло резкое увеличение количества сульфатов в почвах лугов среднего уровня, количество ионов хлора напротив, снизилось [Бармин, Йолин, 2004]. В 2002 и 2006 гг. количество сульфатов и хлора несколько возросло, в 2011 г. наблюдается снижение содержания данных ионов.

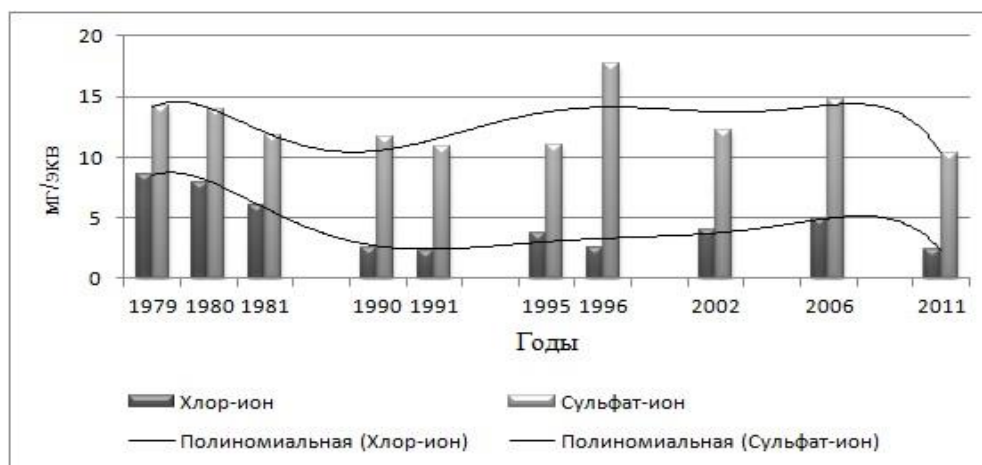


Рис. 13. Динамика анионов в почвах лугов среднего уровня

Fig. 13. Dynamics of anions in soils meadows average

В почвах лугов высокого уровня с 1979 по 2011 количество ионов хлора уменьшилось в 2 раза. Количество сульфатов флуктуировало при общей тенденции к увеличению (рис. 14) [Бармин и др., 2015а].



Рис. 14. Динамика анионов в почвах лугов высокого уровня

Fig. 14. Dynamics of anions in soils high level meadows

Выводы

На основании проведённых исследований в дельте р. Волги на лугах высокого уровня установлена закономерность: в годы с наиболее высоким половодьем и уровнем воды увеличивалось содержание водорастворимых солей в почве, а в годы с более низким половодьем оно уменьшалось. Это связано с преобладанием в данном интервале высот выпотного гидрологического режима над промывным [Голуб, Бармин, 1995]. Некоторое уменьшение содержания солей на лугах высокого уровня в периоды высоких половодий можно связать с увеличением количества осадков. Так же на лугах высокого уровня отмечена

следующая тенденция: в годы с низким уровнем половодья (менее 80 км³) происходит снижение значения Cl/SO_4 и уменьшение токсичности [Валов и др., 2014a].

В почвах лугов низкого и среднего уровней выявлена обратная зависимость между объёмами весенне-летних половодий и содержанием водорастворимых солей. Сопоставление ионного состава водных вытяжек из почвенных образцов за наблюдаемый период показало, что от начала наблюдений в 1979 г. на лугах данных уровней в дельте реки Волги происходило направленное уменьшение общего содержания водорастворимых солей. Данное явление связано с преобладанием в почвах лугов в интервале 1.2–2.4 м промывного режима над вышотным [Бармин, Иолин, 2010].

С середины 90-х годов, в связи с уменьшением объёмов весенне-летних половодий, стабилизацией и некоторым снижением уровня Каспия, сокращением количества осадков и ростом среднегодовой температуры воздуха общее количество солей несколько возросло и флуктуировало в нешироких пределах. Однако общая тенденция рассоления не нарушилась. В 2011 г. отношение Cl/SO_4 и токсичность почвенного покрова резко сократились и были наименьшими за весь период анализа [Валов и др., 2015]. В буферных зонах дельты Волги на лугах низкого уровня к настоящему времени тип засоления сменился с сульфатно-хлоридного на менее токсичный – сульфатный, что является благоприятным изменением и в явном виде отражается на составе растительных сообществ [Старичкова и др., 2012].

Список литературы References

1. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. 1968. Опыт классификации почв по засолению. Почвоведение, (11): 3–15.
Bazilevich N.I., Pankova Ye.I. 1968. The experience of salinization of soil classification. Pochvovedeniye [Soil Science], (11): 3–15. (in Russian)
2. Бармин А.Н., Иолин М.М., Касимцев И.Г. 1997. Динамика почвенного и растительного покрова Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги. Информационный бюллетень РФФИ, 5 (4): 74–81.
Barmin A.N., Iolin M.M., Kasimtsev I.G. 1997. Dynamics of soil and vegetation cover of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga Delta. Informatsionnyy byulleten' RFFI, 5 (4): 74–81. (in Russian)
3. Бармин А.Н., Иолин М.М. 2004. Эколого-географические проблемы природопользования ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги. Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии, (1): 77–82.
Barmin A.N., Iolin M.M. 2004. Ecological and geographical problems of nature landscapes of the Volga-Akhtuba floodplain and delta. Volga. Yuzhno-rossiyskiy vestnik geologii, geografii i global'noy energii, (1): 77–82. (in Russian)
4. Бармин А.Н., Иолин М.М., Асанова Г.З. 2010. Климатические изменения как фактор влияния на биocenозы дельты р. Волги. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка, (3): 31–34.
Barmin A.N., Iolin M.M., Asanova G.Z. 2010. Climate change as a factor of influence on the delta of the river biocenoses Volga. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos'yomka [The reviewed scientific journal Izvestiya Vuzov. Geodesy and aerophotography], (3): 31–34. (in Russian)
5. Бармин А.Н., Иолин М.М., Шарова И.С., Голуб В.Б. 2011. Структура и динамика землепользования в Астраханской области. Геология, география, и глобальная энергия, (3): 143–149.
Barmin A.N., Iolin M.M., Sharova I.S., Golub V.B. 2011. Structure and dynamics of land use in the Astrakhan region. Geologiya, geografiya, i global'naya energiya [Geology, geography, and global energy], (3): 143–149. (in Russian)
6. Бармин А.Н., Валов М.В., Иолин М.М. 2015а. Дельта реки Волги: галогеохимические миграции в почвах лугов высокого уровня. В кн.: Антропогенная трансформация геопространства: история и современность. Материалы II Международной научно-практической конференции (г. Волгоград, 13–15 мая 2015 г.). Волгоград, Изд-во ВолГУ: 187–196.
Barmin A.N., Valov M.V., Iolin M.M. 2015a. The delta of the Volga River: galogeochemical migration in soils high level meadows. In: Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost'. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Volgograd, 13–15 maja 2015 g.) [Anthropogenic transformation of geospace: history and modernity. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (Volgograd, 13–15 May 2015)]. Volgograd, Izd-vo VolGU: 187–196. (in Russian)
7. Бармин А.Н., Валов М.В., Иолин М.М. 2015б. Геохимические особенности миграции легкорастворимых солей в почвах лугов низкого уровня дельты реки Волги. Российский журнал прикладной экологии, (1): 21–25. (in Russian)
Barmin A.N., Valov M.V., Iolin M.M. 2015b. Geochemical features of migration of soluble salts in soils low meadows of the delta of the Volga River. Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii, (1): 21–25. (in Russian)
8. Валов М.В., Бармин А.Н. 2014. Современные тенденции изменения гидрологических условий в дельте реки Волги. В кн.: Региональные проблемы водопользования в изменяющихся климатических условиях. Материалы научных докладов участников Международной научно-практической конференции (г. Уфа, 11–12 ноября 2014 г.). Уфа, Изд-во Аэтерна: 96–99.

Valov M.V., Barmin A.N. 2014. Modern trends in hydrological conditions in the delta of the Volga River. *In: Regional'nyye problemy vodopol'zovaniya v izmenyayushchikhsya klimaticheskikh usloviyakh. Materialy nauchnykh dokladov uchastnikov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (g. Ufa, 11–12 nojabrja 2014 g.) [Regional problems of water management in a changing climate. Materials of scientific reports of the participants of the International scientific and practical conference (Ufa, 11–12 November 2014)]. Ufa, Izd-vo Aeterna: 96–99. (in Russian)

9. Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. 2014. Изменение солевого состава почв в дельте реки Волги на лугах высокого уровня. *В кн.: Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы. Материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием* (г. Самара, 14 ноября 2014 г.). Самара, Изд-во ПГСГА: 61–67.

Valov M.V., Barmin A.N., Iolin M.M. 2014a. The change of salinity in the delta of the Volga River in the meadows of high level. *In: Bioekologicheskoye krayevedeniye: mirovyye, rossiyskiye i regional'nyye problemy. Materialy 3-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* (g. Samara, 14 nojabrja 2014 g.) [Bioecological local history: World War, Russian and regional issues. Proceedings of the 3rd All-Russian scientific-practical conference with international participation (Samara, 14 November 2014)] Samara, Publishing House PGSGA: 61-67. (in Russian)

10. Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. 2015б. Результаты многолетнего почвенного мониторинга, проводимого на стационарном профиле в дельте реки Волги. *В кн.: Science in the modern information society V. Proceedings of the Conference* (North Charleston, 26–27 January 2015). North Charleston, SC, USA:CreateSpace: 65–68.

Valov M.V., Barmin A.N., Iolin M.M. 2015b. The results of long-term soil monitoring carried out on a stationary profile in the delta of the Volga River. *In: Science in the modern information society V. Proceedings of the Conference* (North Charleston, 26–27 January 2015). North Charleston, SC, USA:CreateSpace: 65–68. (in Russian)

11. Голуб В.Б., Бармин А.Н. 1994. Оценка изменений растительности в средней части дельты реки Волги. *Ботанический журнал*, 79 (10): 84–90.

Golub V.B., Barmin A.N. 1994. Evaluation of changes of vegetation in the middle of the delta of the Volga River. *Botanicheskiy zhurnal*, 79 (10): 84–90. (in Russian)

12. Голуб В.Б., Бармин А.Н. 1995. Некоторые аспекты динамики почвенно-растительного покрова дельты р. Волги. *Экология*, (2): 156–159.

Golub V.B., Barmin A.N. 1995. Some aspects of the dynamics of land cover delta. Volga. *Ekologiya [Ecology]*, (2): 156–159. (in Russian)

13. Голуб В.Б., Пилипенко В.Н., Лосев Г.А., Лосев Г.А., Бармин А.Н. 2011. Характеристика абиотических факторов на территории ботанических памятников природы в Низовьях Волги. *Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*, (11): 19–43.

Golub V.B., Pilipenko V.N., Losev G.A., Losev G.A., Barmin A.N. 2011. Characterization of abiotic factors on the territory of botanical nature monuments in the lower reaches of the Volga. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*, (11): 19–43. (in Russian)

14. Голуб В.Б., Старичкова К.А., Бармин А.Н., Иолин М.М., Сорокин А.Н., Николайчук Л.Ф. 2013. Оценка динамики растительности в дельте реки Волги. *Аридные экосистемы*, 19 (56): 58–68.

Golub V.B., Starichkova K.A., Barmin A.N., Iolin M.M., Sorokin A.N., Nikolaychuk L.F. 2013. Assessment of the dynamics of vegetation in the delta of the Volga River. *Aridnyye ekosistemy*, 19 (56): 58–68. (in Russian)

15. Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Кашутина Е.А., Барабанова Е.А., Зайцева И.С., Долгов С.В. 2012. О соотношении природно-климатических и антропогенных факторов в многолетних изменениях речного стока. *В кн.: Вода и водные ресурсы: системообразующие функции в природе и экономике. Новочеркасск, Изд-во ЮРГТУ (НПИ): 41–47.*

Georgiadi A.G., Koronkevich N.I., Kashutina Ye.A., Barabanova Ye.A., Zaytseva I.S., Dolgov S.V. 2012. On the relation between climatic and anthropogenic factors of long-term changes in streamflow. *In: Voda i vodnyye resursy: sistemoobrazuyushchiye funktsii v prirode i ekonomike* [Water and water resources: the system-functions in nature and the economy]. Novocherkassk, Publ SRSTU (NPI): 41–47. (in Russian)

16. Иолин М.М., Бармин А.Н. 2003. Современные тенденции динамики водорастворимых солей в почвах дельты р. Волги. *Южнороссийский вестник геологии, географии и глобальной энергии*, (1): 83–87.

Iolin M.M., Barmin A.N. 2003. Modern trends in water-soluble salts in the soil River delta. Volga. *Yuzhnorossiyskiy vestnik geologii, geografii i global'noy energii*, (1): 83–87. (in Russian)

17. Касимов Н.С., Геннадиев А.Н., Лычагин М.Ю., Кроонберг С.Б., Кучеряева В.В. 2000. Геохимические изменения прибрежных почв Центрального Дагестана при подъеме уровня Каспийского моря. *Почвоведение*, (1): 16–27.

Kasimov N.S., Gennadiyev A.N., Lychagin M.YU., Kroonberg S.B., Kucheryayeva V.V. 2000. Geochemical changes in coastal soils of Central Dagestan during the rise of the Caspian Sea. *Pochvovedeniye [Soil Science]*, (1): 16–27. (in Russian)

18. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С., Ясинский С.В. 2007. Меняющееся антропогенное воздействие на водные ресурсы в бассейне Волги. *В кн.: Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления. Материалы Всероссийской научно-практической конференции* (г. Астрахань, 3–5 октября 2007 г.). Астрахань, Астраханский университет: 147–151.

Koronkevich N.I., Barabanova Ye.A., Zaytseva I.S., Yasinskiy S.V. 2007. Changing anthropogenic impact on water resources in the Volga basin. *In: Vodnyye resursy Volgi: nastoyashcheye i budushcheye, problemy upravleniya. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (g. Astrahan', 3–5 oktjabrja 2007 g.)

[Water Volga: present and future management challenges. Proceedings of the scientific-practical conference (Astrakhan, 3–5 October 2007)]. Astrakhan, Astrahanskij universitet: 147–151. (in Russian)

19. Михайлов В.Н., Исупова М.В., Повалишников Е.С. 2013. Изменение водного режима устьевой области Волги под влиянием колебаний уровня Каспийского моря. *Водные ресурсы*, 27 (4): 400–415.

Mikhaylov V.N., Isupova M.V., Povalishnikova Ye.S. 2013. Changes in the water regime of the Volga mouth area under the influence of fluctuations in the level of the Caspian Sea. *Vodnyye resursy [Water Resources Journal]*, 27 (4): 400–415. (in Russian)

20. Сажин А.Н., Мирошниченко Ю.М., Козина О.В., Петров С.А., Погосян Н.В. 2003. Современные изменения климата и зональные агроэкологические проблемы в сухой степи Нижнего Поволжья. *В кн.: Степи Северной Евразии. Материалы III Международного симпозиума (г. Оренбург, 23–28 мая 2003 г.)*. Оренбург, УРО РАН: 440–442.

Sazhin A.N., Miroshnichenko YU.M., Kozina O.V., Petrov S.A., Pogosyan N.V. 2003. Modern climate change and agro-ecological zone problems in the desert of the Lower Volga region. *In: Stepi Severnoy Yevrazii. Materialy III Mezhdunarodnogo simpoziuma (g. Orenburg, 23–28 maja 2003 g.) [Steppes of Northern Eurasia. Proceedings of the III International Symposium (Orenburg, 23–28 May 2003)]*. Orenburg, URO RAN: 440–442. (in Russian)

21. Старичкова К.А., Голуб В.Б., Бармин А.Н., Иолин М.М., Сорокин А.Н. 2012. Оценка изменений растительности в средней части восточной дельты р. Волги. *Динамика флоры. Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*, (4): 18–24.

Starichkova K.A., Golub V.B., Barmin A.N., Iolin M.M., Sorokin A.N. 2012. Evaluation of changes of vegetation in the middle of the eastern delta. Volga. *The dynamics of the flora. Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*, (4): 18–24. (in Russian)

22. Цаценкин И.А. 1962. Растительность и естественные кормовые ресурсы Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги. *В кн.: Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги*. Москва, Изд-во МГУ: 118–192.

Tsatsenkin I.A. 1962. Vegetation and natural food resources of the Volga-Akhtuba floodplain and delta. *In: Priroda i sel'skoye khozyaystvo Volgo-Akhtubinskoy poymy i del'ty r. Volgi [Nature and agriculture Volga-Akhtuba floodplain and delta Volga]*. Moscow, Izd-vo MGU: 118–192. (in Russian)

УДК 631.4: 631.9

ДИНАМИКА *pH* ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В УСЛОВИЯХ КРАТКОСРОЧНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ В АГРОЛАНДШАФТАХ ЮГА ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

THE CHANGES OF SOIL ACIDITY IN TERMS OF SHORT-TERM CLIMATE VARIABILITY IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF SOUTHERN FOREST- STEPPE ZONE OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Л.Г. Смирнова¹, Ю.Г. Чендев², Н.С. Кухарук², А.В. Ткаченко²
L.G. Smirnova, Yu.G. Chendev, N.S. Kukharuk, A.V. Tkachenko

¹ Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Россия, 308001, г. Белгород,
ул. Октябрьская, 58

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

¹ Belgorod Research Institute of Agriculture, 58, Oktjabrskaja St, Belgorod, 308001, Russia

² Belgorod State National Research University, 85, Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: lidya.smirnova@yandex.ru; chendev@bsu.edu.ru; kuharuk@bsu.edu.ru; 497145@bsu.edu.ru

Ключевые слова: лесостепь Среднерусской возвышенности, обменная кислотность, климатическая изменчивость, мониторинговый показатель плодородия почв, гидротермический коэффициент, статистические показатели кислотности.

Key words: forest-steppe zone of the Central Russian Upland, exchange acidity, climate variability, monitoring indicators of soil fertility, hydrothermal coefficient, statistics acidity.

Аннотация. Экспериментальные исследования, проведенные в агроландшафтах лесостепной зоны Среднерусской возвышенности на типичных черноземах на фоне нарастающей климатической изменчивости и наметившегося усиления засушливости были направлены на изучение мониторингового показателя плодородия почв – *pH* (сол.). Анализ метеорологических данных за период исследования в целом показывает усиление процесса аридизации территории, что отражается через систему показателей: коэффициент аридности и гидротермический коэффициент. Статистический анализ значения кислотности на изучаемой почве показал изменение по периоду наблюдения (2004–2013 гг.) от слабокислого до близкого к нейтральному. В верхнем 0–30 см слое *pH* (сол.) имеет невысокий коэффициент вариации и находится в пределах 4%. Варьирование признака в слоях 50–60 и 60–80 см является более заметным, достигая 8%. В этом горизонте начинается линия вскипания, в связи с чем, и возникает колебание параметра в разные по увлажнению годы. Однако, отклонений кислотности от характерных для данного подтипа почв не выявлено, современное состояние чернозема типичного характеризуется устойчивостью к природным процессам, вследствие высокой буферности данной почвы.

Resume. Experimental studies in the agricultural landscapes of the forest-steppe zone of Upland on the typical chernozem on the background of increasing climate variability and aridity of perceived gain have focused on monitoring indicators of soil fertility – *pH* (salts.). Analysis of meteorological data over the study period as a whole shows increased aridity of the territory, which is reflected through the indicators: coefficient of aridity and hydrothermal coefficient. Aridity coefficient ranges from 0.41 to 0.93. Especially the increase of aridity observed in 2008, 2010 and 2011, the ratio was 0.41–0.47. According to hydrothermal coefficient the revealed years with adequate moisture (2007), with abundant moisture (2004), with insufficient moisture (2006, 2008, 2011, 2012, 2013), in 2009 and 2010 recorded a dry period in 2005, noted the equality of income and expenditure moisture. Of the ten years of observation only two years (2004, 2007 years) were observed with moisture exceeding 1.0. Statistical analysis of the value of soil acidity in the study showed a change in the observation period (2004–2013 years) slightly acidic to near-neutral. The top 0–30 cm layer *pH* (salts.) has a low coefficient of variation and is within 4%. Varying sign in layers 50–60 and 60–80 cm is more prominent, reaching 8%. This horizon line begins boiling, and therefore, there is a swing and a parameter in different humidification years. However, deviation from the characteristic acidity of the soil subtypes have been identified, the current state of the typical black soil is characterized by resistance to natural processes, due to the high buffer capacity of the soil.

Введение

Климатические факторы, особенно термические, оказывают прямое влияние на состояние и функционирование компонентов наземных экосистем, их биоразнообразие и продуктивность. В свете решения проблемы глобального изменения климата и предотвращения его нежелательных последствий на почвы и экосистемы, требуется широкий комплекс сведений, включающих информацию об ответных реакциях компонентов окружающей среды на изменения климата разной периодичности. Важнейшими

компонентами окружающей среды, регулируемыми многие природные процессы, протекающие в биосфере, являются почвы и почвенный покров. Однако механизмы их трансформации под влиянием климатического фактора до конца не изучены.

По последним оценкам за период 1856–2005 годы скорость потепления составила для Северного полушария $0.46^{\circ}\text{C}/100$ лет, Южного $0.44^{\circ}\text{C}/100$ лет, Земли в целом 0.45°C [Переведенцев и др., 2007].

Согласно исследованиям, за период 1971–2010 [Доклад ..., 2012] отмечается потепление климата, которое сказывается на продолжительности метеорологических сезонов. С начала XX века сократился зимний период со среднесуточной температурой воздуха ниже 0° . Его продолжительность составляет 10 дней, в то же время в течение столетия уменьшилась продолжительность летнего периода со среднесуточной температурой воздуха выше $+15^{\circ}$ на 3 дня. В переходные сезоны также отмечались изменения, которые касались только весеннего периода, который стал более длительным, за счет зимнего и частично летнего периода. Период 1999–2010 гг. можно охарактеризовать как период стабилизации среднегодовой температуры воздуха на самом высоком за исследуемый период уровне. За последнее десятилетие самыми теплыми были 2007 и 2010 годы. [Доклад ..., 2012].

В условиях интенсивного антропогенного воздействия на почвенный покров и в результате усиления климатической изменчивости необходимы сведения о почвенных показателях плодородия. Таким индикаторным диагностическим показателем служит рН (сол.), который характеризует кислотно-основные свойства почв, и может реагировать на изменяющиеся климатические условия, наиболее значимыми из которых являются режимы атмосферного увлажнения и температуры. Динамика показателя позволит установить направленность изменения кислотности почв, что дает возможность планировать агромероприятия для поддержания плодородия почв в агроландшафтах.

Цель исследования заключается в анализе климатических условий и их влияния на кислотность чернозема типичного на юге лесостепи Среднерусской возвышенности для совершенствования управления природно-ресурсным потенциалом и прогнозирования его состояния в будущем.

В задачи исследования входило:

- провести анализ климатических особенностей территории исследования;
- выявить динамику почвенной кислотности чернозема типичного тяжелосуглинистого в условиях краткосрочной климатической изменчивости.

Объекты и методы исследования

Наблюдения за динамикой показателя рН проводили на опытном поле Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства (БелНИИСХ), расположенном в Белгородском районе в 2 км от села Гонки. Территория исследований находится на плакорном участке.

В качестве объекта исследования выбрана почва: чернозем типичный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Ниже дано описание почвенного профиля исследуемой почвы:

А_р 0–10 см – сухой; тяжелосуглинистый; темно-серый; мелкоглыбисто-мелкокомковато-пылеватая структура; рыхлый; в глыбах тонкие единичные поры; трещин нет; новообразований нет; многочисленные живые корни; вскипания нет; переход резкий по плотности; граница ровная.

А_{10–30} см – влажноватый; тяжелосуглинистый; темно-серый; мелкоглыбисто-мелкопризмовидно-мелкоореховатая структура; уплотненный; умеренное число тонких пор; мелкие трещины; новообразований нет; включения – единичные литоморфы, немногочисленные остатки корней; многочисленные живые корни; вскипания нет; переход по твердости; граница волнистая.

А_п 30–43 см – влажноватый; тяжелосуглинистый; серый; мелкоглыбисто-мелкоореховато-зернистая структура; уплотнен, близок к твердому; умеренное число тонких пор; тонкие трещины; новообразований нет; редкие остатки корней; немногочисленные живые корни; вскипания нет; переход заметный по окраске; граница волнистая.

АВ 43–56 см – влажноватый; тяжелосуглинистый; неоднородно окрашен: на темно-сером фоне буроватый оттенок; мелкоглыбисто-мелкоореховато-зернистая структура; близок к твердому; умеренное число тонких пор; трещин нет; новообразований нет; единичные остатки корней и остатки мышинного гнезда; немногочисленные живые корни; вскипания нет; переход ясный по окраске; граница ровная.

В 56–80 см – влажный; глинистый; неоднородно окрашен: на буром фоне многочисленные темно-серые вкрапления; мелкоглыбисто-призматическая структура; близок

к твердому; тонкие единичные поры; трещин нет; редкие живые корни; слабое вскипание с 65 см; переход заметный по окраске; граница волнистая.

ВС 80 – 92 см – влажный, тяжелосуглинистый, неоднородно окрашен, на светло палевом фоне гумусовые потеки, мелкоглыбистая–призмовидная структура, твердый, единичные тонкие поры, трещин нет, новообразований нет, эдафон – единичные живые корни, вскипание в общей массе умеренное, переход заметный по окраске.

С_{СА} 92–120 см – влажный; тяжелосуглинистый; светло палевый с немногочисленными белыми вкраплениями; мелкоглыбисто-призмовидная структура; твердый; единичные тонкие поры; трещин нет; новообразования: карбонатные в форме псевдомицелия, прожилок, налетов; эдафон – единичные живые корни; вскипание в общей массе умеренное, бурное в местах белых вкраплений.

Характеристика основных свойств почвы приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика основных свойств чернозема типичного малогумусного среднемошного тяжелосуглинистого

Table 1

Characteristics of the main properties of typical chernozem content of humus, medium heavy

Показатели	Генетические горизонты				
	A	AB	B	BC	C
Глубина отбора образцов, см	0–10	43–53	60–70	82–92	100–110
Гумус %	5.7	5.0	3.8	2.6	0.4
pH (сол)	5.56	6.24	6.68	6.92	7.15
Гидролитическая кислотность, ммоль на 100 г почвы	1.34	0.80	0.36	0.29	-
Гранулометрический состав (частицы менее 0.01 мм, %)	56.4	57.1	57.8	59.2	60.5

Образцы почвы отбирали из скважин до глубины 1 м послойно: 0–30 см, 30–50 см, 50–60 см, 60–80 см и 80–100 см по фазам развития озимой пшеницы в 3-хпольном селекционном севообороте: пар – озимая пшеница – кукуруза на зерно. Удобрения не вносили. При изучении динамики показателя pH проводили бурение на глубину 1.5 м, в почвенных образцах, отобранных через 10 см, где были определены карбонаты для уточнения линии вскипания. Значения pH включены в перечень определений для агрохимического обследования и является важным мониторинговым показателем изменения плодородия почв [Методические указания ..., 2003]. Показатель кислотности определялся потенциометрическим методом.

Результаты и их обсуждение

Изучение динамики основных показателей плодородия почв в агроландшафтах проводили с 2003 по 2014 годы. Исследуемая территория по схеме агроклиматического районирования Белгородской области входит во второй агроклиматической район. По среднемноголетнему количеству выпавших атмосферных осадков (511.9 мм) данная территория относится к умеренно-увлажненному району. Наблюдения за метеорологическими показателями проводили на метеопосту, расположенном на территории БелНИИСХ.

Анализ материалов наблюдений показал, что средняя многолетняя температура воздуха за период 2004–2013 годы составляет 8.5°C, сумма активных среднесуточных температур >10°C варьирует по годам от 2457 до 3623°C и в среднем достигает 3025°C. Среднемноголетнее количество осадков составляет 511.9 мм (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика климатических условий района проведения исследований

Table 2

Characteristics of climatic conditions of the area of research

Годы наблюдений	Температура воздуха, °C				Осадки, мм		ГТК	Σ средне-месячных t°C за апрель-октябрь	Коэффициент аридности
	Средне-годовая	Средняя		Сумма t>10°C	Средняя сумма за год	Сумма июнь-август			
		Января	Июля						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2004	7.7	-2.6	19.3	2457	746.5	141.4	1.4	96.8	0.93
2005	8.4	-0.9	20.5	2907	564.5	210.2	1.0	108.5	0.65
2006	6.8	-10.5	18.8	2777	482.8	177.5	0.8	103.9	0.57
2007	8.7	-0.3	20.4	2879	462.9	212.5	1.2	110.5	0.53

Окончание таблицы 2
End of table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2008	8.8	-6.4	23.0	2744	378.4	80.1	0.9	121.8	0.41
2009	8.7	-4.9	22.0	2982	452.4	84.8	0.4	112.5	0.51
2010	9.4	-10.9	22.5	3612	432.5	102.2	0.5	125.2	0.45
2011	7.9	-6.5	23.0	3142	426.4	221.2	0.9	114.6	0.47
2012	9.0	-5.6	23.4	3623	608.7	237.6	0.8	127.9	0.63
2013	9.6	-4.1	22.3	3134	5639	145.5	0.9	97.2	0.70
Среднее	8.5	-5.2	21.5	3025	511.9	161.3	0.7	111.9	0.58

Температурные условия района исследований за 10 лет наблюдений показывают, что безморозный период до 8 месяцев составлял в большинстве (7 лет) наблюдаемых лет. В 2004, 2008 и 2009 годах этот период достигал 9 месяцев, в 2011 году этот показатель был ниже и равнялся 7 месяцам, однако в ноябре отмечался отрицательный температурный режим, а в декабре наблюдались положительные температуры. Наступление безморозного периода также имело свои особенности. В 2007 году он начинался в марте и заканчивался в октябре, в 2004, 2008 и 2009 годах отмечался с марта по ноябрь, в остальные годы (2005, 2006, 2010, 2011, 2012, 2013) с апреля по ноябрь. Данные полученные на метеопосту БелНИИСХ совпадают с данными, представленными в научной публикации М.Г. Лебедевой и О.В. Крымской [2010].

Среднегодовая температура воздуха изменялась от 6.8°C в 2006 году до 9.6°C в 2013 году. Наибольшие значения средней температуры января составляли -10.9°C и -10.5°C в 2006 и 2010 годах, самые невысокие показатели отмечались в 2005 году -0.9°C и 2007 году -0.3°C. Среднемноголетняя температура января находилась на уровне -5.2°C.

Среднемноголетняя температура июля за период исследования составляла 21.5°C. Максимальные показатели отмечались в 2008, 2011 и 2012 годах, где средняя температура наблюдалась на уровне 23.0–23.4°C. Средняя минимальная температура июля составляла 18.8 и 19.3°C.

При оценке климатических показателей, характеризующих особенности территории использовались различные методики и показатели, которые выявляли основные изменения.

Важными климатическими показателями являются – сумма среднемесячных температур за апрель – октябрь и годовое количество осадков, которые используются для расчета коэффициента аридности [Панкова, Конюшкова, 2013]. Он вычислялся по формуле:

$$K_{ap} = P_r / (5.12 \sum t_{IV-X} + 306),$$

где P_r – годовое количество осадков, мм; $\sum t_{IV-X}$ – сумма среднемесячных температур за апрель – октябрь, °C.

Коэффициент аридности изменяется в интервале от 0.41 до 0.93. Отмечается нарастание аридности в 2008, 2010 и 2011 годах, коэффициент составляет 0.41–0.47.

Варьирование показателя по годам распределяется неравномерно и в большей степени зависит от количества выпавших осадков.

Наибольшая сумма температур за этот период с апреля по октябрь (127.9°C и 125.2°C) отмечается в 2012 и 2010 годах. Для оценки сухости климата применялся коэффициент аридности, согласно которому, аридные территории делятся на крайнеаридные (коэффициент аридности меньше 0.15), сильноаридные (0.15–0.30), собственноаридные (0.3–0.50) [Панкова, Конюшкова, 2013]. С учетом этой классификации, район исследования можно отнести к собственноаридным территориям.

В другой классификации [Иванов, 1948] засушливые территории предлагается делить на четыре категории по сумме годовых осадков: 1) экстрааридные (количество осадков менее 100 мм); 2) аридные (100–200 мм); 3) полуаридные (200–400 мм); 4) недостаточного увлажнения (400–800 мм). Если следовать этой классификации, то район исследования можно отнести к зоне недостаточного увлажнения (511.9 мм осадков), что подтверждается другими исследованиями [Лебедева, Крымская, 2010].

Данные о распределении трендов ГТК свидетельствует о том, что увлажненность летнего периода за последние 30 лет уменьшилась на большей части ЕТР [Переведенцев, 2007].

В период наших исследований – последние десять лет (2004–2013 гг.) характеризовались чередованием сухих и влажных вегетационных периодов и в связи с этим были рассчитаны гидротермические коэффициенты (ГТК) по годам исследования.

$$ГТК = 10P / t,$$

где P – сумма осадков за период с температурой $>10^\circ\text{C}$, мм; t – сумма температур за это же время, °C.



Оценка влагообеспеченности проводилась согласно шкале значений ГТК: менее 0.3 – очень сухо, от 0.3 до 0.5 – сухо, от 0.5 до 0.7 – засушливо, от 0.7 до 0.9 недостаточное увлажнение, 1.0 – равенство прихода и расхода влаги, от 1.1 до 1.5 достаточное увлажнение, более 1.5 – избыточное увлажнение.

В результате анализа данных по ГТК выявлены годы с достаточным увлажнением (2007), с избыточным увлажнением (2004), с недостаточным увлажнением (2006, 2008, 2011, 2012, 2013), в 2009 и 2010 году зафиксирован сухой период, в 2005 году отмечено равенство прихода и расхода влаги (табл. 3). Из десяти лет наблюдений только два года (2004, 2007 гг.) наблюдались с увлажнением превышающим 1.0.

Таблица 3
Гидротермические коэффициенты по годам
исследования (2004–2013 гг.)

Table 3
Hydrothermal coefficient on years of research
(2004–2013 years)

Годы	ГТК	Оценка периода вегетации
2004	1.4	Избыточное увлажнение
2005	1.0	Равенство прихода и расхода влаги
2006	0.8	Недостаточное увлажнение
2007	1.2	Достаточное увлажнение
2008	0.9	Недостаточное увлажнение
2009	0.4	Сухой период
2010	0.5	Сухой период
2011	0.9	Недостаточное увлажнение
2012	0.8	Недостаточное увлажнение
2013	0.9	Недостаточное увлажнение

Показатель кислотности почвы (pH) является важным мониторинговым показателем, который необходимо контролировать. Данный параметр влияет на доступность макро- и микроэлементов, на растворимость веществ, на микробиологическую активность почвы, на развитие и функционирование клеток корней растений, на катионнообменную емкость почв. Кроме этого показатель pH рекомендуется использовать в качестве основного бонитировочного признака при оценке свойств почв для качественной оценки земель сельскохозяйственного назначения [Иванов, 1948; Соколова и др., 2012].

В Методических указаниях [2003] о проведении комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения представлена группировка почв по степени кислотности, определяемой в солевой вытяжке (потенциометрически): очень сильнокислые – pH менее 4.0; сильнокислые от 4.1 до 4.5; среднекислые от 4.6 до 5.0; слабокислые от 5.1 до 5.5; близкие к нейтральным от 5.6 до 6.0; и нейтральные более 6.0.

Согласно этой группировке почва исследуемого участка по верхнему 0–30 см слою относится к слабокислой. Наблюдения за динамикой pH в условиях нарастания изменчивости климата в регионе дает возможность выявить основные тенденции варьирования показателя. В верхнем 0–30 см слое максимальное значение отмечается в 2007 году (5.84), минимальное в 2012 году (5.15), среднее значение составляет 5.44. Разность между максимальным и минимальным значением составляет 0.69 (рис. 4). Коэффициент вариации невысокий и находится в пределах 4%. На рисунке показана кривая изменчивости показателя pH в слое 0–30 см, значения которого изменяются от слабокислого до близко к нейтральному. В целом из вариационного ряда по годам исследований на долю слабокислого показателя приходится 80%, на долю близко к нейтральному – 20%.

В слое 30–50 см среднее значение показателя повышается и достигает 5.89, при максимальном значении признака в 2010 году – 6.34, минимальном 5.41 в 2006 году. Варьирование увеличивается и составляет около 6%, и это изменение становится заметным (см. рис.). По годам исследования на долю показателя со слабокислым значением приходится 10%, на долю значений близко к нейтральным – 60%, нейтральные значения составляют 30%.

В слое 50–60 см наблюдается повышение pH до 6.36. Максимальное значение отмечалось в 2010 году – 7.00, минимальное в 2006 и 2009 годах – 5.58. Варьирование pH в этом слое является наиболее заметным, достигая 8%, стандартное отклонение показателя повышается до 0.53. В этом горизонте начинается линия вскипания, в связи с чем, и возникает изменение параметра. Особенно это заметно на графике, представленном на рисунке 1, где отмечены значения pH в 2006, 2009 и 2012 годах как близко к нейтральным. В остальные годы этот показатель был нейтральным.

На глубине 60–80 см среднее значение pH повышается до 6.82. Максимум показателя наблюдается в 2008 году – 7.23, минимальное значение 6.04 в 2009 году. Снижается варьирование значений, и коэффициент вариации составляет около 7% (табл. 4). Все значения по группировке почв относятся к нейтральным.

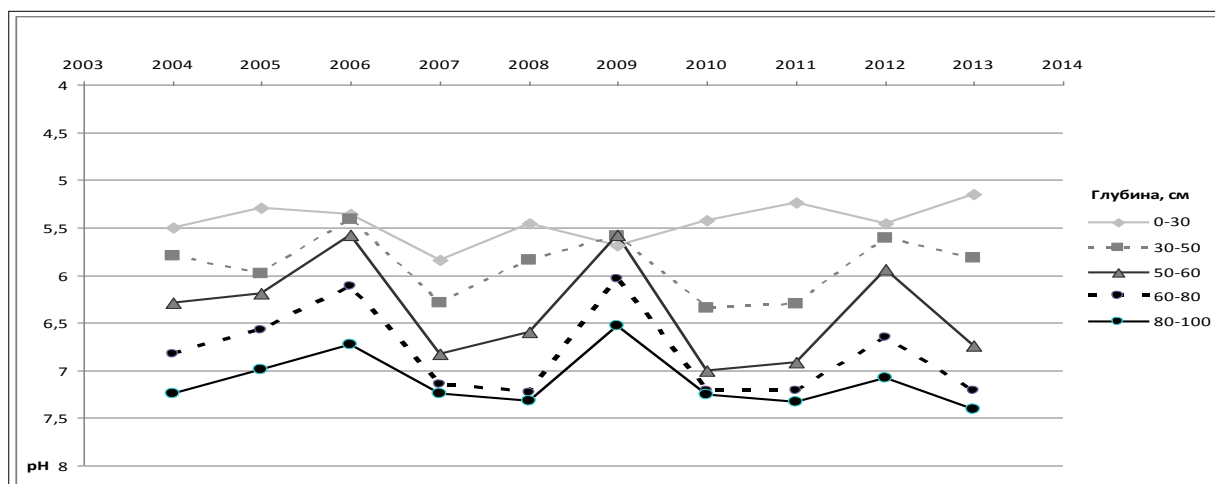


Рис. Динамика показателя pH по годам исследования
Fig. Dynamics of pH on years of research

Статистические параметры значений pH (сол.) за 2004–2013 годы
The statistical parameters pH (salt) for 2004–2013 years

Таблица 4
Table 4

Глубина, см	$X_{\text{среднее}}$	$X_{\text{макс.}}$	$X_{\text{мин.}}$	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %	Ошибка средней	Доверительный интервал 95%
0–30	5.44	5.84	5.15	0.21	3	0.06	(5.29–5.58) ± 0.15
30–50	5.89	6.34	5.41	0.32	5	0.11	(5.66–6.13) ± 0.23
50–60	6.37	7.0	5.58	0.53	8	0.16	(5.98–6.74) ± 0.38
60–80	6.82	7.23	6.04	0.46	6	0.15	(6.49–7.15) ± 0.33
80–100	7.11	7.33	6.53	0.28	4	0.90	(6.90–7.31) ± 0.21

В слое 80–100 см среднее значение pH достигает 7.11, при максимальном значении 7.33 в 2011 году и минимальном значении 6.53 в 2009 году (см. рис.). В этом слое варьирование становится меньше, коэффициент вариации равен 4%.

При оценке степени кислотности за наблюдаемый период исследований в верхнем 0–30 см слое использовали шкалу, предложенную в Методических рекомендациях [2003]. В 2007 и 2009 годах отмечается значение pH близкое к нейтральному, а в остальные годы к слабокислому диапазону (табл. 5).

Оценка показателя pH по степени кислотности по годам исследования в слое 0–30 см
Evaluation of pH on the degree of acidity of years of research in the layer 0–30 cm

Таблица 5
Table 5

Глубина, см	Слабокислая 5.1–5.5								Близкая к нейтральной 5.6–6.0		$X_{\text{ср.}}$
	2004	2005	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2007	2009	
0–30	5.50	5.29	5.36	5.46	5.43	5.24	5.46	5.15	5.84	5.69	5.44

Таким образом, за многолетний период реакция среды остается слабокислой. Краткосрочная климатическая изменчивость, наблюдавшаяся в период исследования, на показатель почвенной кислотности не оказала влияния, что отражает сопоставление метеорологических характеристик со значениями pH.

Выводы

За период 2004–2013 годы наблюдается климатическая изменчивость основных показателей: среднегодовая температура воздуха за 10 летний период варьирует от 7.7 до 9.6°C, среднегодовая температура составляет 8.5°C; сумма активных температур >10°C изменяется по годам от 2457 до 3623°C и в среднем достигает 3025°C; количество осадков в самый сухой год – 426.4 мм, во влажный год 746.5 мм, среднемноголетнее количество осадков составляет 511.9 мм.



Оценка территории исследования по степени засушливости по [Панкова, Конюшкова, 2013] показала, что коэффициент аридности изменяется в интервале от 0.41 до 0.93. Отмечается недостаток увлажнения в агроландшафтах в 2008, 2010 и 2011 годах, когда коэффициент составляет 0.41–0.47. В соответствии с классификацией Н.Н. Иванова [1948] район исследования можно отнести к зоне недостаточного увлажнения (511.9 мм осадков).

Проведенные исследования подтверждают закономерности в распределении трендов ГТК из литературных источников (за 30 летний период на большей части ЕТР данный показатель имел тенденцию к снижению). По нашим данным из 10 рассчитанных значений ГТК по годам – 7 имеют величину менее 1.0.

Показатель кислотности на черноземе типичном тяжелосуглинистом изменяется по изученному периоду, от слабокислого до близкого к нейтральному. Статистический анализ показал, что значение *pH* (сол.) в верхнем 0–30 см слое имеет коэффициент вариации 4%. Варьирование *pH* в слоях 50–60 и 60–80 см является более заметным, достигая 8%. В этом горизонте начинается линия вскипания, в связи с чем, и возникает колебание параметра в разные по увлажнению годы.

Современное фактическое состояние чернозема типичного по показателю *pH* (сол.) при нарастающей климатической изменчивости характеризуется устойчивостью к природным процессам, вследствие высокой буферности данной почвы.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского Научного фонда (проект № 14-17-00171) на тему: «Региональные отклики компонентов окружающей среды на изменение климата разной периодичности: юг лесостепи Среднерусской возвышенности».

Список литературы References

1. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. 2003. Колебания и изменения климата на территории России. Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 39 (2): 166–185.
Gruza G.V., Rankova E.Ya. 2003. Climate variability and change on the territory of Russia. Izvestiya RAN. Fizika atmosfery i okeana [Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics], 39 (2): 166–185. (in Russian)
2. Иванов Н.Н. 1948. Записки Всесоюзного географического общества. Новая серия. Т. 1. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. М.–Л., 224.
Ivanov N.N. 1948. Zapiski Vsesojuznogo geograficheskogo obshhestva. Novaya serija. T. 1. Landshaftno-klimaticheskie zony zemnogo shara [Notes of the All-Union Geographical Society. New series. Vol. 1. Landscape-climatic zones of the globe]. Moscow–Leningrad, 224. (in Russian)
3. Лебедева М.Г., Крымская О.В. 2008. Проявление современных климатических изменений в Белгородской области. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 6 (3): 188–197.
Lebedeva M.G., Crimskaya O.V. 2008. Of contemporary climate changes in the Belgorod region. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennyye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 6 (3): 188–197. (in Russian)
4. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. 2003. М., ФГНУ «Росинформагротех», 240.
Guidelines for the integrated monitoring of soil fertility of agricultural land. 2003. Moscow, FGNU "Rosinformagroteh", 240. (in Russian)
5. Панкова Е.И., Конюшкова М.В. 2013. Климат и засоленность почв пустынь Центральной Азии. Почвоведение, (7): 771–777.
Pankova E.I., Konyushkova M.V. 2013. Climate and soil salinity deserts of Central Asia. Pochvovedenie [Eurasian Soil Science], (7): 771–777. (in Russian)
6. Переведенцев Ю.П., Гоголь Ф.В., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. 2007. Глобальные и региональные изменения климата на рубеже XX и XXI столетий. Вестник ВГУ. География. Геоэкология, (2): 5–12.
Perevedentsev Y.P., Gogol F.V., Naumov E.P., Shantalinskiy K.M. 2007. Global and regional climate change at the turn of XX and XXI centuries. Vestnik VGU. Geografija. Geojekologija [Proceedings of Voronezh State University. Geography. Geocology], (2): 5–12. (in Russian)
7. Росгидромет. 2012. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2011 год. М., 82.
Roshydromet. 2012. Report on the features of the climate in the Russian Federation in 2011 [Report on the features of the climate in the Russian Federation in 2011]. 2012. Moscow, 82. (in Russian)
8. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. 2012. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Тула, Гриф и К, 124.
Sokolova T.A., Tolpeshta I.I., Trofimov S.Y. 2012. Pochvennaja kislotnost'. Kislотно-osnovnaja bufernost' pochv. Soedinenija aljuminija v tverdoj faze pochvy i v pochvennom rastvor [Soil acidity. Acid-base buffer capacity of soils. Aluminium compounds in the solid phase of the soil and in the soil solution]. Tula, Grif i K, 124. (in Russian)

УДК 332.36

**ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ
ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ЗА ПЕРИОД 1990–2013 ГГ.****ASSESSMENT OF THE AREA OF FALLOW LAND IN THE BELGOROD REGION
AND OTHER REGIONS OF EUROPEAN RUSSIA FOR THE PERIOD
1990-2013 YEARS****М.В. Китов¹, А.Н. Цапков²
M.V. Kitov¹, A.N. Tsapkov²**¹ *Департамент природопользования и охраны окружающей среды Белгородской области, Россия, 308000,
г. Белгород, ул. Попова, 24*² *Департамент имущественных и земельных отношений Белгородской области, Россия, 308005, г. Белгород,
Соборная площадь, 4*¹ *Department of Natural Resources and Environmental Protection of the Belgorod Region,
24, Popova St, Belgorod, 308000, Russia*² *Department of Property and Land Relations of the Belgorod region, 4, Sobornaya Sq., Belgorod, 308005, Russia**E-mail: kitov.bo@yandex.ru; tsapkov@mail.ru*

Ключевые слова: оставление пашни, залежь, постагрогенные сукцессии растительности, Европейская территория России, Белгородская область.

Key words: abandonment agricultural land, fallow land, postagrogenic vegetation succession, the European territory of Russia, Belgorod region.

Аннотация. Статья посвящена проблеме формирования залежей на Европейской территории России (ЕТР). В результате проведенного исследования выделяются и описываются три группы субъектов ЕТР с различным характером динамики изменения площади используемой пашни. На основании детальной оценки площадей в отдельных субъектах ЕТР и существенно завышены, а дальнейшая детализация исследования до уровня муниципальных образований субъектов ЕТР дополнительно уменьшает эту оценку. Разработанный автором порядок действий с использованием геоинформационных программ свободного доступа, открытых векторных данных и официальной статистической информации из стандартных форм, универсален для решения подобных задач для других регионов России. Размещение результатов работы на общедоступном геопортале позволяет использовать их широкому кругу лиц. Работа имеет междисциплинарный характер и написана на стыке естественных и гуманитарных наук и будет интересна специалистам в сфере земельных отношений, сельского хозяйства и природопользования.

Resume. Abandonment of agricultural land has become a global trend since the middle of last century, for the period 1961–2003 years in the world has been left 223-million hectares of arable land, of which most (58.3-million hectare) was left in Russia. Abandonment of agricultural land in Russia in the late 20th century was associated with the political and socio-economic changes and the subsequent crisis in our country in the 1990s.

The aim of our study was to evaluate changes in the area of fallow land, formed at the expense of abandoned arable land in the regions of the European territory of Russia (ETR) for the period 1990-2013, as well as the consideration of this issue in the context of municipal and urban districts as applied to the Belgorod region.

To assess the dynamics of the area of agricultural crops for the period 1990-2013 have been used official statistics published by the Federal State Statistics Service of Russia across the subjects. Similar information by municipalities of Belgorod region was obtained on request from the territorial authority of the Federal State Statistics Service in the Belgorod region, this information is partly published in this article.

Despite the apparent stability of the cultivated area in the whole ETR for the period 2004–2013, we have identified and analyzed three groups of subjects with different character of the dynamics of the cultivated area. This approach allowed us to take into consideration the peculiarities of changes in cultivated area in different regions of the ETR for the ten-year period, thereby correcting the estimate for the area of fallow land.

Thus, in general, ETR maximum cultivated area during this period is the year 2004, which allows us to estimate the area of fallow land of 25.6 million hectares, the inclusion of the local maximum values of the cultivated area by region, for the same period reduces the estimate for the area of fallow land on 20.4% to 20.4 million hectares.

Estimate of the area of fallow land carried out by analyzing the values of the acreage of each subject of ETR, but how it can change if further detailed consideration of this issue to the level of municipal entities? To evaluate this we have considered the dynamics of change acreage to 22 municipalities of the Belgorod region for the period 2004–2013.

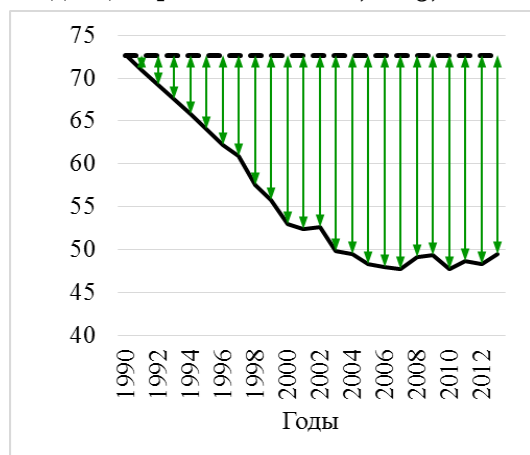
In general, the Belgorod Region for 2004–2013, the maximum crop area is marked in 2013, while in the eight municipalities of the maximum crop area is marked in other years: 2004 (5 municipalities), 2008 (1) 2011 (2). If earlier on the basis of the total cultivated area in the region, we estimated the area of fallow land in the Belgorod region in 154.0 thousand hectares, after inclusion in the assessment of local maxima acreage for municipalities, we adjusted our estimate by 16.8% reducing it to 128, 2 thousand hectares.

Thus, the assessment of the area of fallow land in ETR in 2004-2013, with no local maxima cultivated area during this period for ETR subjects overstates the calculation of the area fallow land by more than 20%. When conducting a large-scale analysis of changes in cultivated area of subjects – in the context of municipalities estimate of the area of fallow land is further reduced, reaching in some cases more than 15%.

Введение

Вывод из оборота сельскохозяйственных земель стал общемировой тенденцией с середины прошлого века, за период 1961–2003 гг. во всем мире было оставлено 223 млн. га пахотных угодий, из них больше всего (58,3 млн. га) было оставлено в России. До конца XX века процесс забрасывания пашни в России был частью кризиса народного хозяйства, вызванного политическими и социально-экономическими преобразованиями, охватившими нашу страну в 1990-е годы.

С начала XXI века, согласно данным официальной статистики, на Европейской территории России (ЕТР) динамика сокращения посевных площадей сначала замедлилась, а затем стабилизировалась [Регионы..., 2002–2014] на уровне 50 млн. га (рис. 1). Исследования агроландшафтов ЕТР с применением геоинформационных технологий на основе анализа данных дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли из космоса также подтверждают данную тенденцию [Schierhorn et al., 2013; Prishchepov et al., 2014].



Несмотря на то, что в проведенных исследованиях [Люри и др., 2010; Kurganova et al., 2014;] оценки площади залежи существенно различаются авторы сходятся во мнении о стабилизации в последнее время основного источника их образования – не используемой посевной площади, как в лесной [Prishchepov et al., 2014], так и степной [Смелянский, 2012] природно-климатических зонах ЕТР.

Рис. 1. Динамика посевной площади в ЕТР за 1990–2013 гг., млн. га

Fig. 1. The dynamics of the crop area in the European territory of Russia (ETR) for 1990–2013 years, mln. ha

Как правило, постагрогенные сукцессии на залежах идут в направлении формирования зональных типов экосистем по классическим сукцессионным схемам, которые могут быть трансформированы начальными состояниями залежей в момент их вывода и детерминированы их последующим антропогенным использованием [Романенко, 2008].

Таким образом, в зоне широколиственных лесов Европейской территории России и без того огромный лесной фонд, возвращает свои утраченные территории [Москаленко, Бобровский, 2014], а в степной зоне происходит постепенное восстановление площади естественных кормовых угодий (ЕКУ) [Русанов, Семенов, 2014], занимающих в ряде регионов ЕТР и без этого более 1/3 всей территории.

Лесостепная зона по характеру протекания на залежах восстановительных сукцессий значительно отличается от лесной и степной зоны и представляет собой пограничное состояние, где направление сукцессионных преобразований определяется климатическими и геоморфологическими факторами [Бобровская и др., 2014], значительно дифференцированными даже в пределах водосбора малой реки [Кузьменко и др., 2012].

Регионы лесостепной зоны – лучшие территории для ведения сельского хозяйства в России и, как следствие, их отличает наибольшая степень распаханности, доходящая в ЦЧР до 61.5% [Лисецкий, Спесивый, 2014]. До начала XVI века территория ЦЧР описывалась как «дикое поле» с низкой плотностью населения и степенью антропогенной трансформации территории [Дунаев и др., 2014], но, уже начиная с XVI века эта территория постепенно была преобразована в агроландшафт. Согласно историческим сведениям [Люри и др., 2010] в период с начала XVII в. по конец XIX в. доля пашни в структуре сельскохозяйственных угодий ЦЧР сначала сравнилась с долей ЕКУ, а затем и стабилизировалась на уровне 80% и вот уже более 100 лет соотношение между ЕКУ и пашней существенно не меняется. Значительная часть современных сельскохозяйственных угодий региона расположено на месте сведенных лесов, доля которых до момента интенсивного сельскохозяйственного освоения составляла порядка 30%.

В данном контексте Белгородская область является показательным регионом контактной зоны лесостепи и степи. Так, в настоящее время доля лесов здесь не превышает 10%, доля ЕКУ составляет менее 20%, пашня занимает более 60% площади области [Росреестр, 2010].

С одной стороны, высокий агроэкологический потенциал территории области [Лисецкий и др., 2005] и многолетняя урожайность сельскохозяйственных культур [Росстат, 2012] указывает на то, что данный регион играет существенную роль в обеспечении

продовольственной безопасности страны. С другой стороны, расположение региона на стыке двух природно-климатических зон и разнообразное геоморфологическое строение агроландшафтов сделало возможным распространение здесь уникальных видов как лесной, так и степной растительности [Чернявских и др., 2010].

Существование вышеуказанных противоречий находит свое отражение в неоднозначности оценки экономических и экологических последствий образования залежей за счет оставленной пашни, но, несмотря на это, ученые единогласны во мнении о необходимости безотлагательного проведения инвентаризации залежей для оценки их площади и принятия управленческих решений по будущему этих земель [Романенко и др., 2008].

Целью нашего исследования являлась оценка изменения площадей залежи, образованной за счет оставленной пашни в субъектах Европейской территории России за период 1990–2013 гг., а также рассмотрение данной проблемы в разрезе муниципальных районов и городских округов (муниципальных образований) применительно к Белгородской области.

Материалы, объекты и методы исследования

Для оценки динамики площадей посевов сельскохозяйственных культур за период 1990–2013 гг. использованы данные официальной статистики. Наличие электронного доступа к официальной статистической информации, публикуемой Федеральной службой государственной статистики (ФГС) в разрезе субъектов России [Регионы..., 2002–2014], в значительной степени упростило задачу. Так как, аналогичная информация в разрезе муниципальных образований Белгородской области официально не опубликована, она была получена по запросу от территориального органа ФГС по Белгородской области (ФГС по БО), а выдержки из нее приведены в таблице.

Данные о площади пашни, ЕКУ и общей площади субъектов ЕТР заимствованы из официальных сведений о состоянии и использовании земель [Росреестр, 2010]. Аналогичная информация в разрезе муниципальных образований Белгородской области получена только по запросу в Управление федеральной службы геодезии и картографии по форме 22-2, и поэтому выдержки из нее также приведены в таблице.

Таблица

Сельскохозяйственные угодья и динамика посевной площади за 1990–2013 гг. в разрезе муниципальных образований Белгородской области, га

Table

Agricultural land and dynamics of crop area for 1990-2013 years in the context of the municipal districts of the Belgorod region, ha

№ п/п	Наименование муниципального образования	Общая площадь района	ЕКУ	Пашня	Посевная площадь		
					1990 г.	2004 г.	2013 г.
1	Алексеевский	176509	41064	101691	97746	80061	88070
2	Белгородский	152662	21012	90641	87125	77296	65885
3	Борисовский	65036	8667	40076	38521	33677	37313
4	Валуйский	170964	30959	94312	90653	72554	77322
5	Вейделевский	135650	29465	87751	84347	76735	79628
6	Волоконовский	128766	21322	83134	79909	57851	75810
7	Грайворонский	85380	11687	54533	52417	46260	50898
8	Губкинский	152662	20878	102072	98112	90935	89764
9	Ивнянский	87110	12034	56662	54464	43738	54363
10	Корочанский	146414	23284	91701	88143	67517	79742
11	Красненский	85195	17224	50577	48615	37572	44380
12	Красногвардейский	176263	37590	93587	89956	78900	83072
13	Краснояржский	47922	7991	28963	27839	25697	27163
14	Новооскольский	140158	25385	82729	79520	65839	72468
15	Прохоровский	137867	23191	94738	91063	64004	83908
16	Ракитянский	90086	12094	60380	58038	54247	55571
17	Ровенский	136917	28148	89650	86172	77771	78140
18	Старооскольский	169345	19930	92629	89035	72622	64267
19	Чернянский	122747	19640	77423	74419	65325	70826
20	Шебекинский	186597	26418	106178	102059	99275	90137
21	Яковлевский	108977	15539	67649	65025	57401	62486
г. Белгород		15310	1082	3104	2983	1012	962
Итого по области		2718537	454604	1650180	1586161	1346289	1432175

Несмотря на то, что в официальных нормативно-правовых документах под залежью понимается земельный участок, не используемой под пашню более 1 года, большинство исследователей отмечает, что в первые годы залежи представляют собой неустойчивые состояния с преобладанием рудеральных видов травянистой растительности или малоценных пород деревьев. Оставление пашни в России на срок более 1 года нередко связано с переходом земли от одних собственников и арендаторов к другим и по прошествии 3–5 лет такие залежи нередко заново распахиваются, так и не став частью ренатурированных территорий. Таким образом, только по достижению залежью как минимум 10-ти летнего возраста можно говорить о стабильности этого состояния и проводить экологическую инвентаризацию данных территорий.

Поэтому оценка площади залежи (Sz) в субъектах ЕТР и муниципальных образованиях Белгородской области произведена по формуле:

$$Sz = Pp90 - PpXX, \quad (1)$$

где $Pp90$ – посевная площадь в 1990 г., а $PpXX$ – максимальное значение посевной площади в период 2004–2013 гг.

Кроме того нами была определена совокупная доля залежей и ЕКУ ($Dzky$) от общей площади субъектов ЕТР и муниципальных образований Белгородской области по формуле:

$$Dzky = 100 \times \left(\frac{Sz + Seky}{S} \right), \quad (2)$$

где $Seky$ – площадь ЕКУ, а S – общая площадь.

Исходные сведения о площади сельскохозяйственных угодий и посевной площади сельскохозяйственных культур за 1990–2013 гг. при помощи программы *QGIS*, версия 2.8.1 были преобразованы в единую географическую базу данных (БД). Границы административно-территориального деления в процессе создания БД были получены из материалов проекта *OpenStreetMap* (<http://www.openstreetmap.org>) и Федеральной географической информационной системы территориального планирования (<http://fgis.economy.gov.ru/fgis/>). В дальнейшем после проведения оценки площадей залежи по формулам (1) и (2) вышеуказанная БД была расширена.

В итоге, созданная нами БД, содержит 28 полей, характеризующих площади земельных угодий (4) и динамику посевной площади за 1990–2013 гг. (24) по 70 объектам – 49 субъектам ЕТР и 21 муниципальному образованию Белгородской области. Публикация БД на общедоступном геопортале <https://qgiscloud.com/> осуществлена при помощи модуля *QGIS Cloud Plugin* версия 0.11.17.

Результаты и их обсуждение

За период 2004–2013 гг. в ЕТР наблюдается стабилизация общей площади посевов (см. рис. 1), что в первую очередь связано с улучшением общего состояния сельского хозяйства. Однако при рассмотрении динамики посевных площадей в разрезе субъектов ЕТР видны региональные различия, которые можно охарактеризовать, проведя группировку субъектов по соотношению посевной площади в 2013 г. к уровню 2004 г. (рис. 2). К первой группе (*Group 1*) отнесены субъекты, где посевная площадь осталась на том же уровне или изменилась незначительно в пределах 10%, ко второй (*Group 2*) – субъекты, где отмечается снижение посевной площади, а к третьей (*Group 3*) – субъекты, где отмечается рост.

Первая группа самая многочисленная и состоит из 24 субъектов, главным ее отличием является отсутствие у субъектов общего пика значений посевной площади. Так, максимальное значение посевной площади приходится на 2004 г. (3 субъекта), 2006 г. (1), 2008 г. (5), 2009 г. (5), 2011 г. (2), 2012 г. (1), 2013 г. (7). Несмотря на то, что посевная площадь в этих субъектах в 2013 г. отличается от уровня 2004 г. менее чем на 10%, в 13 субъектах в отдельные годы в период 2004–2013 гг. максимальное значение посевной площади превышало 10% от уровня 2004 г., причем в 4 из них даже более 20%. Данное обстоятельство объясняется наличием в большинстве субъектов этой группы нескольких локальных минимумов и максимумов посевной площади в рассматриваемый 10 летний период. В действительности это означает формирование в таких субъектах неустойчивых залежей, которые периодически еще на рудеральной стадии сукцессии вновь подвергаются распашке, таким образом являясь источником эмиссии углерода [Kurganova et al., 2014; Schierhorn et al., 2008] и катализатором эрозийных процессов [Русанов, Семенов, 2014] и не пополняют фонд природных территорий.

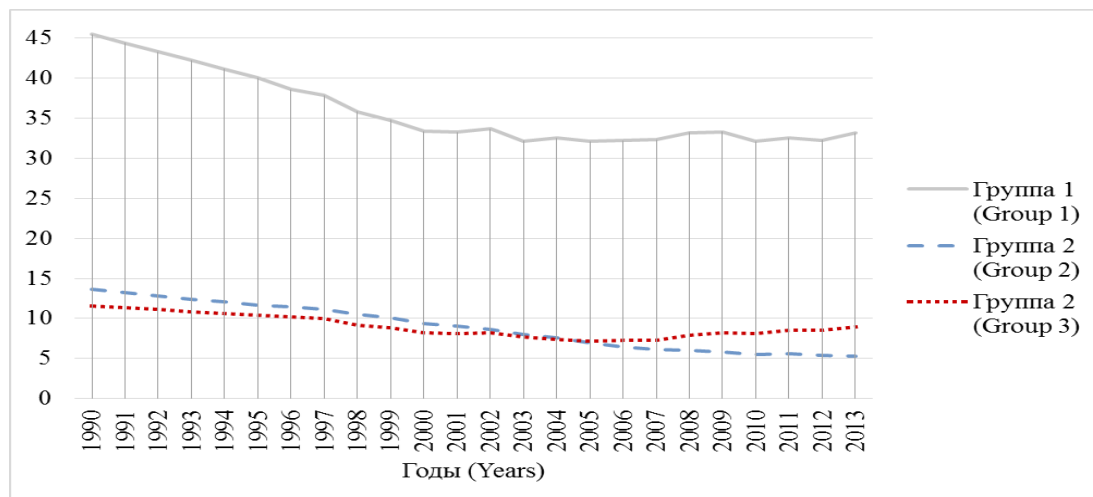


Рис. 2. Динамика посевной площади в ЕТР за 1990–2013 гг. по группам субъектов, млн. га
 Fig. 2. The dynamics of the crop area in the ETR for 1990–2013 years by groups of subjects, mln. ha

Вторая группа состоит из 18 субъектов, ее характерной особенностью является то, что пик посевной площади во всех случаях отмечен в 2004 г. В 14-ти субъектах группы за рассматриваемый период посевные площади устойчиво снижались, только в двух субъектах снижение посевной площади сменилось незначительным ростом, еще в двух субъектах посевная площадь стабилизировалась. В целом в данной группе субъектов сложились наиболее благоприятные условия для образования залежей и по доли обрабатываемой пашни в 2013 г. и по стабильному снижению этого показателя за период 1990–2013 г.

Третья группа отлична от второй и представлена 7 субъектами, максимальные посевные площади в которых отмечены в 2013 г., при этом минимум посевной площади отмечен в разные годы: в 2005 г. (3 субъекта), 2006 г. (2), 2007 г. (2). Таким образом, судя по устойчивому росту посевных площадей в данной группе субъектов можно констатировать, что, начиная с 2005–2007 гг. происходит сокращение залежей, а судя по современной динамике и посевным площадям в 1990 г. можно предположить, что в ближайшем будущем могут быть распаханы залежи, которым уже более 10 лет.

Динамика изменения посевных площадей в ЕТР имеет яркий выраженный пространственный характер распределения (рис. 3). Первая группа представлена субъектами всех федеральных округов ЕТР, за исключением Северо-Западного, вторая группа – северными субъектами Центрального федерального округа и всеми субъектами Северо-Западного, а третья более чем на половину состоит из субъектов ЦЧР.

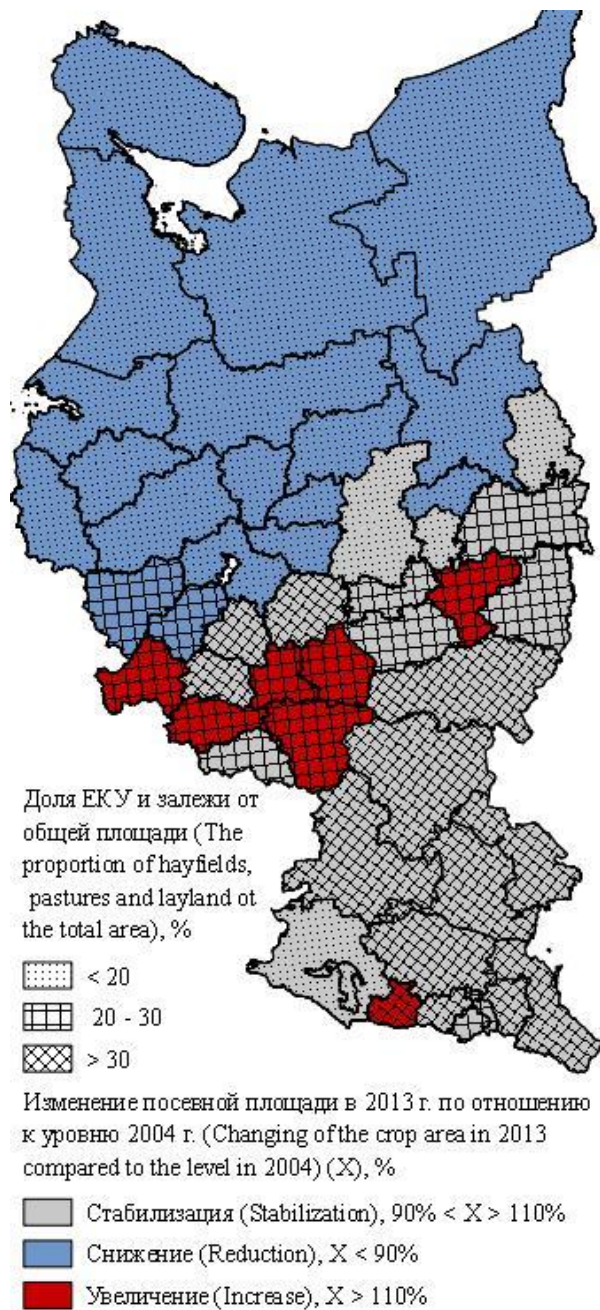
Несмотря на кажущуюся стабильность посевной площади в целом по ЕТР за период 2004–2013 гг. (см. рис. 1) нами выделены и проанализированы три группы субъектов с различным характером динамики посевной площади (см. рис. 2). Данный подход позволил учесть особенности изменения посевной площади в различных субъектах ЕТР за 10-тилетний период, тем самым уточнив оценку площади залежи.

Так, если в целом по ЕТР пик посевной площади за указанный период приходится на 2004 год, что позволяет оценить площадь залежи в 25,6 млн. га, то учет локальных максимальных значений посевной площади по субъектам за этот же период уменьшает оценку площади залежи на 20.4% до 20.4 млн. га.

По нашим расчетам средняя доля залежи в ЕТР составляет 6.1% от общей площади субъектов, входящих в ее состав. При этом наибольшая доля залежи отмечается в Центральном (11.9%) и Приволжском (11.6%) федеральных округах ЕТР, в то время как в Северо-западном федеральном округе залежь составляет лишь 0.9% территории. Доля залежи близка к средним значениям по ЕТР в Южном (6.4%) и Северо-кавказском (5.3%) федеральных округах.

Таким образом, в Центральном и Приволжском федеральных округах влияние залежных площадей на восстановление баланса в пользу естественных экосистем максимально, что позволило в ряде регионов значительно увеличить распространение лугово-степной растительности (см. рис. 3).

Оценка площади залежи проведена нами путем анализа значений посевных площадей каждого субъекта ЕТР, но насколько она может измениться при дальнейшей детализации рассмотрения данного вопроса до уровня муниципальных образований субъектов? Для этого



рассмотрена динамика изменения посевных площадей по 22 муниципальным образованиям Белгородской области за период 2004–2013 гг.

В Белгородской области посевная площадь всех сельскохозяйственных культур в 2013 г. увеличилась на 6.4% относительно уровня 2004 г., что позволило на предыдущем этапе исследования отнести ее к первой группе стабильных субъектов, при этом доля залежи в 2013 г. составила 5.7% от площади области, что близко к среднему значению по ЕТР. Однако при рассмотрении данной проблемы в разрезе муниципальных образований области нами выявлены существенные территориальные различия.

Несмотря на то, что Белгородская область отнесена нами к первой группе субъектов со стабильным уровнем посевной площади за 2004–2013 гг., в восьми муниципальных образованиях изменения посевной площади за указанный период составили более 10%, причем если в Красненском (+15.3%), Корочанском (+15.3%), Ивнянском (+19.5%), Волоконовском (+23.7%) и Прохоровском (+23.7%) районах происходил значительный рост посевной площади (см. табл.), то в Шебекинском (-10.1%), Белгородском (-17.3%) районах и Старооскольском городском округе (-13.0%) отмечено ее дальнейшее сокращение.

Рис. 3. Изменение посевной площади в ЕТР
Fig. 3. The dynamics of the crop area in the ETR

В целом по Белгородской области за 2004–2013 гг. максимум посевной площади отмечен в 2013 г., при этом в восьми муниципальных образованиях пик посевной площади приходится на другие годы: 2004 г. (5 муниципальных образований), 2008 г. (1), 2011 г. (2). Если ранее по общему показателю посевной площади мы оценили площадь залежи в Белгородской области в 154.0 тыс. га, то рассмотрев локальные максимумы посевной площади по муниципальным образованиям, мы скорректировали нашу оценку на 16,8%, уменьшив ее до 128.2 тыс. га.

По нашей оценке, наибольшее количество залежей расположено в степных районах области, что вместе с высокой долей ЕКУ в этих муниципальных образованиях усиливает контраст сельского ландшафта между западной и восточной частями области (рис. 4). Средняя урожайность зерновых культур за многолетний период (25 лет), безусловно, является одной из главных причин межрайонных различий.

Результатом работы стало создание структуры пространственной БД и ее первичное наполнение данными официальной статистики в разрезе субъектов ЕТР. В последующем на основе полученной нами статистической информацией путем платного запроса в ФСГС по БО мы детализировали наполнение нашей БД до уровня муниципальных образований

Белгородской области. Наполнение БД до уровня муниципальных образований других субъектов ЕТР не производили, но с помощью созданной нами БД это можно сделать.

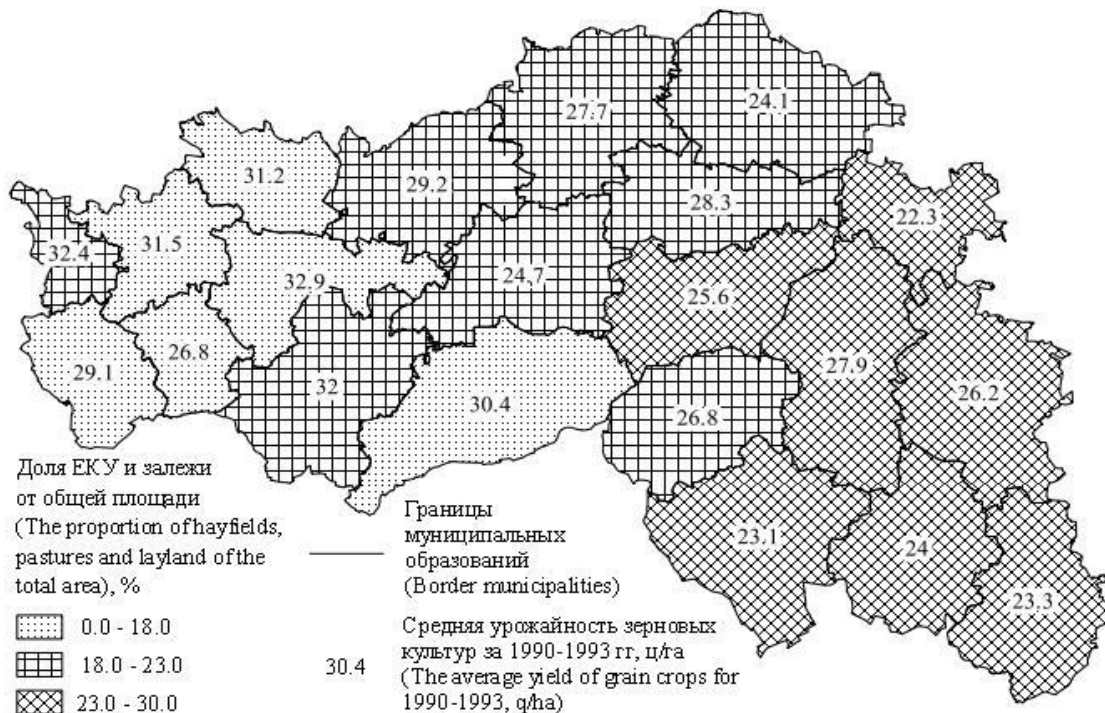


Рис. 4. Лугово-степная растительность в муниципальных образованиях Белгородской обл.

Fig. 4. Meadow-steppe vegetation in the municipalities of the Belgorod region

Чтобы увеличить масштаб картографических материалов, сделать комплект различных тематических карт, отобразить подложку в виде данных ДЗЗ или *OpenStreetMap* и предоставить доступ к нашей работе, мы разместили ее результаты на общедоступном геопортале с помощью приложения *QGIS Cloud Plugin* версия 0.11.17. Таким образом, результаты работы можно увидеть через интернет-браузер, пройдя по ссылке <https://qgiscloud.com/deppriroda/zalezh> или в ГИС программе через *WMS* – протокол по электронному адресу <https://qgiscloud.com/deppriroda/zalezh/wms>.

Заключение

Подход к оценке площади залежи в ЕТР за 2004–2013 гг. без учета наблюдавшихся в этот период максимумов посевной площади для субъектов, входящих в состав ЕТР, завышает площадь залежи более чем на 20%. При более крупномасштабном уровне анализа изменений посевных площадей субъектов – в разрезе муниципальных образований, оценка площади залежи дополнительно снижается, достигая в ряде случаев более 15%.

Для уточнения динамики площадей залежи в ЕТР необходимо межрегиональное сотрудничество по вопросу создания и пополнения пространственной БД достоверной информацией о посевных площадях сельскохозяйственных культур в разрезе всех муниципальных образований субъектов ЕТР.

Наибольшее влияние на изменение ландшафта оказывают залежи в Центральном и Приволжском федеральных округах, усиливая контраст между ландшафтами сельских территорий и восстанавливая их самобытность.

Список литературы References

1. Бобровская Н.И., Казанцева Т.И., Никулина Р.И. 2014. Лесостепь и динамика ее луговостепной растительности в условиях изменяющегося климата (Каменная степь). В кн.: Современная наука: Актуальные проблемы и пути их решения. Материалы 10-ой Международной дистанционной научной конференции (г. Липецк, 17–18 июля 2014 г.). Липецк: 36–39.
Bobrovskaya N.I., Kazantseva T.I., Nikulina R.I. 2014. Forest-steppe and the dynamics of its meadow steppe vegetation in a changing climate (Kamennaya step). In: *Sovremennaya nauka: Aktual'nye problemy i puti*

ih reshenija. Materialy 10-oj Mezhdunarodnoj distancionnoj nauchnoj konferencii (g. Lipeck, 17–18 ijulja 2014 g.) [Modern Science: Topical problems and their solutions. Proceedings of the 10th International Scientific Conference of the remote (Lipetsk, July 17-18 2014)]. Lipetsk: 36–39. (in Russian, with English summary)

2. Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В. Лес и люди: Антропогенная утрата позиционной устойчивости дубравами лесостепи. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 27 (10): 34–41.

Dunaev A.V., Dunaeva E.N., Kalugina S.V. Forest and People: Human-induced loss of positional resistance oak forests of forest-steppe. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 27 (10): 34–41. (in Russian, with English summary)

3. Кузьменко Я.В., Лисецкий Ф.Н., Нарожняя А.Г. 2012. Применение бассейновой концепции природопользования для почвоводоохранного обустройства агроландшафтов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 14 (1): 2432–2435.

Kuz'menko Ya.V., Lisetskiy F.N., Narozhnyaya A.G. 2012. Application the basin concept of environmental management for soil-water safety arrangement of agrolandscapes. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk, 14 (1): 2432–2435. (in Russian, with English summary)

4. Лисецкий Ф.Н., Пересадько В.А., Лукин С.В. и др. 2005. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области: атлас. Белгород, БелГУ, 179.

Lisetskiy F.N., V.A. Peresad'ko, C.V. Lukin i dr. 2005. Prirodnye resursy i ekologicheskoe sostoyanie Belgorodskoy oblasti [Natural resources and the ecological state of the Belgorod region: Atlas: training and reference mapping guide]. Belgorod, Belgorod state university, 179. (in Russian)

5. Лисецкий Ф.Н., Спесивый О.В. 2014. Оценка интенсивности и нормирования эрозионных потерь в Центрально-черноземном районе на основе бассейнового подхода. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 27 (10): 125–133.

Lisetskiy F.N., Spesivyy O.V. 2014. Estimate of the intensity and regulation of erosion soil losses in central chernozem region based on the basin approach. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 27 (10): 125–133. (in Russian, with English summary)

6. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нefeldова Т.Г. 2010. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М., ГЕОС, 416.

Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. 2010. Dinamika sel'skokhozyaystvennykh zemel' Rossii v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv [Dynamics of agricultural lands of Russia in XX century and postagrogenic restoration of vegetation and soils]. Moscow, GEOS, 416. (in Russian, with English summary)

7. Москаленко С.В., Бобровский М.В. 2014. Возобновление деревьев на бывших пахотных землях в заповеднике «Калужские засеки». Бюллетень Брянского отделения РБО, (1): 48–54.

Moskalenko S.V., Bobrovskiy M.V. 2014. Renewal of trees on the abandoned arable lands in the State Nature Reserve «Kaluzhskie Zaseki». Byulleten' Bryanskogo otdeleniya RBO. [Bulletin of Bryansk department of Russian botanical society], (1): 48–54. (in Russian, with English summary)

8. Романенко Г.А., Иванов А.Л., Завалин А.А. и др. 2008. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. М., ФГНУ «Росинформагротех», 64.

Romanenko G.A., Ivanov A.L., Zavalin A.A. et al. 2008. Agroekologicheskoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya zemel' Rossii vybyvshikh iz aktivnogo sel'skokhozyaystvennogo oborota [Agroecological state and prospects of Russian land retired from active agricultural use]. Moscow, FSNU «Rosinformagrotekh», 64. (in Russian)

9. Росреестр. 2010. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2009 году. URL: <http://pda.rosreestr.ru/upload/www/files/Государственный%20Доклад%20за%202009%20г..pdf> (8 декабря 2014).

Rosreestr. 2010. Gosudarstvennyy (natsional'nyy) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiyskoy Federatsii v 2009 godu [State (national) report on the status and use of land in the Russian Federation]. Available at: <http://pda.rosreestr.ru/upload/www/files/Gosudarstvennyy%20Doklad%20za%202009%20g..pdf> (accessed 8 December 2014). (in Russian)

10. Росстат. 2002–2014. Регионы России. Социально-экономические показатели в 2002–2013 гг. URL: <http://www.gks.ru/> (8 декабря 2014).

Rosstat. 2002–2014. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli v 2002–2013 gg. [Regions of Russia. Socio-economic indicators in 2002–2012]. Available at: <http://www.gks.ru/> (accessed 8 December 2014). (in Russian)

11. Росстат. 2012. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. URL: <http://www.gks.ru> (12 декабря 2014).

Rosstat. 2012. Sel'skoe khozyaystvo, okhota i okhotnich'e khozyaystvo, lesovodstvo v Rossii [Agriculture, hunting, forestry in Russia]. Available at: <http://www.gks.ru> (accessed 12 December 2014). (in Russian)

12. Русанов А.М., Семенов Е.А. 2014. Структурно-экономическая трансформация сельского хозяйства как фактор естественного восстановления агроландшафтов Оренбургской области. Вестник Оренбургского государственного университета, (6): 139–143.

Rusanov A.M., Semenov E.A. 2014. Structural and economic transformation of agriculture as a factor of natural recovery agrolandscapes Orenburg region. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Vestnik of the Orenburg State University], (6): 139–143. (in Russian)

13. Смелянский И.Э. 2012. Сколько в степном регионе России залежей? *Степной бюллетень*, (36): 4–7.
- Smelyanskiy I.E. 2012. As in the steppe region of fallow land. *Stepnoy byulleten'* [Steppe Bulletin], (36): 4–7. (in Russian)
14. Чернявских В.И., Дегтярь О.В., Дегтярь А.В., Думачева Е.В. 2010. Растительный мир Белгородской области. Белгород: Белгородская областная типография, 472.
- Chernyavskikh V.I., Degtyar' O.V., Degtyar' A.V., Dumacheva E.V. 2010. Rastitel'nyy mir Belgorodskoy oblasti [The flora of the Belgorod region]. Belgorod, Belgorod regional typography, 472. (in Russian)
15. Kurganova I., Lopes V., Six J., Kuzakov J. 2014. Carbon cost of collective farming collapse in Russia. *Global Change Biology*, 20: 938–947.
16. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M. 2012. Effects of institutional changes on land use: Agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven Economies in post-Soviet Eastern Europe. *Environmental Research Letters*, 7: 1–13.
17. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Dubinin M., Alcantara C. The effect of Landsat ETM/TM+ image acquisition dates on detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe. Available at: <http://www.R-project.org> (accessed 15 November 2014).
18. Schierhorn F., Müller D., Beringer T. 2013. Post-Soviet cropland abandonment and carbon sequestration in European Russia, Ukraine, and Belarus. *Global Biogeochemical Cycles*, 27: 1175–1185.



УДК 622.026.5:550.8.012

РАЙОНИРОВАНИЕ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ ПО ВЗРЫВАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД (НА ПРИМЕРЕ РУДНИКА «ЖЕЛЕЗНЫЙ» ОАО «КОВДОРСКИЙ ГОК»)**METHODS OF ZONING OF QUARRY FIELD IN EXPLOSIVENESS OF ROCKS (ON EXAMPLE MINE “ZHELEZNY” OF OJSC “KOVDORSKY GOK”)****А.Н. Овсянников¹, И.М. Игнатенко², В.А. Дунаев³
A.N. Ovsyannikov¹, I.M. Ignatenko², V.A. Dunayev³**¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85^{2,3} ОАО «ВЮГЕМ», Россия, 308007, г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 86¹ Belgorod State National Research University, 85, Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia^{2,3} OJSC “VIOGEM”, 86, B. Khmelnytsky Av., Belgorod, 308007, Russia

E-mail: Owshome@yandex.ru

Ключевые слова: карьер, взрываемость горных пород, районирование, методика, компьютерная технология, интерактивная карта.

Key words: quarry, explosiveness of rocks, zoning, methods, computer technology, interactive map.

Аннотация. Изложена разработанная авторами и апробированная в условиях рудника «Железный» Ковдорского ГОКа методика районирования карьерного поля по взрываемости горных пород, основанная на применении современных технических средств и дистанционных способов фиксации первичной информации, компьютерных технологий её обработки на базе ГИС ГЕОМИКС (ВЮГЕМ). Конечный продукт реализации данной методики – интерактивная карта взрываемости пород карьерного поля, применение которой позволяет автоматизировать процесс проектирования буровзрывных работ.

Resume. Author's methods of zoning of quarry field for explosiveness of rocks was set out. It was tested in conditions of mine “Zhelezny” of OJSC “Kovdorsky GOK”. The methods is based on the use of modern technology and remote methods of fixation of primary information, computer technologies of its processing based on GIS GEOMIKS (OJSC “VIOGEM”). The final product implementation of this technique – interactive map of explosiveness of rocks in quarry field. It automates the process of planning drilling and blasting works.

Основная часть (не менее 70%) минерального сырья в мире добывается открытым способом с применением буровзрывного разрушения горных пород (здесь и далее под горными породами как объектами взрывного разрушения понимаются, в том числе руды), которое является наиболее дорогостоящей процедурой в комплексе работ по добыче полезного ископаемого. Отсюда следует важность достоверной геометризации (карты) карьерного поля эксплуатируемого месторождения по взрываемости горных пород как основы для проектирования буровзрывных работ.

Предлагаемая методика районирования карьерного поля по взрываемости горных пород (рис. 1) разработана и апробирована на примере карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК», эксплуатирующего Ковдорское апатит-магнетитовое месторождение в Мурманской области. При этом авторы руководствовались следующими основными положениями:

- комплексность натурных исследований, гарантирующая получение всей необходимой (геолого-структурной и инженерно-геологической) первичной информации;
- безопасность геолого-структурных исследований (обеспечивается применением дистанционных методов фиксации информации);
- оперативная компьютерная обработка информации (достигается использованием многофункциональной горно-геологической ГИС ГЕОМИКС, разработанной институтом ВЮГЕМ).

Получение первичной координатно привязанной информации, необходимой для реализации последующих процедур (см. рис. 1), достигается проведением фотогеологической документации уступов карьера и видеометрических исследований стенок скважин (эксплуатационно-разведочных и инженерно-геологических) с отбором образцов, а также монолитов для физико-механических испытаний. Суть фотогеологической документации уступов карьера заключается в следующем. Маршрут (документируемый участок по простиранию уступа) трассируется по нижней бровке уступа пикетами (металлическими

Измерения азимутально-угловых параметров трещин, создающих блочную структуру породного массива, в откосах рабочих уступов, для которых обычно характерно наличие обнаженных плоскостей (стенок трещин) выполняется дистанционно. Высокоточным тахеометром или лазерным сканером в безотражательном режиме производят съемку нескольких (не менее 3) точек на плоскости. Угловые и линейные параметры съемки точек трансформируются в их координаты (x, y, z). Затем с помощью функциональных возможностей ГИС ГЕОМИКС по полученным координатам плоскости определяются ее азимут и угол падения [Дунаев и др., 2011]. На участках «гладкого» откоса ориентировку трещин устанавливают путем непосредственного измерения их азимута и угла падения гироскопическим трещиномером конструкции ВЮГЕМ.

Оценка блочности породного массива в каждом 20-метровом интервале осуществляется по обработанному фотоснимку откоса уступа двумя способами в зависимости от характера проявления блокообразующей трещиноватости в данном интервале. Если она выражена четко проявленными системами трещин, то на странице полевого журнала трещины каждой системы фиксируются линиями различного цвета. С помощью функций ГИС ГЕОМИКС по перпендикуляру между трещинами каждой системы измеряют искомые расстояния. Далее дается оценка анизотропии интенсивности трещиноватости породного массива. Она основана на тензорно-вероятностной модели такой анизотропии в плоском (горизонтальном) варианте [Редькин, 2007], наиболее соответствующем открытому способу разработки месторождений.

Если системность трещиноватости выражена нечетко или практически отсутствует, то после векторизации контуров отдельностей пород на фотоснимке (рис. 3) линейным способом [Барон, 1960], реализованным в программном модуле CountorAnalyzer ГИС ГЕОМИКС, оценивается распределение отдельностей различного размера в исследуемом участке породного массива.



Рис. 3. Фотоснимок участка откоса уступа после векторизации
Fig. 3. Photo of ledge area after vectorization

Сравнительный анализ данных ручного и дистанционного измерения блочности пород в откосах уступов двух участков карьера рудника «Железный» Ковдорского ГОКа показал их хорошую сходимость (коэффициент корреляции 0.97; 0.92) (рис. 4).

Наряду с откосами уступов карьера важным объектом изучения с целью получения исходной информации, необходимой для районирования карьерного поля по взрываемости слагающих его горных пород, являются эксплуатационно-разведочные и инженерно-геологические скважины колонкового бурения. Видеометрические исследования стенок таких скважин позволяют установить позицию и ориентировку блокообразующих трещин, оценить размеры элементарных блоков горных пород.

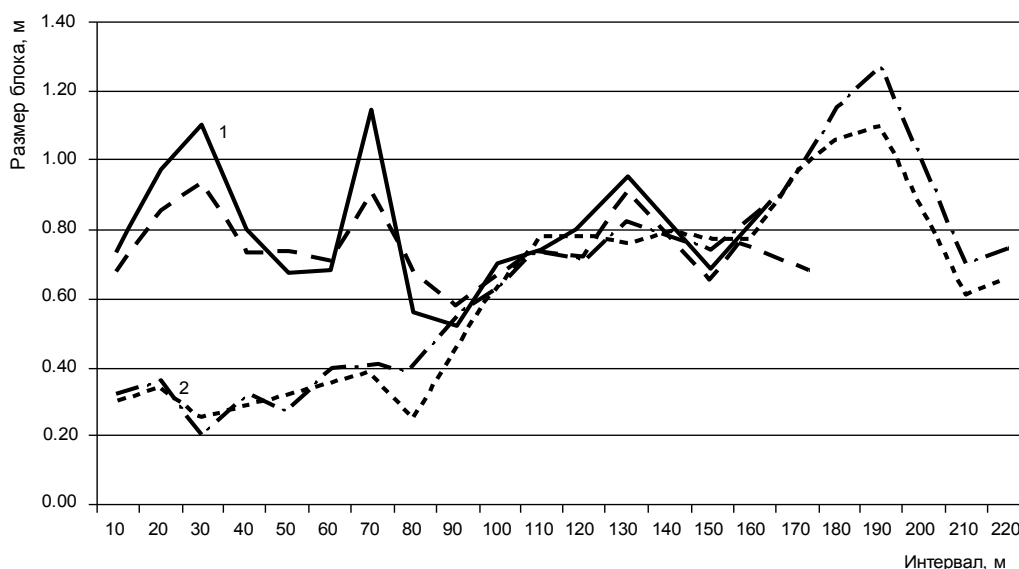


Рис. 4. Графики распределения среднего размера отдельности пород на участках карьера МВ1_12_-35 (1) и МВ3_12_-65 (2) по данным ручных измерений (сплошная линия) и дистанционных (пунктирная линия)

Fig. 4. Distribution graphs average size of jointing rocks in areas career MV1_12_-35 (1) and MV3_12_-65 (2) according to the manual measurements (solid line) and remote measurements (dashed line)

В карьере рудника «Железный» такие исследования проведены с использованием аппаратуры и методики, разработанными институтом ВИОГЕМ [Серый и др., 2009]. Уточнение блочности породного массива по стволу скважины с учетом петрографического типа пород осуществлялось по данным фотогеологической документации керна. Образцы керна различных петрографических типов пород и категорий их блочности использовались в качестве монолитов для физико-механических испытаний (оценки предела прочности при сжатии).

Вся первичная координатно привязанная информация, необходимая для районирования карьерного поля по взрываемости горных пород, концентрируется в базе данных (см. рис. 1), с использованием которой реализуются последующие этапы методики такого районирования. Прежде всего, на маркшейдерском плане карьера осуществляется его геометризация по блочности горных пород. Для этого по каждому 20-ти метровому интервалу пройденных маршрутов рассчитывается средний размер отдельности горных пород, а затем в соответствии с критериальными значениями размера отдельности для различных категорий блочности [Межведомственная комиссия по взрывному делу, 1968] в электронной базе данных каждому интервалу автоматически присваивалась категория блочности.

Оконтуривание участков пород различной блочности проводится путем увязки границ интервалов одной категории блочности между смежными задокументированными уступами с учетом данных по исследованным скважинам. По относительной доле площади карьерного поля рудника «Железный», занимаемой породами той или иной категории блочности, явно преобладают (47%) крупноблочные породы III категории, представленные главным образом ийолитами, пироксенитами и апатит-форстерит-магнетитовыми рудами. Затем идут среднеблочные породы II категории (29%), преимущественно ийолиты, фениты и пироксениты. Весьма крупноблочные породы IV категории (19%) и исключительно крупноблочные V категории (5%) представлены, как правило, пироксенитами, апатит-форстерит-магнетитовыми рудами и ийолитами.

Далее в соответствии с принятой на Ковдорском ГОКе классификацией пород по взрываемости, учитывающей их блочность и крепость, каждому 20-ти метровому интервалу маршрутов по запросу к базе данных автоматически присваивается своя категория взрываемости пород. Путем последовательного соединения на визуализированном плане карьера границ указанных интервалов, представленных одной категорией, достигается геометризация карьерного поля по взрываемости горных пород (рис. 5).

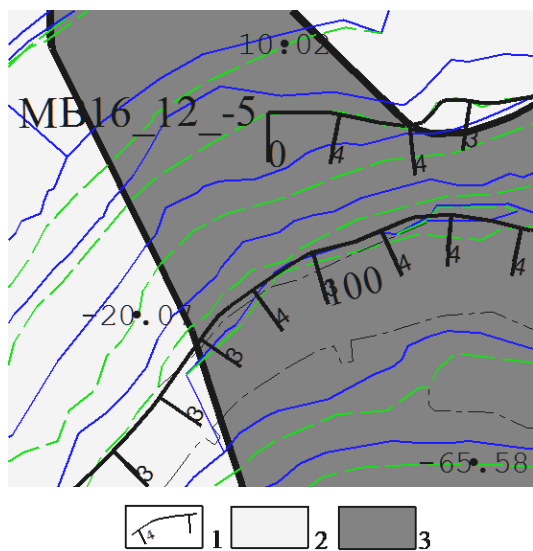


Рис. 5. Схема районирования карьера рудника «Железный» по взрываемости горных пород; 1 – интервал маршрута с указанием категории взрываемости пород; 2, 3 – породы различных категорий взрываемости

Fig. 5. Zoning scheme of quarry in explosiveness of rocks quarry mine “Zhelezny”: 1 – the interval of the route with category of explosiveness rocks; 2, 3 – explosiveness rocks of different categories

Заключительным этапом разработанной авторами методики является создание интерактивной карты взрываемости горных пород. Для этого в базу данных контуров схемы районирования карьерного поля по взрываемости вносятся значения крепости и размера отдельности пород по каждому контуру. Тогда чтобы получить схему размещения в пределах запроектированного блока участков пород различной категории взрываемости достаточно подгрузить в отдельный ее слой контур соответствующего взрывного блока. При этом на экран автоматически выводится вся необходимая для проектирования взрыва информация: петрографический тип пород, значения их блочности и крепости, удельный расход ВВ, параметры сети взрывных скважин (рис. 6).

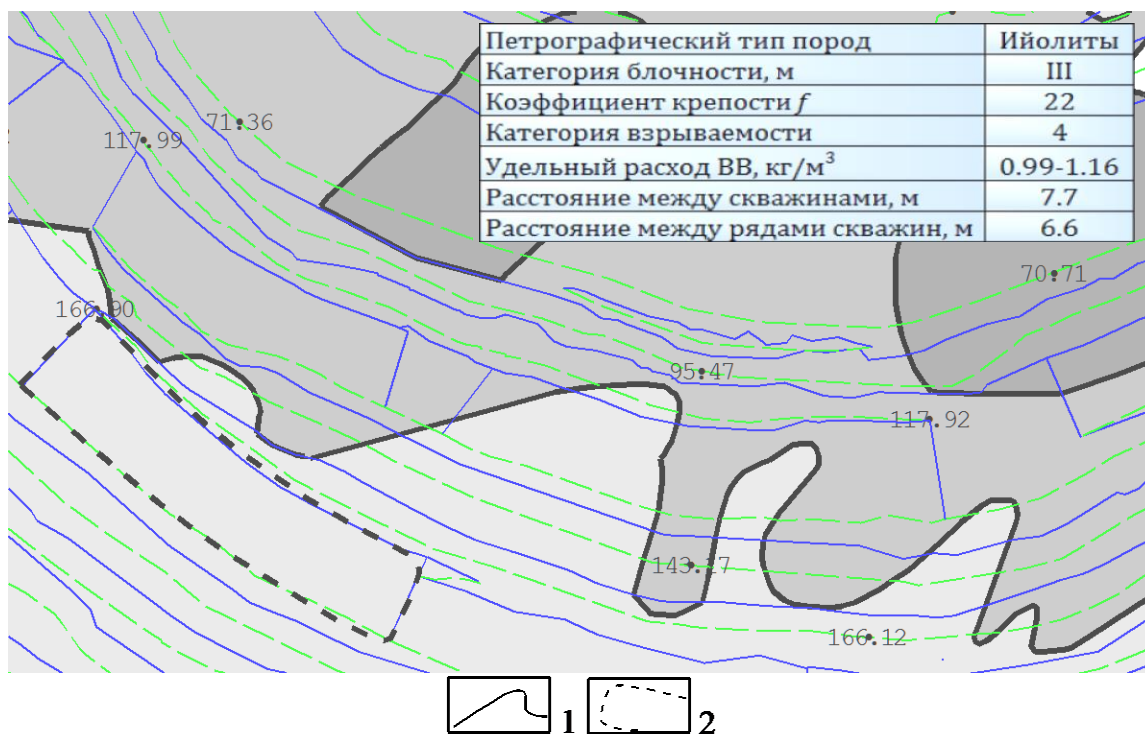


Рис. 6. Фрагмент интерактивной карты взрываемости: 1 – границы категорий взрываемости пород, 2 – контур взрывного блока

Fig. 6. A fragment of interactive map of explosiveness: 1 – borders of categories explosiveness rocks, 2 – contour of blasting block

Положительные результаты апробации разработанной авторами методики районирования карьерного поля по взрываемости горных пород на руднике «Железный»

Ковдорского ГОКа свидетельствуют о том, что в адаптированном к конкретным условиям варианте она может быть использована на любом горном предприятии, осуществляющем открытую добычу минерального сырья в массиве скальных пород. В заключение отметим, что создание интерактивной карты взрываемости горных пород карьерного поля является первым шагом к переходу на автоматический режим формирования всей документации проекта массового взрыва блока в строгом соответствии с принятой на горном предприятии технологической инструкцией по организации и ведению взрывных работ в карьере.

Список литературы

References

1. Барон Л.И. 1960. Кусковатость и методы ее измерения. М., АН СССР, 123.
Baron L.I. 1960. Kuskovatost' i metody ee izmereniya [Lumpiness and methods of measurement]. Moscow, AN SSSR, 123. (in Russian)
2. Дунаев В.А., Олейник О.В., Игнатенко И.М., Яницкий Е.Б. 2011. Дистанционное определение элементов залегания трещин при натурном изучении деформаций уступов карьеров. Известия ТулГУ. Науки о земле, 1: 107–112.
Dunaev V.A., Olejnik O.V., Ignatenko I.M., Janickij E.B. 2011. Remote definition of dip cracks during study of the deformation ledges. Izvestija TulGU. Nauki o Zemle, 1: 107–112. (in Russian)
3. Межведомственная комиссия по взрывному делу. 1968. Временная классификация горных пород по степени трещиноватости в массиве. Информационный выпуск В199. М., ИГД, 30.
Mezhvedomstvennaja komissija po vzryvnomu delu. 1968. Vremennaja klassifikacija gornyh porod po stepeni treshhinovatosti v massive. Informacionnyj vypusk V199 [Temporary classification of rocks according to the degree of fracturing in the array. Information Bulletin V199]. Moscow, IGD, 30. (in Russian)
4. Редькин Г.М. 2007. Нестационарное анизотропное математическое моделирование неоднородностей систем минерального сырья. М., Изд-во Ассоциации строительных вузов, 500.
Red'kin G.M. 2007. Nestacionarnoe anizotropnoe matematicheskoe modelirovanie neodnorodnostej sistem mineral'nogo syr'ja [Unsteady anisotropic mathematical modeling of inhomogeneous systems of mineral resources]. Moscow, Izd-vo Associacii stroitel'nyh vuzov, 500. (in Russian)
5. Серый С.С., Кожуховский А.В., Яницкий Е.Б., Дунаев А.В. 2009. Опыт применения скважинной видеометрии для изучения структуры массива скальных пород. Маркшейдерия и недропользование, (3): 52–55.
Seryj S.S., Kozhuhovskij A.V., Janickij E.B., Dunaev A.V. 2009. Experience of using borehole videometric to study the structure of the array of rock. Markshejderija i nedropol'zovanie [Mine Surveying and subsoil use], (3): 52–55. (in Russian)



УДК 528.88

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛОЩАДИ И СОСТОЯНИЯ ЧИСТЫХ ПАРОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
APPLICATION OF REMOTE SENSING DATA TO ESTIMATION OF AREA AND THE STATE OF FALLOW IN THE BELGOROD REGION

Э.А. Терехин
E.A. Terekhin

*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: terekhin@bsu.edu.ru

Ключевые слова: чистые пары, NDVI, MODIS, Landsat, Белгородская область.
Key words: fallow, NDVI, MODIS, Landsat, Belgorod region.

Аннотация. Представлены результаты применения спутниковых снимков для анализа спектрально-отражательных свойств и картографирования чистых паров на территории Белгородской области в 2013 г. С применением методов геоинформационного и статистического анализа изучена сезонная динамика значений NDVI, характерная для чистых паров в период с начала весны по окончании лета. На основе информации с 70 тестовых полей установлено, что на протяжении вегетационного сезона средние значения вегетационного индекса варьируют в пределах от 0,40 до 0,57. При этом наблюдается последовательное изменение значений NDVI вслед за динамикой количества осадков. Рассмотрены возможности применения сезонных значений индекса для оценки состояния чистых паров. На основе комбинированного использования данных MODIS и Landsat-7,8 выполнено геоинформационное картографирование чистых паров в пределах региона. Получены картограммы, характеризующие распределение площадей чистых паров в области в 2013 г., которые могут быть использованы для анализа состояния растительного покрова сельскохозяйственных угодий. Установлено, что площадь чистых паров относительно общей площади пахотных земель изменяется в районах области от 0,37% до 2,12%.

Resume. The results of the application of remote sensing data to map of clean fallow in the Belgorod region in 2013 were presented. With the use of geoinformation and statistical analysis studied the seasonal dynamics of the values of NDVI, typical of fallows in the period from the beginning of spring to the end of the summer. Based on information from 70 field test found that during the growing season averages vegetation index ranges from 0.40 to 0.57. Sequential changes in NDVI values following the dynamics of rainfall has been found. Applications seasonal index values to assess the state of fallows were considered. Based on the combined use of satellite imagery MODIS and Landsat-7, 8 GIS-mapping clean fallows in the Belgorod region has been conducted. Cartograms, characterizing the distribution of clean fallow areas in the region in 2013 were obtained. These cartograms can be used for analysis of vegetation of agricultural land. It was found that the area of clean fallow relative to the total area of arable land in the districts varies from 0.37% to 2.12%.

Введение

Мониторинг земель, находящихся в состоянии чистого пара, является актуальной задачей для территорий интенсивного аграрного использования. Чистый пар – поле севооборота, свободное от возделывания культур в течение всего вегетационного периода, или основой его части. В районах интенсивного сельскохозяйственного использования, включая Белгородскую область, в которой распаханно свыше 60% земель [Лисецкий, 2007], чистые пары часто являются звеном в структуре севооборота. Чистые пары могут выступать хорошими предшественниками для озимых, выращиваемых в области, а также для ячменя, овса и ржи.

Разработка подходов, связанных с дистанционным выявлением пахотных земель, представляет интерес, как с научной, так и с практической точки зрения. К настоящему времени для мониторинга пахотных земель все шире используются возможности оперативной спутниковой съемки [Плотников, 2010; Dubovyk, 2013; Терехин, 2015], которые наряду с большим охватом территории позволяют анализировать сезонную динамику спектрально-отражательных свойств посевов. Снимки высокого пространственного разрешения, вместе со спутниковой информацией среднего разрешения, представляют значительный интерес для задач мониторинга посевных площадей, включая детектирования чистых паров [Noonan, 1999; Wu, 2014].

Целями настоящего исследования являлись оценка сезонных значений вегетационного индекса NDVI, характерных для чистых паров, геоинформационный анализ чистых паров на территории Белгородской области с применением данных спутниковой съемки на примере сезона 2013 года, анализ площади и состояния полей, находящихся в состоянии чистого пара в районах области.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выступали посевные площади Белгородской области, находящиеся в состоянии чистого пара до начала сева озимых культур, т.е. до середины августа. Учитывая региональные особенности возделывания культур, исходили из предположения, что если конкретное поле, находилось в состоянии чистого пара до этого периода, то оно должно поддерживаться в распаханном состоянии и при поддержании режима чистого пара будет характеризоваться спектрально-отражательными характеристиками, типичными для оголенной почвы [Терехин, 2014].

Методы дешифрирования, основанные на анализе серии сезонных значений индекса [Wang, 2014], к настоящему времени все шире применяются для мониторинга посевных площадей [Alcantara, 2012, 2013]. Вегетационный индекс NDVI, представляющий отношение разности коэффициентов отражения ближнего инфракрасного и красного диапазонов к их сумме, является одним из широко используемых спектральных показателей для анализа растительного покрова [Барталев, 2006]. Одним из ключевых этапов автоматизированного дешифрирования полей, находящихся в распаханном состоянии (т.е. без растительного покрова), являлась статистическая оценка значений NDVI, характерных для таких полей на протяжении вегетационного сезона. Значения NDVI были изучены на основе данных MOD13Q1 [LPDAAC] с интервалом в 16 дней на примере вегетационного сезона 2013 года.

Для получения объективной информации о значениях вегетационного индекса, характерных для чистых паров, на основе полевых исследований и анализа разновременных снимков Landsat 7,8 сезона 2013 года на территории Белгородской области было отобрано 70 полей, находящихся в состоянии чистого пара. Анализ суммы значений NDVI и среднемесячных значений индекса, соответствующих оголенной почве, был выполнен с начала апреля по первую половину августа. Если в эти сроки поле находилось в распаханном состоянии, то его можно считать чистым паром до времени посева озимых.

Кроме анализа сезонных значений индекса по изображениям MOD13Q1, оценка спектрально-отражательных характеристик чистых паров была выполнена также на основе снимков высокого пространственного разрешения Landsat ETM+, OLI (15–30 м/пиксель). Используемая подборка снимков Landsat включала серии разновременных изображений, полученных на каждую из 4-х ячеек WRS-2, покрывающих Белгородскую область, и содержала 17 спутниковых изображений с мая по август 2013 года.

Необходимо отметить, что данные с сенсоров Landsat TM, ETM+, OLI могут быть успешно использованы для оценки спектрально-отражательных характеристик подавляющего большинства сельскохозяйственных полей [Abdel, 1996; Leisz, 2012; Prishchepov, 2012].

Картографирование чистых паровых полей требовало вычисления сезонного хода значений NDVI для каждой посевной площади Белгородской области. Для этой цели, а также для достоверной оценки площади чистых паров в районах, с использованием геоинформационной программы ArcGIS 10.1 и снимков высокого пространственного разрешения нами был подготовлен слой всех посевных площадей Белгородской области. После этого провели исследование пороговых значений индекса, характерных для чистых паров в разные даты исследования. Для дешифрирования паров был использован ранее предложенный прием [Терехин, 2014], основанный на применении пороговых значений за вегетационный сезон и выявлении посевных площадей со спектрально-отражательными характеристиками оголенных почв. Результаты исследования получены с применением программного обеспечения и оборудования Центра коллективного пользования научно-технологическим оборудованием «Федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов» НИУ «БелГУ».

Результаты и их обсуждение

На основе анализа данных, полученных с 70 тестовых полей общей площадью 4533 га на территории Белгородской области, установлены статистические характеристики NDVI, характерные для чистых паров в разные сроки вегетационного сезона до начала сеяния озимых культур (табл. 1).

Таблица 1

Сезонные значения NDVI для чистых паров

Table 1

Seasonal NDVI typical values for fallows

Дата	Среднее	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение
07.04.13	0.302	-0.45	0.47	0.126
23.04.13	0.450	0.11	0.64	0.098
09.05.13	0.535	0.20	0.73	0.105
25.05.13	0.563	0.25	0.78	0.113
10.06.13	0.543	0.22	0.80	0.110
26.06.13	0.461	0.05	0.64	0.099
12.07.13	0.454	0.10	0.82	0.143
28.07.13	0.446	0.07	0.69	0.105
13.08.13	0.412	-0.03	0.60	0.107

Среднее значение NDVI, характерное для чистых паров в период с 7 апреля по 13 августа составило 0.462 при стандартной ошибке среднего, равной 0.013. Информация, представленная в таблице 1, была использована для первого этапа дешифрирования и анализа состояния чистых паров. Этой информацией руководствовались при проведении дешифрирования полей, находящихся в состоянии чистого пара, на основе данных MOD13Q1.

Анализ сезонных значений NDVI показал, что на большинстве тестовых полей на протяжении вегетационного сезона до того времени, как поле засеивалось в конце лета, наблюдалась вегетационная активность, отразившаяся в повышении значений индекса в отдельные сроки (рис. 1).

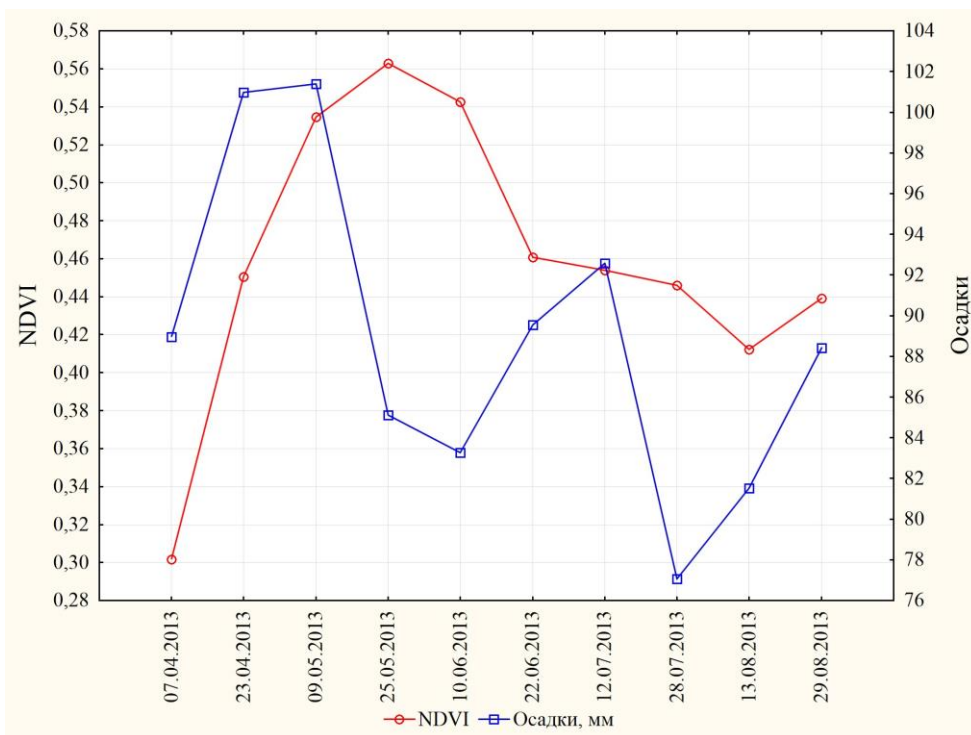


Рис. 1. Сезонная динамика NDVI для чистых паров на территории Белгородской области

Fig. 1. Seasonal dynamics of NDVI values for clean fallow in the Belgorod region

Из графика на рисунке 1 видно, что прослеживается связь между динамикой NDVI и динамикой количества осадков, усредненного на соответствующие даты с метеостанции «Белгород». При этом четко видно, что рост, либо падение значений NDVI наблюдаются с некоторыми задержками по сравнению с динамикой осадков, что логично, т.к. растительность не мгновенно реагирует на изменения в их количестве.

Наличие вегетационной активности дает основание предполагать, что на многих полях были задержки в сроках распашки, что, по всей видимости, стало причиной появления разреженного растительного покрова и повышения значений NDVI. Эта особенность

существенно осложняла применение критерия выделения чистых паров, основанного на том, что чистые пары на протяжении вегетационного сезона должны иметь значения NDVI, характерные для оголенных почв. Тем не менее, решение этой проблемы было найдено в использовании на втором этапе дешифрирования сезонных серий снимков Landsat ETM+, OLI, на которых диагностические признаки чистых паров проявляются достаточно достоверно в комбинациях среднего, ближнего инфракрасного и красного диапазонах спектра.

Установлено, что верификацию выявленных чистых паров, проводимую по снимкам высокого пространственного разрешения (Landsat-7, 8), целесообразно начинать с дешифрирования изображений, полученных за июль, т. к. в это время поля, находящиеся в состоянии чистого пара, будут наиболее достоверно выделяться среди других посевных площадей, занятых определенным типом сельскохозяйственной растительности.

Таким образом, совместное использование данных высокого и среднего пространственного разрешения позволило выполнить картографирование чистых паров в 2013 году на всей территории Белгородской области (рис. 2) и получить представление о распределении площадей чистых паровых земель.

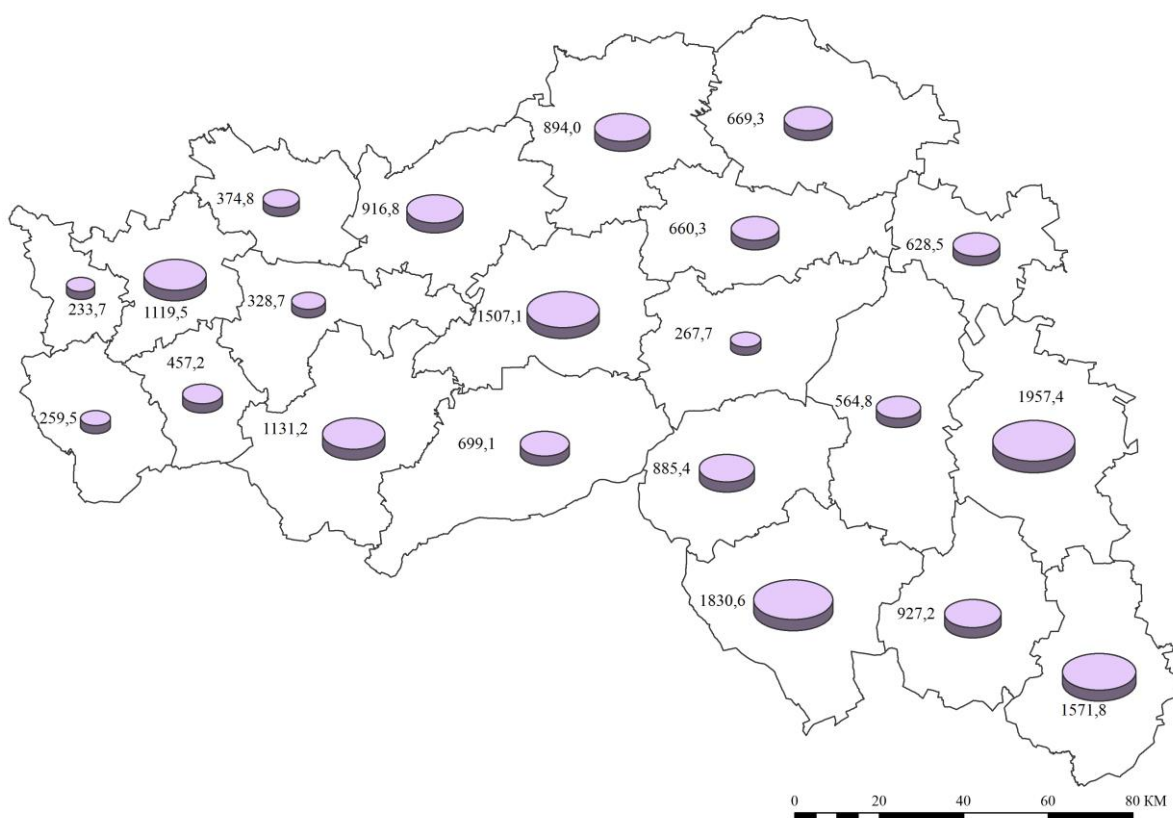


Рис. 2. Площадь чистых паров в административных районах Белгородской области в 2013 г, вычисленная на основе материалов спутниковой съемки, га

Fig. 2. Area clean fallow in 2013 in the administrative areas of the Belgorod region, calculated on the basis of remote sensing data

Из картограммы на рисунке 2 видно, что суммарные площади чистых паров в районах области варьируют от 233 га в Краснояружском районе до 1957 га в Алексеевском районе. Однако, т. к. площади административных районов существенно различаются между собой, более объективная оценка будет основана на анализе площади чистых паров относительно общей площади возделываемых земель в каждом районе. Для этой цели требовались сведения об общей площади возделываемых земель в каждом административном районе Белгородской области, которые были получены из предварительно созданного файла контуров посевных площадей Белгородской области, содержащего свыше 30 000 участков общей площадью свыше 150000 га. Результаты картографирования доли чистых паров от общей площади пахотных земель по состоянию на 2013 г. показали, что она изменяется от 0.37 в Новооскольском районе до 2.12% в Валуйском районе (рис. 3).

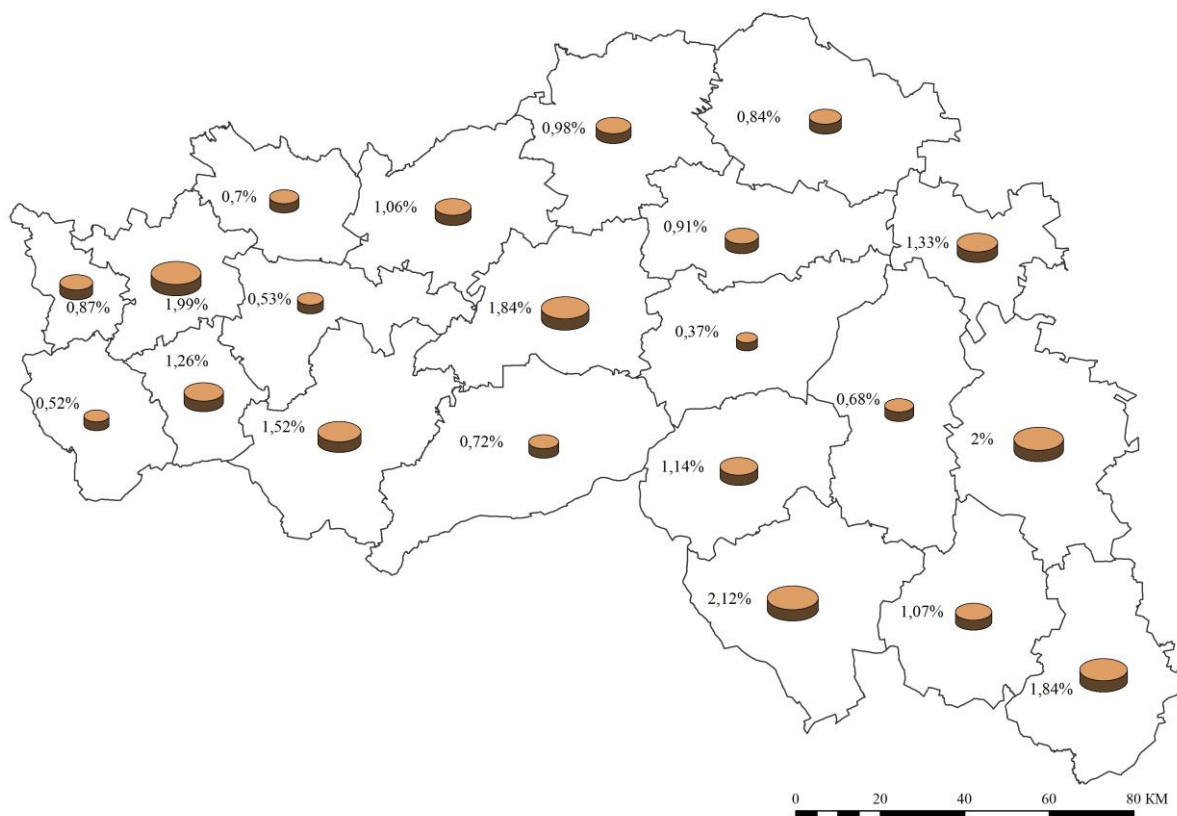


Рис. 3. Доля чистых паров от общей площади пахотных земель в 2013 г. в районах Белгородской области, вычисленная на основе материалов спутниковой съемки
Fig. 3. Share of clean fallow of the total area of arable land in 2013 in the administrative areas of the Belgorod region, calculated on the basis of remote sensing data

Необходимо отметить, что все полученные результаты относятся к посевным площадям, поддерживаемым в состоянии чистого пара до начала посева озимых. Кроме них в Белгородской области присутствуют также другие типы паров, в том числе занятые, которые не были объектом настоящего исследования и которые требуют отдельного изучения.

Заключение

На основе материалов спутниковой съемки проанализирована сезонная динамика вегетационного индекса NDVI для чистых паров на территории Белгородской области, и поддерживаемых до начала посева озимых культур. Выявлено, что на протяжении вегетационного сезона средние значения вегетационного индекса варьируют в пределах от 0.40 до 0.57. При этом зафиксировано последовательное изменение значений NDVI вслед за динамикой количества осадков. Установлено, что на большинстве чистых паров в отдельные сроки проявлялась вегетационная активность обусловленная, по всей видимости, задержками в сроках распахки. Выявленная особенность осложняет применение данных космической съемки среднего пространственного разрешения для автоматизированного детектирования полей, находящихся в состоянии чистого пара, т. к. для многих из них в течение вегетационного сезона не характерны значения NDVI, типичные для вспаханных почв. На основе комбинированного использования данных среднего (MOD13Q1) и высокого пространственного разрешения (Landsat ETM+, OLI) выполнено геоинформационное картографирование чистых паров на территории Белгородской области и ее муниципальных районов в 2013 года. Дешифрирование чистых паров было основано на анализе серии одновременных спутниковых изображений одного вегетационного периода и изучении сезонной динамики значений NDVI. Установлено, что доля чистых паров от общей площади пашни изменяется в районах от 0.37% до 2.12%, а в абсолютных значениях она варьирует от 233.7 га в Краснояружском районе до 1957.4 га в Алексеевском районе. Результаты исследования могут быть использованы при изучения растительного покрова Белгородской

области. Предложенный в статье подход, основанный, анализе сезонных значений NDVI, может быть применен для картографирования и анализа многолетней динамики чистых паров.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации, проект № МК-2170.2014.5.

Список литературы

References

1. Барталев С.А., Лупян Е.А., Нейштадт И.А. 2006. Метод выявления используемых пахотных земель по данным дистанционного зондирования со спутников. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 3 (2): 271–280.
Bartalev S.A., Lupyan E.A., Neyshtadt I.A. 2006. The recognition features to map arable lands based on multi-annual MODIS Earth observation data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space], 3 (2): 271–280 (in Russian)
2. Лисецкий Ф.Н., Польшина М.А., Нарожняя А.Г., Кузьменко Я.В. 2007. Решение почвоводоохранных и экологических задач при внедрении ландшафтных систем земледелия. *Проблемы региональной экологии*, (6): 72–79.
Lisetskiy F.N., Pol'shina M.A., Narozhnyaya A.G., Kuz'menko Ya.V. 2007. The decision of soil and water security and ecological problems at introduction of landscape systems of agriculture. *Problemy regional'noy ekologii* [Regional environmental issues], (6): 72–79. (in Russian)
3. Плотников Д.Е., Барталев С.А., Лупян Е.А. 2010. Признаки распознавания пахотных земель на основе многолетних рядов данных спутникового спектрорадиометра MODIS. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 7 (1): 330–34.
Plotnikov D.E., Bartalev S.A., Lupyan E.A. 2010. The recognition features to map arable lands based on multi-annual MODIS Earth observation data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space], 7 (1): 330–34. (in Russian)
4. Терехин Э.А. 2014. Методические основы оценки площади чистых паров на основе данных дистанционного зондирования. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 26 (3): 148–156.
Terekhin E.A. 2014. Methods of assessing the area fallow based on remote sensing data. *Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 26 (3): 148–156. (in Russian)
5. Терехин Э.А. 2015. Оценка сезонных значений вегетационного индекса (NDVI) для детектирования и анализа состояния посевов сельскохозяйственных культур. *Исследование Земли из космоса*, (1): 23–31.
Terekhin E.A. 2015. Assess the seasonal index value NDVI for detection and analysis of state agricultural crops. *Issledovanie Zemli iz kosmosa* [Earth Observation and Remote Sensing], (1): 23–31. (in Russian)
6. Abdel Rahman S. 1996. Landsat digital data processing of land use land cover classification of East Nile delta, Egypt. *ORSTOM*: 381–388.
7. Alcantara C, Kuemmerle T, Prishchepov A. V., Radeloff V. C. 2012. Mapping abandoned agriculture with multi-temporal MODIS satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 124: 334–347.
8. Alcantara C., Kuemmerle T., Baumann M. et al. 2013. Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data. *Environmental Research Letters*, 8 (3): 035035.
9. Dubovyk O., Menz G., Conrad C., Lamers J.P.A., Lee A., Khamzina A. 2013. Spatial targeting of land rehabilitation: a relational analysis of cropland productivity decline in arid Uzbekistan. *Erdkunde*, 67 (2): 167–181.
10. Leisz Stephen. 2012. Mapping fallow lands in Vietnam's north-central mountains using yearly Landsat imagery and a land-cover succession model. *International Journal of Remote Sensing*, 33 (20): 6281–6303.
11. Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC). Available at: <https://lpdaac.usgs.gov>.
12. Noonan M. 1999. Classification of Fallow and Yields using Landsat TM data in the Sugarcane Lands of the Herbert River Catchment. *Herbert Recourse Information Centre*, 30.
14. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Dubinin M., Alcantara C. 2012. The effect of Landsat ETM+/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe. *Remote Sensing of Environment*, 126: 195–209.
13. Wang Y., Zhuang D., Jiang D., Fu J., Yu X., Ju H. 2014. Identifying winter fallow fields by combining use of MODIS-EVI time series and phenological data. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 12 (1): 216–220.
14. Wu Z., Thenkabail P., Mueller R., Zakzeski A., Melton F., Johnson L., Rosevelt C., Dwyer J., Jones J., Verdin J. 2014. Seasonal cultivated and fallow cropland mapping using MODIS-based automated cropland classification algorithm. *Journal Applied Rem. Sens.*, 8 (1). Available at: <http://remotesensing.spiedigitallibrary.org/article.aspx?articleid=1827513>.



УДК 553.068.36; 553.31

**НАНО-СТРУКТУРЫ В БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ КУРСКОЙ
МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ****NANO-STRUCTURES OF RICH-IRON ORES OF THE KURSK MAGNETIC
ANOMALY****И.И. Никулин
I.I. Nikulin***ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий», Россия, 404352, Волгоградская обл., г. Котельниково, ул. Ленина, 7
EuroChem-VolgaKaliy Company Ltd. Lenin St, Kotelnikovo, Volgograd region, 404352 7, Russia**E-mail: iinikulin@gmail.com*

Ключевые слова: КМА, гематит, гидрогематит, бертьерин, руда, рентгенография, РЭМ.
Key words: КМА, hematite, hydrohematite, berthierine, ores, X-ray, SEM.

Аннотация. Проведены минералогические исследования богатых железных руд Курской магнитной аномалии. В богатых железных рудах выделены мельчайшие минеральные представители – тонкодисперсный гематит и бертьерин. Ранее называемый предыдущими исследователями-геологами гидрогематит по результатам исследований определен, как тонкодисперсный обычный гематит. Он характеризуется размерами 100–500 нм, минимально зафиксированный размер кристалла 85 нм. Бертьерин является слоистым алюмосиликатом серпентиновой группы. Этот минерал имеет «хлопьевидные» и «стружкоподобные» образования с отдельными кристаллами размером до 120 нм.

Resume. Mineralogical studies of rich-iron ores of the Kursk magnetic anomaly are conducted. Analytical methods include: scanning electron microscopy (SEM), microprobe study of thin and x-ray mineralogical analytics. In the rich-iron ores fine-grained minerals are determined – fine-grained hematite and berthierine. Earlier usually fine-grained hematite was called hydrohematite. Fine-grained hematite crystals have the size of 100–500 nm, the minimum size of crystals – 85 nm. Fine-grained hematite has three generation. Firstly, his formed in the voids leaching of quartz – bright red hematite rock. Secondary, his formed by silicates; it is formed may be in chloritic schists. Thirdly, his core is formed by cracks, and found at all depths, a small capacity (up to 1 cm) – as joints; observed bands of hematite with schistose texture – spots or thin strands. Berthierine – a layered aluminosilicate of serpentine group. In early studies, when the instrument had not high resolutions, all forms of berthierine called chamosites. Modern analytical methods make it possible to determine exactly the composition of rich-iron ores. It turns out that berthierine has a major role among the silicates in the rich-iron ores. Berthierine has two generations. Firstly, interlayers hematite (up to 10 mm) saturated with impregnated berthierine. Secondary, strong cemented iron-ores by carbonate minerals are composed of berthierine. Berthierine crystal is shaped as flakes or shavings, individual crystals of up to 120 nm. Thus, fine-grained hematite and berthierine are the smallest minerals of rich-iron ores.

Введение

Большинство месторождений богатых железных руд (БЖР) Курской магнитной аномалии (КМА) представляют собой сохранившиеся реликты кор выветривания. Богатые железные руды являются продуктами континентального выветривания железистых кварцитов и залегающих среди них прослоев железистых силикатных сланцев. БЖР нередко наследуют характерные черты текстуры и минерального состава исходных материнских пород. Внешне эти руды представляют собой массивные, однородные, реже тонкополосчатые, еще реже сланцеватые, слабомагнитные, мелко- и тонкозернистые породы темно-синей, красновато-бурой или зеленоватой окраски.

Главными рудообразующими минералами на КМА являются: мартит, железная слюдка, карбонаты (сидерит и кальцит), гётит, магнетит (редко) и гидрогематит. Помимо них, в подчинённом количестве присутствуют кварц (или маршаллит) и бертьерин, которые могут принимать в некоторых типах руд существенное участие. Иногда в небольшом количестве или в виде примеси присутствуют метаморфогенный кварц, каолинит, бёмит, гиббсит, пирит, марказит, в виде единичных зёрен галенит и халькопирит.

В данной работе проводились исследования наиболее мелких минеральных представителей БЖР – гидрогематита и бертьерина.

Материал и методы

Аналитические исследования образцов горных пород проводились в лабораториях Национального исследовательского Белгородского государственного университета и

Воронежского государственного университета. Электронная микроскопия проводилась на растровых электронных микроскопах Jeol 6380 LV и SUPRA 50 VP. Для получения изображений использовался детектор вторичных электронов. Определение состава минералов в шлифах проводилось при помощи энергодисперсионного анализатора Inka-250. Рентгеновская дифрактометрия выполнялась на рентгеновских дифрактометрах Shimadzu и Siemens D-500 с использованием Co K-альфа излучения.

Локальный рентгеноспектральный анализ элементного состава проводился с помощью системы OXFORD INS. Измерения осуществлялись в разных точках каждого из препарированных образцов, а также в шлифах.

Результаты исследований и их обсуждение

Гидрогематит является второстепенным минералом в рудных залежах [Леоненко и др., 1969; Рахманов, 1962], но встречены несколько маломощных пластов, где он доминирует над гематитом и гётитом [Никулин, 2012]. Визуально от мартита и гематита он отличается отсутствием видимых кристаллов при небольших увеличениях и землистым строением, а от гидрогётита – красным цветом. Гидрогематит слагает красные (бардовые), красно-коричневые (бурые) и буровато-красные породы (рис. 1). Породы, сложенные гидрогематитом преимущественно колломорфного строения волокнистой или землистой массы агрегатов.



Рис. 1. Разновидности БЖР с преобладанием красного тонкодисперсного гематита (гидрогематита): а) скв. 2р, гл. 492.6 м Большетроицкого месторождения; б) скв. 31р, гл. 506.4 м Большетроицкого месторождения; белесые прослойки – бертьерин

Fig. 1. Types of high-grained hematite ores: a) well 2R, depth 492.6 m; b) well 31R, depth 506.4 m; white interlayers – berthierine

Выделены несколько разновидностей гидрогематита [Никулин, 2015]:

- гидрогематит, образованный в результате выполнения пустот выщелачивания кварца с образованием ярко-красных гематитовых пород;
- гидрогематит, образовавшийся за счет силикатов, возможно, в присутствии достаточного количества свободного кислорода. Его образования могут быть приурочены к хлоритовым сланцам;
- гидрогематит секущих жил (по трещинам) развит повсеместно, но образует мелкие мощности (до 1 см) в виде швов залечивания. Часто наблюдаются выделения гидрогематита на плоскостях напластования сланцев и особенно гематитовых прослоев с реликтовой сланцеватой текстурой в виде бесформенных пятнистых или жилоподобных образований.

По данным рентгенографии 53 образцов гидрогематита, он характеризуется d (Å): 3.68, 2.70, 2.52, 2.21, 1.84, 1.69, 1.49, 1.45. Интенсивность (%): 30, 100, 70, 20, 40, 50, 30, 30, соответственно (рис. 2). Подобным набором рефлексов обладает обыкновенный гематит.

На растровых электронных снимках гидрогематит имеет габитус гематита со всеми характерными гранями (рис. 3а). Данные микросонда подтверждают химический состав гематита (рис. 3б). Таким образом, термин гидрогематит, существующий в обиходе геологов, является тонкодисперсным гематитом. Размеры тонкодисперсного гематита преимущественно имеют размеры в пределах 100–500 нм. Минимально зафиксированные размеры зёрен тонкодисперсного гематита достигают 85 нм.

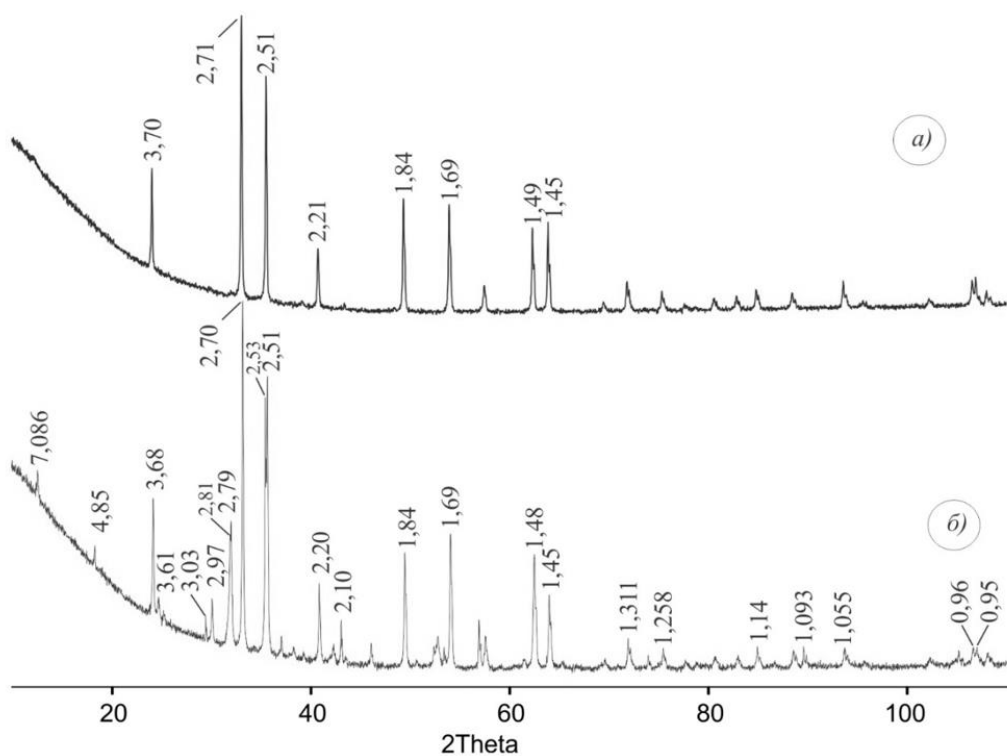


Рис. 2. Рентгенографические рефлексы тонкодисперсного гематита в богатых железных рудах Большетроицкого месторождения: а) мономинеральный гематит, скв. 19Р гл. 514.2 м; б) гематит в смеси с магнетитом, карбонатами и бертьерином, скв. 1Р гл. 481.3 м
Fig. 2. X-ray of high-grained hematites of rich-iron ores: a) hematite, well 19R, depth 514.2 m; b) hematite with magnetite, carbonates and berthierine, well 1R, depth 481.3 m

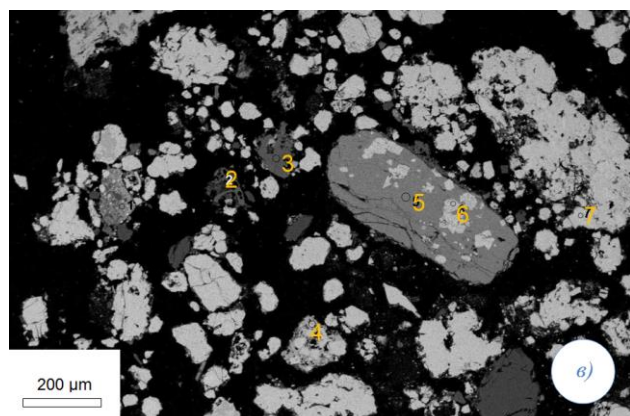
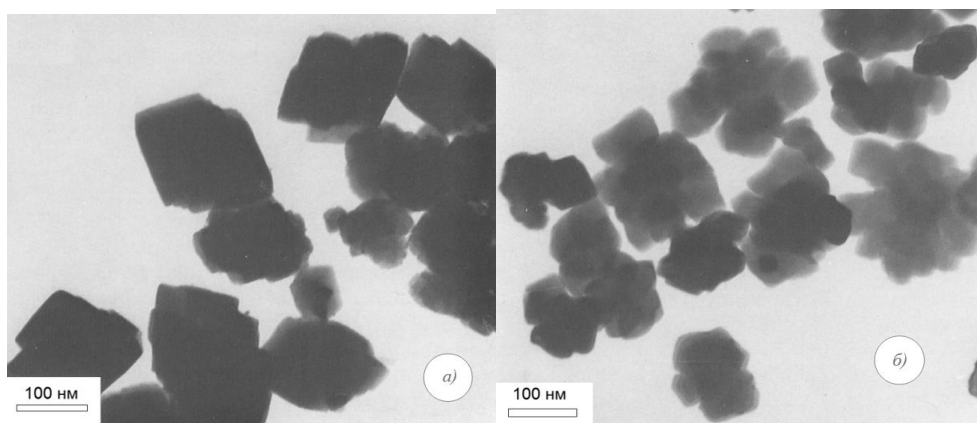


Рис. 3. Тонкодисперсный гематит в железорудной коре выветривания Большетроицкого месторождения: а) и б) РЭМ-снимок гематитовой породы, скв. 1Р гл. 635.4 м; в) точки в шлифе по данным микрозонда: 2 – кварц, 3 – кварц, 4 – гематит, 5 – кварц, 6 – гематит, 7 – гематит, скв. 25Р, гл. 714.3 м
Fig. 3. A high-grained hematite of iron-ore weathering crust: a) and b) photo hematite ore, well 1R, depth 635.4 m; c) point microprobe in thin section 2 – quartz, 3 – quartz, 4 - hematite, 5 – quartz, 6 – hematite, 7 – hematite, well 25R, depth 714.3 m

Бертьерин в исследованиях автора впервые обнаружен в зонах кор выветривания железистых кварцитов Большетроицкого месторождения, а затем и на Хохловском участке Гостищевского месторождения. Особенности развития бертьериновой минерализации в породе фиксировались непосредственно в кернах, а затем наблюдались при помощи растровой электронной микроскопии. Последующее сравнение вторичных минерализаций схожих месторождений позволило определить бертьерин – *Fe-Al* минерал серпентиновой группы алюмосиликатов, как главный силикат железорудных кор выветривания КМА [Никулин, 2013].

В породах коры выветривания бертьериновая минерализация проявлена в двух формах: 1) прослойки гематита (до 10 мм), интенсивно насыщенные бертьерином (рис. 4а) и 2) в составе цементирующего карбонатного материала в скальных, сильно сцементированных разновидностях железных руд (рис. 4б).



Рис. 4. Формы развития бертьерина в коре выветривания железистых кварцитов Большетроицкого месторождения: а) прослойки невыдержанной мощности в слабосцементированной мартитовой породе, скв. 6Р гл. 541.7 м и б) в цементирующей массе скальных железорудных пород, скв. 28Р гл. 485.1 м

Fig. 4. Forms of berthierine in the weathering crust of ferruginous quartzites: a) a layer of weakly cemented ore, well 6R, depth 541.7 m; b) in the cement of rich-iron ore, well 28R, depth 485.1 m

Бертьерин уверенно идентифицируются на рентгеновских дифрактограммах по рефлексам $d_{001} \approx 7.105-7.04 \text{ \AA}$ и $d_{002} \approx 3.547-3.53 \text{ \AA}$ (см. рис. 2б). Помимо бертьерина встречаются бертьерин-шамозитовые смешанослойные разновидности, у которых значения рефлексов на дифрактограммах несколько выше - $d_{001} \approx 7.17-7.11 \text{ \AA}$ и d_{002} с вариациями межплоскостных расстояний в пределах 3.577-3.551 \AA . Соотношение слоёв весьма устойчиво и очень редко меняется в узких пределах.

При небольших увеличениях (до $\times 80$) бертьерин подобен гелевым образованиям, заполняющим поры, порой создавая пятнистую текстуру. На растровых электронных снимках этот минерал имеет «хлопьевидные» и «стружкоподобные» образования (рис. 5), не превышающие по размерам 120 нм.

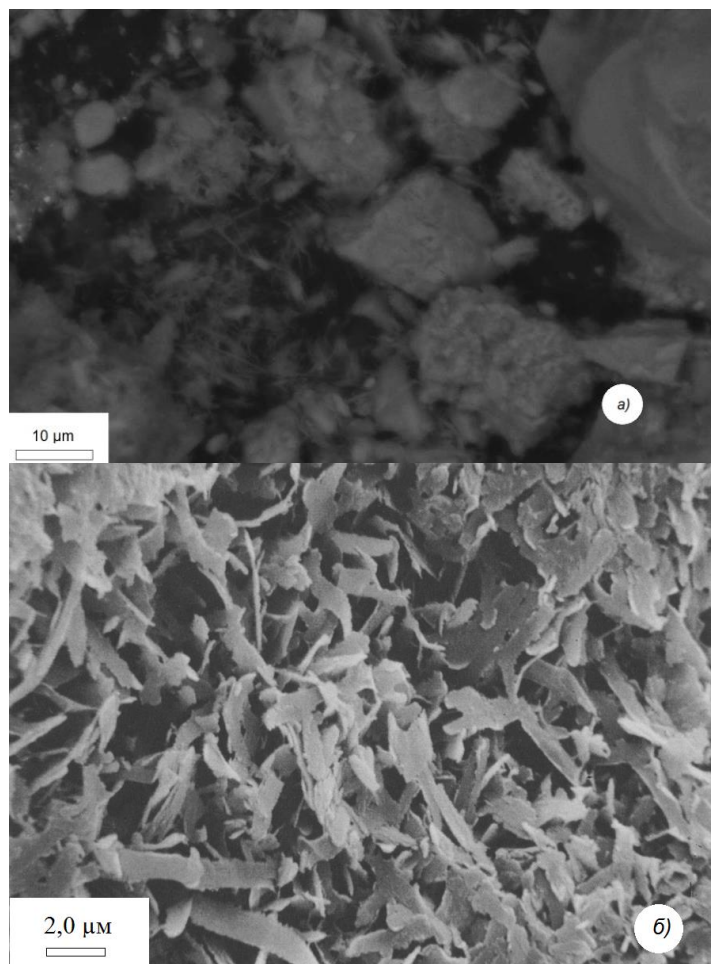


Рис. 5. Растровые электронные снимки образований бертьерина: а) хлопьевидный бертьерин в мартитовой породе, скв. 6Р гл. 541.7 м Большетроицкого месторождения; б) стружкоподобный бертьерин в железослюдковой породе, образец из обнажения в шахте, линия 33 Яковлевского месторождения

Fig. 5. Scanning electron images of berthierines: a) flakes of berthierines, well 6R, depth 541.7 m; b) shavings of berthierines, a sample from the mine, the line 33

Таким образом, минералогические исследования богатых железных руд Курской магнитной аномалии позволили определить наиболее мелкие минералы. Один из них это оксид железа – тонкодисперсный гематит – продукт выветривания железистых кварцитов. Его минимальные размеры достигают 85 нм. Другой мельчайший минерал – бертьерин, который является слоистым алюмосиликатом серпентиновой группы, образованный за счёт эпигенетических изменений богатых железных руд. Отдельные кристаллы достигают максимальных размеров до 120 нм.

Список литературы References

1. Леоненко И.Н., Русинович И.А., Чайкин С.И. 1969. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. Т. III. Железные руды. М., Недра, 394.
Leonenko Iv.N., Rusinovich Il.An. Chaykin S.II. 1969. Geologija, gidrogeologija i zheleznye rudy bassejna Kurskoj magnitnoj anomalii. T. III. Zheleznye rudy [Geology, Hydrogeology and iron ore basin of the Kursk Magnetic Anomaly. Vol. III. Iron ore]. Moscow, Nedra, 394. (in Russian)
2. Никулин И.И. 2012. Характеристика минерального состава богатых железных руд Большетроицкого месторождения КМА. Вестник ВГУ. Геология, (1): 144–154.
Nikulin Iv.Iv. 2012. Characteristics of the mineral composition of rich iron ore deposits KMA Bolshetroitskogo. Vestnik VGU. Geologija [Proceedings of Voronezh State University. Geology], (1): 144–154. (in Russian)
3. Никулин И.И. 2013. Бертьерин – главный силикат месторождений богатых железных руд КМА. Вестник ВГУ. Геология, (1): 89–97.
Nikulin Iv.Iv. 2013. Berterin – the main silicate deposits of rich iron ore KMA. Vestnik Vestnik VGU. Geologija [Proceedings of Voronezh State University. Geology], (1): 89–97. (in Russian)



4. Никулин И.И., Савко А.Д. 2015. Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. Вып. 85. Железорудные коры выветривания Белгородского района Курской магнитной аномалии. Воронеж, ВГУ, 102.

Nikulin Iv.Iv., Savko Ar.D. 2015. Trudy nauchno-issledovatel'skogo instituta geologii Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Vyp. 85. Zhelezorudnye kory vyvetrivaniya Belgorodskogo rajona Kurskoj magnitnoj anomalii [Proceedings of the Research Institute of Geology, Voronezh State University. Vol. 85. Iron ore weathering crust of the Belgorod region of the Kursk magnetic anomaly]. Voronezh, Voronezhskiy universitet, 102. (in Russian)

5. Рахманов В.П. 1962. Богатые железные руды коры выветривания Курской магнитной аномалии. М., Изд-во АН СССР, 198.

Rakhmanov V.P. 1962. Bogatye gelezhnye rudy kory vivetrivaniya Kurskoj magnitnoy anomalii [The rich iron ore weathering crust of the Kursk Magnetic Anomaly]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 198. (in Russian)

УДК 624.19.034.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ
ОБДЕЛОК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПОДВОДНЫХ ТОННЕЛЕЙ
ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ОТ ОСНОВНЫХ
ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ**

**STUDY OF UNDERWATER MUTUAL TUNNEL LININGS STRESS STATE IN
VIEW OF MAIN INFLUENCING FACTORS**

**И.Ю. Воронина
I.Yu. Voronina**

*Тульский государственный университет, Россия, 300012, г. Тула, пр. Ленина, 92
Tula State University, 92, Lenin Av., Tula, 300012, Russia*

E-mail: virena_29@mail.ru

Ключевые слова: аналитический метод, подводные тоннели, обделки, произвольная форма поперечного сечения, фильтрация, напряженное состояние.

Key words: the analytical design method, underwater tunnels, lining, arbitrary shape of cross-section, water filtration, stress state.

Аннотация. Предложен аналитический метод расчета обделок параллельных некруговых подводных тоннелей, позволяющий учитывать влияние фильтрации воды вглубь массива на напряженное состояние подземных конструкций. Метод базируется на аналитическом решении соответствующей плоской задачи теории упругости для весомой полуплоскости, ослабленной несколькими подкрепленными отверстиями. Рассмотрен пример расчета и установлены зависимости нормальных тангенциальных напряжений в обделках тоннелей от основных влияющих факторов.

Resume. A method for the design of parallel non-circular underwater tunnel linings allowing taking into account water filtration into the rock mass is proposed. The method is based on the analytical solution of elasticity theory plane problem about linearly deformable weighty semi-plane restricted by the outlines of supported openings. Example of the design is given; dependencies of circumferential stresses in tunnel linings on main influencing factors are discovered.

Введение

Реализация современных проектов, направленных на развитие транспортных сетей, предусматривает пересечение протяженных водных преград. Альтернативой мостовым переходам при решении указанной проблемы являются подводные тоннели, в том числе сооружаемые горным способом.

К надежности конструкции тоннелей, сооружаемых под дном водоемов, предъявляются жесткие требования, поскольку они испытывают совместное действие гравитационных сил и давления масс воды, заполняющей водоем. Анализ имеющихся в настоящее время методов расчета [Fotieva, Voronina, 2004; Воронина, Деев, 2006] позволяет заключить, что аналитических методов расчета обделок подводных тоннелей произвольного поперечного сечения, основанных на строгом математическом моделировании взаимодействия комплексов близкорасположенных подземных конструкций и окружающего массива пород (грунта) как элементов единой деформируемой системы в настоящее время не существует.

В связи с этим в Тульском государственном университете разработан метод расчета монолитных обделок параллельных подводных тоннелей некругового (с одной осью симметрии) поперечного сечения [Воронина, 2010], позволяющий определять напряжения, возникающие в подземных конструкциях, как в предположении водонепроницаемости пород, так и с учетом фильтрации воды через породы.

Объекты и методы исследования

В основу нового метода расчета положено аналитическое решение соответствующей плоской задачи теории упругости для полубесконечной весомой среды, моделирующей массив пород и ослабленной произвольным числом любым образом расположенных некруговых отверстий. Кольца, подкрепляющие указанные отверстия, выполнены из различных материалов и моделируют обделки тоннелей. Давление воды на дно водоема моделируется

равномерно распределенной по всей границе полуплоскости нормальной нагрузкой интенсивности $P = -\gamma_w H_w$ (где γ_w – удельный вес воды, H_w – глубина водоема). При этом, в работе [Воронина, 2010] показано, что два рассматриваемых случая – когда массив пород считается водонепроницаемым и когда имеет место фильтрация воды через породы – можно свести к одной задаче теории упругости, общая расчетная схема которой показана на рисунке 1.

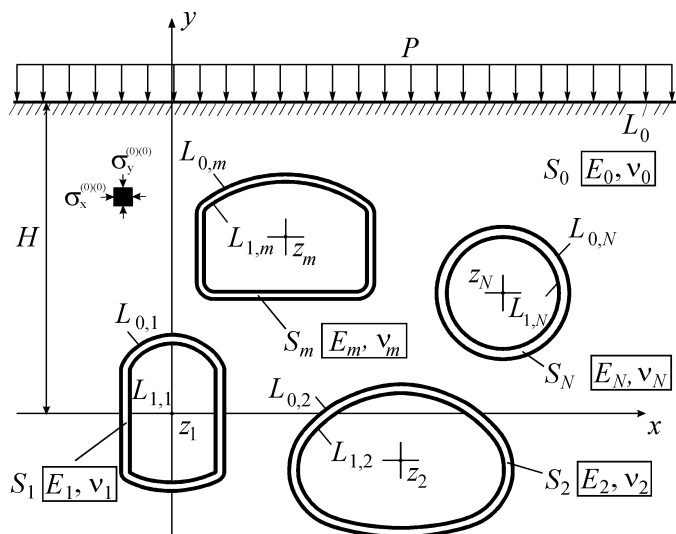


Рис. 1. Общая расчетная схема
Fig. 1. The general design scheme

Решение задачи теории упругости получено с использованием теории аналитических функций комплексного переменного [Мухелишвили, 1966], аналитического продолжения комплексных потенциалов Колосова-Мухелишвили через границу полуплоскости [Араманович, 1955], метода Д.И. Шермана [Шерман, 1951] для определения напряженного состояния многосвязных областей, аппарата конформных отображений и комплексных рядов. Ограничением рассматриваемой задачи является требование, чтобы окружности, описанные вокруг наружных контуров колец, не пересекались между собой и не касались границы полуплоскости.

На основе полученного решения задачи разработан метод расчета, алгоритм и компьютерная программа, позволяющая проводить многовариантные расчеты с целью проектирования обделок комплексов подводных тоннелей, сооружаемых горным способом.

Следует отметить, что предложенный метод расчета позволяет учитывать влияние последовательности сооружения тоннелей на напряженное состояние обделок с использованием подхода, предложенного Н.Н. Фотиевой и А.Н. Козловым [Фотиева, Козлов, 1992]. Реологические свойства пород учитываются на основе теории линейной наследственной ползучести [Воронина, 2013].

Результаты и их обсуждение

В качестве иллюстрации возможностей разработанного метода приводятся результаты расчета обделок двух параллельных подводных тоннелей. Поперечное сечение тоннелей показано на рисунке 2.

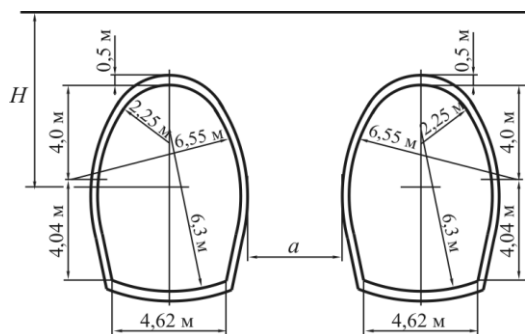


Рис. 2. Поперечное сечение подводных тоннелей
Fig. 2. Cross-section of underwater tunnels

Тоннели пройдены в обводненном массиве пород с деформационными характеристиками $E_o = 1500$ МПа, $V_o = 0.3$ на глубине $H = 10$ м под дном водоема. Ширина целика пород между тоннелями $a = 4$ м.

При расчетах принимались следующие исходные данные: удельный вес пород $\gamma = 0.02$ МН/м³, коэффициент бокового давления пород в ненарушенном массиве $\lambda = 0.43$, удельный вес пород с учетом взвешивающего действия воды $\tilde{\gamma} = 0.017$ МН/м³, глубина пересекаемого водоема $H_w = 45$ м, удельный вес воды $\gamma_w = 0.01$ МН/м³. Обделки тоннелей изготовлены из бетона с деформационными характеристиками $E_1 = E_2 = 30000$ МПа, $V_1 = V_2 = 0.2$.

Эпюры нормальных тангенциальных напряжений, возникающих на внешнем и внутреннем контурах поперечного сечения обделки левого тоннеля приведены на рисунке 3 а и б соответственно.

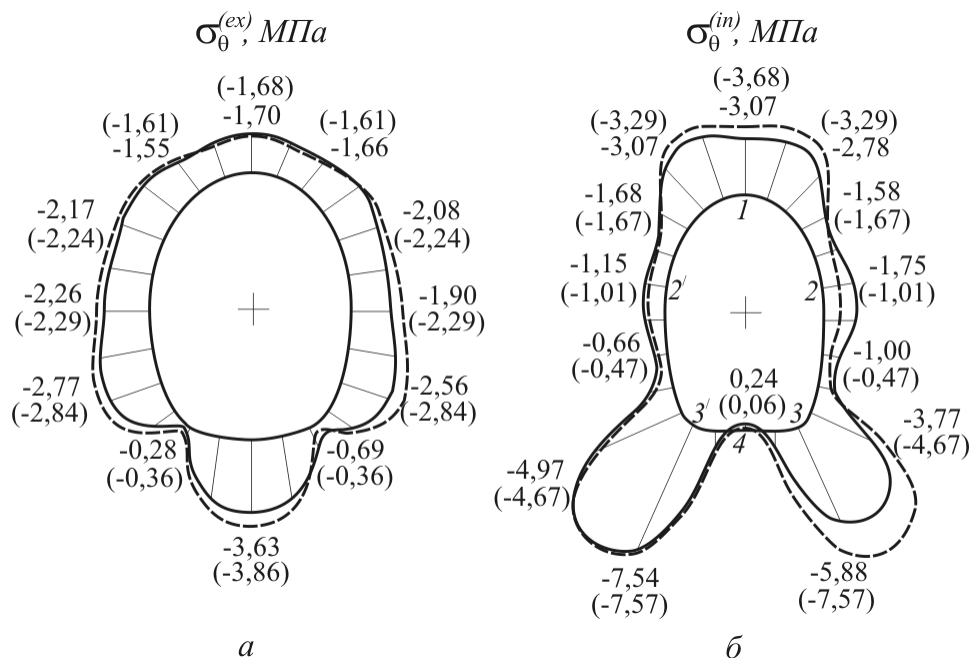


Рис. 3. Эпюры нормальных тангенциальных напряжений на внешнем (а) и внутреннем (б) контурах обделки левого тоннеля

Fig. 3. Diagrams of circumferential stresses along external (a) and internal (b) outlines of left tunnel lining

Для сравнения полученных результатов на рисунке 3 пунктирными линиями показаны эпюры тех же напряжений, полученные в обделке одиночного подводного тоннеля (величины напряжений даны в скобках).

Из рисунка 3 видно, что в рассматриваемом случае максимальные сжимающие нормальные тангенциальные напряжения возникают в левой угловой точке, а растягивающие – в центральной точке лотка внутреннего контура обделки. Наличие соседнего тоннеля приводит к перераспределению напряжений $\sigma_\theta^{(in)}$ в точках указанного контура, расположенных со стороны целика.

Для оценки напряженного состояния обделок двух подводных тоннелей (см. рис. 2) исследовались зависимости нормальных тангенциальных напряжений в точках внутренних контуров сечений подземных конструкций от основных влияющих факторов – относительной высоты налегающей толщи H'/R_o (где $R_o = R_{o,1} = R_{o,2}$ – средние радиусы контуров $L_{o,1}$ и $L_{o,2}$), относительной ширины целика между тоннелями a/R_o , относительной глубины водоема H_w/R_o , отношения модулей деформации пород и бетона $\beta = E_o/E_1$ и толщины обделок Δ .

С целью исследования влияния относительной высоты налегающей толщи H'/R_o на напряженное состояние обделок производились расчеты при значениях отношения $\beta = E_o/E_1 = 0.05$ и относительной глубины водоема $H_w/R_o = 15; 30$. На рисунке 4 представлены зависимости нормальных тангенциальных напряжений на внутренних контурах обделок тоннелей от величины H'/R_o для точек, номера которых указаны на рис. 3 б (номера кривых соответствуют номерам характерных точек).

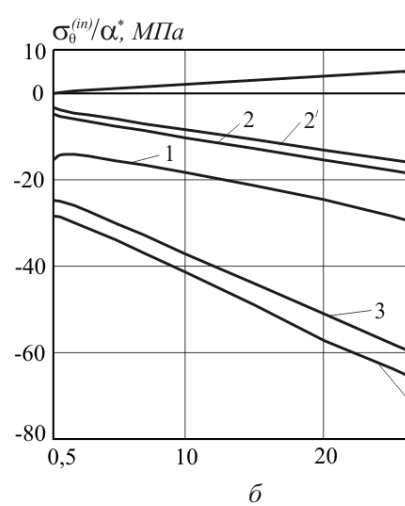
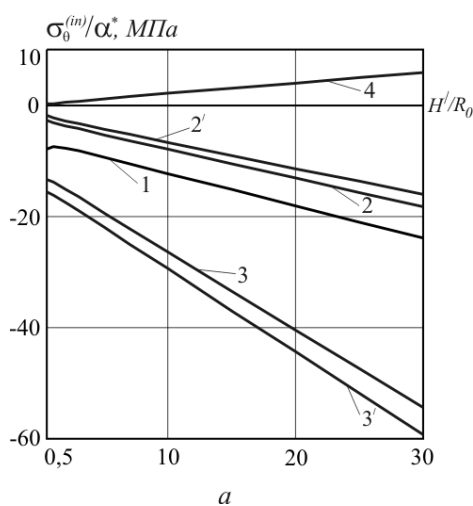


Рис. 4. Зависимости напряжений $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ от относительной высоты налегающей толщи H'/R_0 : а – при $H_w/R_0 = 15$; б – при $H_w/R_0 = 30$
 Fig. 4. Dependencies of stresses $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ on the relative thickness of overburden H'/R_0 : а – $H_w/R_0 = 15$; б –

Из рисунка 4 видно, что в рассматриваемых случаях нормальные тангенциальные напряжения при увеличении относительной высоты налегающей толщи возрастают практически по линейному закону, причем сжимающие напряжения в угловых точках лотка обделок (точки 3 и 3') увеличиваются в 1.5–1.8 раза. В центре лотка обделки (точка 4) возникают растягивающие напряжения, которые увеличиваются с ростом глубины заложения тоннелей.

Для изучения влияния относительной ширины целика a/R_0 между рассматриваемыми тоннелями на нормальные тангенциальные напряжения, были выполнены многовариантные расчеты при отношении модулей деформации пород и материала обделок $\beta = 0.05$ и относительной глубине водоема $H_w/R_0 = 15$. При этом принимались следующие значения относительной высоты налегающей толщи: $H'/R_0 = 1$ и $H'/R_0 = 15$.

На рисунке 5 даны зависимости напряжений $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$, возникающих на внутренних контурах обделок тоннелей, от относительной ширины целика a/R_0 для характерных точек внутренних контуров подземных конструкций (пунктирными линиями показаны аналогичные напряжения $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ в обделке одиночного тоннеля).

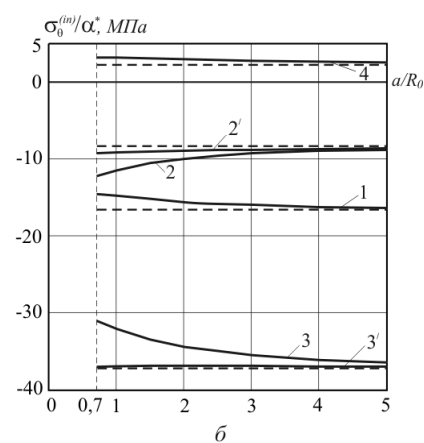
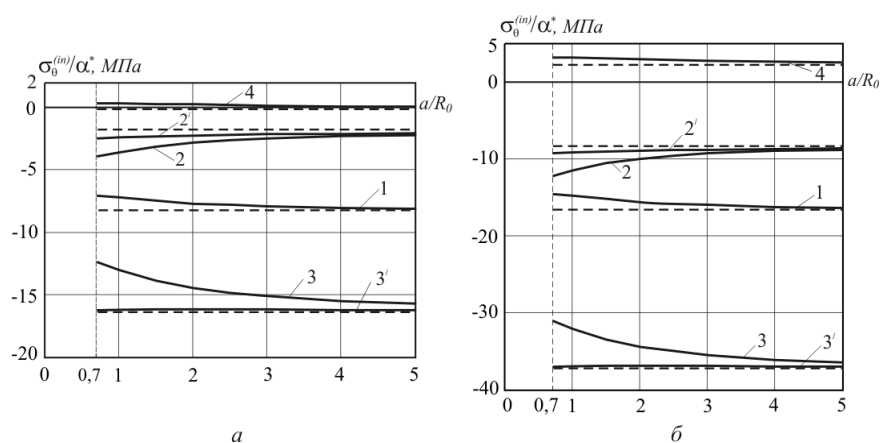


Рис. 5. Зависимости напряжений $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ от относительной ширины целика a/R_0 : а – при $H'/R_0 = 1$; б – при $H'/R_0 = 15$

Fig. 5. Dependencies of stresses $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ on the relative length of pillar a/R_0 : а – $H'/R_0 = 1$; б – при $H'/R_0 = 15$

Из приведенных зависимостей видно, что взаимное влияние тоннелей на напряженное состояние их обделок уменьшается с увеличением относительной ширины целика между ними, при этом значения сжимающих напряжений в своде (точка 1) и угловой точке контура (точка 3) возрастают в 1.2–1.4 раза. Следует отметить, что в этом случае сжимающие напряжения, возникающие в пяте свода (точка 2), снижаются в 1.5–2 раза.

Увеличение относительной высоты налегающей толщи H'/R_o приводит к росту растягивающих напряжений в середине лотка (точке 4) рассматриваемых обделок.

Сравнительную оценку влияния относительной глубины пересекаемого водоема H_w/R_o на напряжения $\sigma_\theta^{(in)}/\alpha^*$ при отношении $\beta = 0.05$ и значениях относительной высоты налегающей толщи $H'/R_o = 1; 15$ можно произвести на основе рисунка 6, где представлены зависимости нормальных тангенциальных напряжений от величины H_w/R_o в точках контуров, номера которых даны на рисунке 3 б.

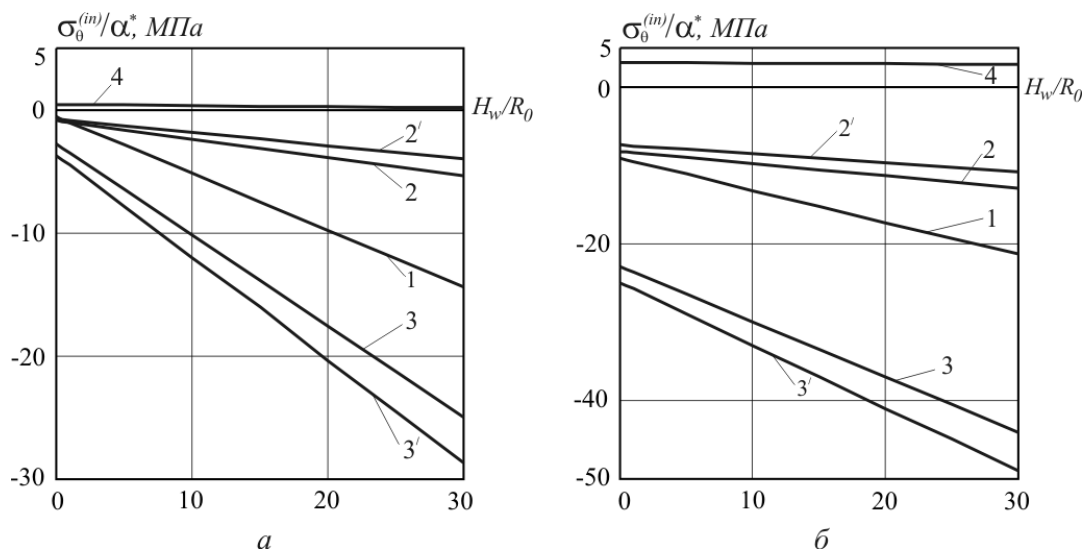


Рис. 6. Зависимости напряжений $\sigma_\theta^{(in)}/\alpha^*$ от относительной глубины пересекаемого водоема H_w/R_o : а – при $H'/R_o = 1$; б – при $H'/R_o = 15$

Fig. 6. Dependencies of stresses $\sigma_\theta^{(in)}/\alpha^*$ on the relative depth of water body H_w/R_o : а – $H'/R_o = 1$; б – $H'/R_o = 15$

Из рисунка 6 следует, что сжимающие напряжения в обделках тоннелей с увеличением относительной глубины водоема увеличиваются по линейному закону, а растягивающие напряжения, возникающие в точке 4 лотка снижаются до нуля в случае мелкого заложения тоннелей ($H'/R_o = 1$) и постоянны при значении $H'/R_o = 15$.

Для изучения влияния отношения модулей деформации массива пород и бетона $\beta = E_o/E_t$ на напряженное состояние обделок при значениях относительной глубины налегающей толщи $H'/R_o = 1, 15$ и относительной глубине водоема $H_w/R_o = 15$.

Ниже, на рисунке 7, приведены зависимости напряжений $\sigma_\theta^{(in)}/\alpha^*$ от отношения β при значениях относительной высоты налегающей толщи $H_w/R_o = 1$ и $H'/R_o = 15$ (номера кривых соответствуют номерам точек на внутренних контурах сечений обделок).

Из представленных на рисунке 7 зависимостей видно, что сжимающие напряжения $\sigma_\theta^{(in)}/\alpha^*$ в своде и угловых точках лотка снижаются с увеличением отношения β , при этом растягивающие напряжения, возникающие в пятах свода и центре лотка, меняют знак и становятся сжимающими.

С целью исследования влияния толщины обделок Δ на нормальные тангенциальные напряжения производились расчеты конструкций при отношении $\beta = 0,05$, относительной глубине пересекаемого водоема $H_w/R_o = 15$ и разных значениях глубины заложения тоннелей $H = 9$ м, 70 м (рис. 8).

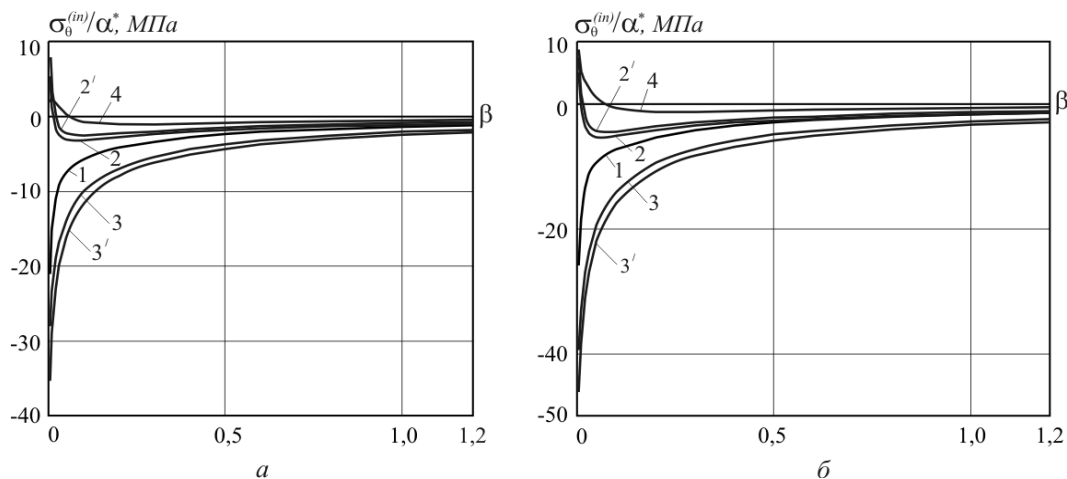


Рис. 7. Зависимости напряжений $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ от отношения модулей деформации $\beta = E_0/E_1$: а – при $H'/R_0 = 1$; б – при $H'/R_0 = 15$

Fig. 7. Dependencies of stresses $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ on the ratio of deformation modules $\beta = E_0/E_1$: а – $H'/R_0 = 1$; б – $H'/R_0 = 15$

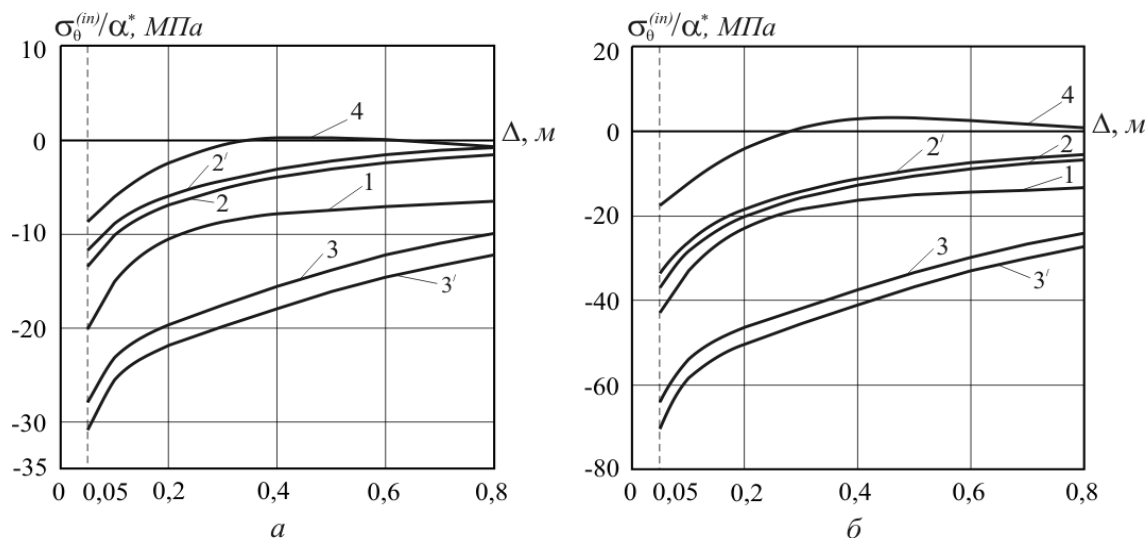


Рис. 8. Зависимости напряжений $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ от толщины обделок Δ : а – при $H = 9$ м; б – при $H = 70$ м

Fig. 8. Dependencies of stresses $\sigma_0^{(in)}/\alpha^*$ on the linings thickness Δ : а – $H = 9$ м; б – $H = 70$ м

Как видно из рисунка 8, увеличение толщины обделок Δ приводит к снижению нормальных тангенциальных напряжений, причем в точке 4 внутренних контуров сжимающие напряжения меняют знак при значении $\Delta = 0.3$ м и становятся растягивающими, возрастают, а затем, при $\Delta = 0.5$ и выше – снижаются. В случае мелкого заложения тоннелей (см. рис. 8 а) растягивающие напряжения вновь приобретают знак «минус» в диапазоне значений Δ от 0.6 м до 0.8 м.

Выводы

В результате выполненных исследований установлено, что близко расположенные подземные сооружения существенно влияют на напряженное состояние обделок подводных тоннелей, пройденных в слабых обводненных породах ($\beta = 0,05$). Так, в ряде рассмотренных случаев, сжимающие нормальные тангенциальные напряжения, возникающие в пяте свода конструкций со стороны целика между тоннелями, превышают в 1,5 - 2 раза аналогичные напряжения, полученные в обделках без учета влияния соседнего тоннеля.

Следует также отметить наличие в лотках обделок тоннелей растягивающих напряжений, величину которых необходимо принимать во внимание при оценке несущей способности проектируемых конструкций.

Список литературы References

1. Араманович И.Г. 1955. Распределение напряжений в упругой полуплоскости, ослабленной подкрепленным круговым отверстием. В кн.: Доклады АН СССР. Вып. 104. №3: 372–375.
Aramanovich I.G. 1955. The stress distribution in an elastic half-plane, supported by a weaker circular hole. In: Doklady AN SSSR. Vyp. 104. №3 [Reports of the USSR Academy of Sciences. Vol. 104. №3]: 372–375. (in Russian)
2. Воронина И.Ю. 2010. Расчет обделок параллельных подводных тоннелей произвольного поперечного сечения. В кн.: Теория и практика геомеханики для повышения эффективности горного производства и строительства. Труды IV Международной конференции по геомеханике (г. Варна, 3–6 июня 2010). Варна: 323–330.
Voronina I.Ju. 2010. Calculation lining parallel underwater tunnels with arbitrary cross-section. In: Teorija i praktika geomehaniki dlja povyshenija jeffektivnosti gornogo proizvodstva i stroitel'stva. Trudy IV Mezhdunarodnoj konferencii po geomehanike (g. Varna, 3–6 juna 2010) [Proceeding of the IV International geomechanics conference (Varna, 3-6 June 2010)]. Varna: 323–330. (in Russian)
3. Воронина И.Ю. 2013. Расчет обделок параллельных подводных тоннелей произвольного поперечного сечения с учетом влияния ползучести пород. В кн.: Форум гірників – 2013. Матеріали міжнародної конференції (м. Дніпропетровськ, 2–5 жовтня 2013 р.). Т. 2. Дніпропетровськ, Національний горничий університет: 153–157.
Voronina I.Ju. 2013. Calculation lining parallel underwater tunnels with arbitrary cross-sectional view of the influence of rock creep. In: Forum gironikiv – 2013. Materiali mizhdunarodnoj konferencii (m. Dnipropetrovsk, 2–5 zhovtnja 2013 r.). T. 2. [Miners Forum – 2013 Conference Papers (Dnepropetrovsk, October 2-5, 2013). Vol. 2] Dnipropetrovsk, Nacional'nyj gornichij universitet: 153–157. (in Russian)
4. Воронина И.Ю., Деев П.В. 2006. Расчет обделок подводных тоннелей произвольного поперечного сечения. Известия ТулГУ. Геомеханика. Механика подземных сооружений, 4: 62–68.
Voronina I.Ju., Deev P.V. 2006. Calculation lining undersea tunnels with arbitrary cross-section. Izvestija TulGU. Geomehanika. Mehanika podzemnyh sooruzhenij, 4: 62–68. (in Russian)
5. Мусхелишвили Н.И. 1966. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., Наука, 707.
Mushelishvili N.I. 1966. Nekotorye osnovnye zadachi matematicheskoj teorii uprugosti [Some basic problems of the mathematical theory of elasticity]. Moscow, Nauka, 707. (in Russian)
6. Фотиева Н.Н., Козлов А.Н. 1992. Расчет крепи параллельных выработок в сейсмических районах. М., Недра, 231.
Fotieva N.N., Kozlov A.N. 1992. Raschet krepj parallel'nyh vyrabotok v sejsmicheskix rajonah [Design of the parallel developments lining in seismic regions]. Moscow, Nedra, 231. (in Russian)
8. Шерман Д.И. 1951. О напряжениях в плоской весомой среде с двумя одинаковыми симметрично расположенными круговыми отверстиями. ПММ, XV (6): 751–761.
Sherman D.I. 1951. About stresses in a plane weighty medium with two identical symmetrically arranged circular openings. PMM, XV (6): 751–761. (in Russian)
9. Фотиева Н.Н., Воронина И.Ю. 2004. Study of parallel undersea or under-river tunnel linings stress state. In: Proceedings of the VIIth Regional Rock Mechanics Symposium 2004. Sivas, Turkiye: 389–393.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Афанасенкова Ольга Викторовна – научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Бармин Александр Николаевич – доктор географических наук, профессор; Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия
- Бондаренко-Борисова Ирина Викторовна – кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник; Донецкий ботанический сад НАН Украины, г. Константиновка, Донецкая обл., Украина
- Борисова Валентина Леонидовна – лаборант; Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева, п/о Комунист-1, Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина
- Бухало Сергей Петрович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г. Тобольск, Россия
- Важенина Наталья Викторовна – научный сотрудник; Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г. Тобольск, Россия
- Валов Михаил Викторович – аспирант; Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия
- Везенцев Александр Иванович – доктор технических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Ветрова Елена Васильевна – кандидат биологических наук, доцент; Донецкий национальный университет, г. Донецк, Украина
- Винокуров Николай Николаевич – доктор биологических наук, заведующий лабораторией; Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, Россия
- Воронина Ирина Юрьевна – кандидат технических наук, доцент; Тульский государственный университет, г. Тула, Россия
- Воронцова Ольга Александровна – кандидат химических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Галич Дмитрий Евгеньевич – кандидат биологических наук, ученый секретарь; Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г. Тобольск, Россия
- Гармаш Анна Васильевна – заведующая музеем; Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева, п/о Комунист-1, Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина
- Голуб Виктор Борисович – доктор биологических наук, профессор; Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия
- Горбачева Анжелика Александровна – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Гулия Виолета Омаровна – младший научный сотрудник; Институт ботаники Академии наук Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия
- Дунаев Александр Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Дунаев Владимир Александрович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий отделом; ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород, Россия
- Дунаева Елена Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Зиновьева Аурика Николаевна – кандидат биологических наук, Научный сотрудник; Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия
- Игнатенко Игнат Михайлович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник; ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород, Россия
- Калугина Светлана Викторовна – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Киреева Ирина Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент; Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина
- Китов Михаил Владимирович – заместитель начальника отдела; Департамент природопользования и охраны окружающей среды Белгородской области, г. Белгород, Россия
- Коваленко Григорий Дмитриевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией; Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г. Харьков, Украина
- Коробов Виктор Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Кухарук Наталья Степановна – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Лазарев Александр Михайлович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Всероссийский НИИ защиты растений, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия



- Лящев Александр Анатольевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей биологии Агротехнологического института; Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия,
- Мысник Евгения Николаевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник; Всероссийский НИИ защиты растений, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия
- Надточий Ирина Николаевна – научный сотрудник; Всероссийский НИИ защиты растений, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия
- Недзвецкий Виктор Станиславович – доктор биологических наук, профессор; Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара, г. Днепродзержинск, Украина
- Никулин Иван Иванович – кандидат геолого-минералогических наук, главный специалист; ООО «ЕвроХим-Волга-Калий», г. Котельниково, Волгоградская обл., Россия
- Овсянников Александр Николаевич – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Орловская Татьяна Владиславна – доктор фармацевтических наук, доцент, Институт ботаники Академии наук Абхазии, г. Пятигорск, Россия
- Петренко Олег Анатольевич – кандидат географических наук, директор; Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, г. Керчь, Республика Крым, Россия
- Полчанинова Нина Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент, старший преподаватель; Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков, Украина
- Присный Александр Владимирович – доктор биологических наук, доцент, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Присный Юрий Александрович – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Проноза Леся Михайловна – магистрант; Донецкий национальный университет, г. Донецк, Украина
- Рустамов Ханбала Нариман оглы – кандидат биологических наук, доцент, заведующий отделом; Институт генетических ресурсов Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан
- Салтыков Андрей Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой; Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева, п/о Коммунист-1, Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина
- Сахнова Любовь Юрьевна – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Сергеева Елена Викторовна – научный сотрудник; Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г. Тобольск, Россия
- Ситников Павел Сергеевич – руководитель клуба «Эко-тур72»; Тюменский центр ЗОЖ, г. Тюмень, Россия
- Ситникова Галина Владимировна – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Смирнова Лидия Григорьевна – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией; Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, г.Белгород, Россия
- Сухаренко Елена Валериевна – кандидат технических наук, доцент; Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Республика Крым, Россия
- 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
- Ткаченко Алексей Владимирович – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Хабарова Анна Владимировна – мл. научный сотрудник; Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г. Харьков, Украина
- Хади Мерза Хамза Хади – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Цапков Андрей Николаевич – заместитель начальника отдела; Департамент имущественных и земельных отношений Белгородской области, г. Белгород, Россия,
- Чендев Юрий Георгиевич – доктор географических наук, доцент, заведующий кафедрой; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Червонный Василий Васильевич – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Черкис Татьяна Михайловна – научный сотрудник; Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, г. Харьков, Украина
- Шуваев Николай Сергеевич – кандидат географических наук, доцент; Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия