№7 (160) 2013
Выпуск 24

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

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ
Белгородского государственного университета
Естественные науки

Belgorod State University Scientific Bulletin
Natural sciences

Учредитель:
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)

Издатель:
НИУ «БелГУ».

Издательский дом «Белгород».

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охраны культурного наследия

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-21121 от 19 мая 2005 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор
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

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

О.В. Шевченко
зам. начальника УНИД 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»)

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Альгофлора рек восточной части Украинского Полесья. ***Жежера М.Д. 5***

Анализ флор районных центров Кушнаренково и Чекмагушево Республики Башкортостан. ***Усманова Л.С., Голованов Я.М. 12***

Тенденции изменений значений морфологических признаков растений в ценопопуляциях *Conyza canadensis* (L.) Cronq. при усилении антропогенного воздействия на юго-западе Среднерусской возвышенности. ***Тохтарь В.К., Мазур Н.В. 19***

Фенологические группы интродуцированных видов рябин (*Sorbus* L.) в г. Уфе. ***Абдуллина Р.Г. 24***

Декоративные показатели и агротехника видов рода *Allium* L. при интродукции. ***Тухватуллина Л.А. 28***

Посттравматические регенерационные процессы у многолетних древесных растений. ***Баранова Т.В., Кучер Н.М., Адаменко В.Д., Опалко А.И., Опалко О.А. 36***

Использование компостов на основе древесной коры в качестве удобрения при выращивании саженцев черной смородины. ***Демидова Н.А., Мочалов Б.А., Бунтина М.Л. 43***

Определние экологической устойчивости сортов озимой пшеницы в разных геоморфологических условиях методом устьичного анализа. ***Смирнова Л.Г., Михайленко И.И. 50***

Генетическая структура популяций клопа *Eurygaster integriceps* в условиях агроценозов юга Среднерусской возвышенности. ***Снегин Э.А., Курносова К.Д. 56***

Структура населения беспозвоночных ксерофильных сообществ южной тайги Западной Сибири. ***Бухкало С.П. 62***

К изучению жесткокрылых (Coleoptera, Insecta), собранных на внешних стенах дома. ***Цуриков М.Н. 67***

Оценка состояния особо охраняемых природных территорий Белгородской области на основе частот встречаемости аномалий у жужелиц (Carabidae). ***Присный Ю.А. 72***

Динамика распространения и численности белгородской популяции серого гуся (*Anser anser* L.) и лебедя-шипуна (*Cygnus olor* Gmel.). ***Червонный В.В. 77***

Поглотительная способность ядерных гемоцитов *Cyprinus carpio* L. и *Rana ridibunda* Pall. в разные сезоны года. ***Буковцова И.С., Чернявских С.Д., До Хыу Кует, Во Ван Тхань 86***

Исследование влияния фитосорбента на биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров в рамках доклинических испытаний. ***Шапошников А.А., Клочкова Г.Н., Закирова Л.Р., Бронникова А.М., Андреенков В.С., Питюнова И.И. 92***

Роль Красных книг в вопросах охраны природы. ***Гусев А.В. 96***

Оценка экологического состояния растительности в районе промышленного комплекса Тобольского нефтехимического комбината. ***Попова Е.И. 102***

Члены редколлегии:

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

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

А.И. Везенцев, 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 географических наук, профессор (НИУ «БелГУ» государственный университет)

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

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

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

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

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»)

Подготовка к печати *М.В. Андросовой*
Оригинал-макет *А.В. Присный, Н.А. Гапоненко*

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru
Подписано в печать 26.09.2013
Формат 60×84/8
Гарнитура Georgia, Impact
Усл. п. л. 23,25
Тираж 1000 экз.
Заказ 368

Подписной индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 81466

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

Влияние предшественников озимой пшеницы на плотность сложения и агрегатный состав почвы. ***Уваров Г.И., Карабутов А.П., Найденов А.А. 108***

ХИМИЯ

Получение, активация и модификация углеродного материала из скорлупы грецкого ореха. ***Габрук Н.Г., Олейникова И.И., Шутеева Т.А., Смальченко Д.Е. 114***

Глино-полимерные смеси как источники железа в гетерогенных фентоноподобных окислительных процессах. ***Фурда Л.В., Ерохин К.С., Лебедева О.Е. 117***

Возможность применения щелочных и щелочно-земельных форм монтмориллонит-иллитовых глин в сорбционной очистке водных сред от ионов тяжелых металлов. ***Королькова С.В., Везенцев А.И. 121***

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Агрогенная трансформация химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины. ***Кирильчук А.А. 126***

Избыточные горизонтальные напряжения сжатия в верхней коре континентов: климатическая причина возникновения. ***Сергин С.Я., Сергеев С.В. 135***

Рудоконтролирующие факторы, особенности размещения и степень изменчивости оруденения Ковдорского апатит-франколитового месторождения. ***Дунаев В.А., Яницкий Е.Б. 140***

Геологические аспекты при освоении глубокозалегающих обводнённых месторождений богатых железных руд. ***Никулин И.И. 148***

Оценка современной изменчивости повторяемости и количества осадков статистическими методами. ***Данова Т.Е., Касаджик Т.Л. 155***

Оценка биоклиматического потенциала на западе Белгородской области. ***Бочарова А.А., Крымская О.В. 163***

Влияние дноуглубительных работ на водный режим малых рек (на примере реки Болховец). ***Лебедева М.Г., Петина М.А., Гончаревич Е.В., Колмыкова О.Н., Новикова Ю.И., Вагурин И.Ю. 168***

Оценка экологической ситуации г. Белгорода и Белгородского района в части состояния подземных вод. ***Леонтьева Е.В., Корнилов А.Г. 173***

Территориальное планирование экологической сети Харьковской области на ландшафтной основе. ***Максименко Н.В., Квартенко Р.А. 178***

Система экологических индикаторных показателей для оценки состояния окружающей природной среды в Украине. ***Варламов Е.Н., Палагута О.А. 188***

Сведения об авторах ***193***

Информация для авторов ***196***

© Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2013

№7 (160) 2013
Issue 24

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Belgorod State University Scientific Bulletin

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

Founded in 1995

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

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

Publisher:
Belgorod National Research University.

Belgorod National Research University Press.
The journal is registered in Federal service of control over law compliance in the sphere of mass media and protection of cultural heritage

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

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-Chief

O.N. Polukhin,
Rector of Belgorod National Research University, Doctor of Political Sciences, Professor

Deputy Editor-in-Chief

I.S. Konstantinov,
Vice-Rector on Scientific and Innovative Work of Belgorod National Research University, Doctor of Technical Sciences, Professor

Assistant Editors

V.M. Moskovkin,
Professor of World Economy Department of Belgorod National Research University, Doctor of Geographical Sciences

O.V. Shevchenko,
Deputy Head of Department of Scientific and Innovative Activity of Belgorod National Research University, Candidate of Historical Sciences

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Chief editor:

A.V. Prisnyi, Doctor of Biological Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Deputies of chief editor:

O.E. Lebedeva, Doctor of Chemical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)
A.G. Kornilov, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Responsible secretary:

Yu.A. Prisny, Candidate of Biological Sciences (Belgorod National Research University)

CONTENTS

BIOLOGY

Algal Flora of Eastern Part of Ukrainian Polissia Rivers. ***Zhezhera M.D. 5***

The Flora Analysis of District Centers Kushnarenkovo and Chekmagushevo of Bashkortostan Republic. ***Usmanova L.S., Golovanov Ya.M. 12***

Trends of Morphological Characters Changes of *Conyza canadensis* (l.) Cronq. Populations at Strengthening of Anthropogenous Impact in the South-West of Middle-Russian Upland. ***Tokhtar V.K., Mazur N.V. 19***

Phenologic Groups of Sorbus ' Species (Sorbus L.) Introduced in Ufa. ***Abdullina R.G. 24***

Decorative Features and Agrotechnics of Species of *Allium* L. Genus at the Introduction. ***Tukhvatullina L.A. 28***

Posttraumatic Regeneration Processes at Woody Perennial Plants. ***Baranova T.V., Kucher N.M., Adamenko V.D., Opalko A.I., Opalko O.A. 36***

The Use of Composts Based on Wood Bark as a Fertilizer for Black Currant Seedlings Cultivation. ***Demidova N.A., Mochalov B.A., Buntina M.L. 43***

Definition of Ecological Tolerance Sorts of Winter Wheat by Method of Stomatal Analysis in Different Geomorphological Conditions. ***Smirnova L.G., Mikhailenko I.I. 50***

Genetic Structure of the Bug Population (*Eurygaster integriceps*) in the Agricultural Lands of the South Mid-Russian Upland. ***Snegin E.A., Kurnosova K.D. 56***

The Structure of Invertebrate's Populations of the Xerophilous Communities of Southern Taiga of the Western Siberia. ***Bukhkalo S.P. 62***

To the Study of Coleoptera (Coleoptera, Insecta) Collected on Exterior House Walls. ***Tsurikov M.N. 67***

Assessment of Protected Areas of the Belgorod Region on the Basis of Frequency of Occurrence of Anomalies in Ground Beetles (Carabidae). ***Prisniy Yu.A. 72***

Dynamics of Diffusion and Number of the Belgorod Population of the Grey-lag Goose (*Anser anser* L.) and the Mute Swan (*Cygnus olor* Gmel.). ***Chervonny V.V. 77***

Phagocytic Activity of Nucleated Haemocytes of *Cyprinus carpio* L. and *Rana ridibunda* Pall. in Different Seasons of the Year. ***Bukovtsova I.S., Chernyavskikh S.D., Do Huy Kyet, Vo Van Thanh 86***

Study of Phytosorbents Effect on Biochemical Parameters of Blood Serum of Broiler Chickens in the Preclinical Trial. ***Shaposhnikov A.A., Klochkova G.N., Zakirova L.R., Bronnikova A.M., Andreenkov V.S., Pityunova I.I. 92***

The Role of "Red Lists" in Different Questions of Nature Conservation. ***Gusev A.V. 96***

Assessing the Environmental Condition of the Vegetation in the Area of Industrial Complex of Tobolsk Petrochemical Plant. ***Popova E.I. 102***

Influence of Predecessors of Winter Wheat on the Density of Addition and Aggregate Soil Composition. ***Uvarov G.I., Karabutov A.P., Najdenov A.A. 108***

Members of editorial board:

I.V. Batlutskaya, Doctor of Biological Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

L.K. Buslovskaya, Doctor of Biological Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

A.I. Vezentsev, Doctor of Technical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

R. Wittig, Doctor, Professor (I.V. Gete University, Frankfurt-on-Mine)

K. Drebenshtedt, Doctor, Professor (Technical Univercity Friberg Mining Academy, Friberg)

F.N. Lisetskyi, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

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

K.A. Nemets, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kchrkiv National University after V.N. Karazin, Kchrkiv)

A.N. Petin, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod State University)

S.V. Sergeev, Doctor of Technical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

V.N. Sorokopudov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

V.K. Tokhtar, Doctor of Biological Sciences, Senior Scientific Employer (Belgorod National Research University)

M.A. Ttubitsin, Candidate of Chemical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Yu.G. Chendev, Doctorof Geographical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Prepared for release *M.V. Androsova*
Page layout by *A.V. Prisniy*
N.A. Gaponenko
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Passed for printing 26.09.2013
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 23,25
Circulation 1000 copies
Order 368

Subscription reference
in Rospechat' agency catalogue – 18078

Dummy layout is replicated at Belgorod National Research University Publishing house "Belgorod"
Address: 85, Pobedy str., Belgorod, Russia, 308015

CHEMISTRY

Obtaining, Activation and Modification of the Carbon Material from the Shell of Walnut. ***Gabruk N. G., Oleynikova I.I., Shuteeva T.A., Smalchenko D.E. 114***

Clay-polymer Mixtures as Iron Sources in Heterogeneous Fenton-like Oxidative Processes. ***Furda L.V., Erokhin K.S., Lebedeva O.E. 117***

Possibility of Application of Alkaline and Alkaline Earth Forms of Montmorillonite and Illite Clays in Sorption Cleaning of Water Environments from Ions of Heavy Metals. ***Korolkova S.V., Vezentsev A.I. 121***

EARTH SCIENCES

Agrogenic Transformation of Mineral Rendzinas Profile Chemical Composition in Western Region of Ukraine. ***Kyrylchuk A.A. 126***

Surplus horizontal compression tensions in the upper crust of continents: the climatic cause their origin. ***Sergin S.Ya., Sergeev S.V. 135***

Ore-controlling Factors, Features of Disposition and Degree of Variability of Metallization of Kovdorsky Apatite-francolite Deposit. ***Dunaev V.A., Yanitsky E.B. 140***

Geological Aspects during the Development of Deep Drowned Field Rich Iron Ore. ***Nikulin I.I. 148***

Estimation of Modern Variability in the Frequency and Amount of Precipitation by Statistical Methods. ***Danova T.E., Kasadjuk T.L. 155***

Evaluation of the Bioclimatic Potential in the West of the Belgorod Region. ***Bocharova A.A., Krymskaya O.V. 163***

Impact of Dredging on the Water Regime of Small Rivers (on the exampleof the river Bolhovets). ***Lebedeva M.G., Petina M.A., Goncharevich E.V., Kolmykova O.N., Novikova Yu.I., Vagurin I.Yu. 168***

Assessment of the Environmental Situation of Underground Water in Belgorod and Belgorod Region. ***Leontyeva E.V., Kornilov A.G. 173***

Spatial Planning of the Ecological Network of Kharkiv Region on Landscape Basis. ***Maksimenko N.V., Kvartenko R.A. 178***

The System of Environmental Performance Indicators for Assessing the State of Natural Environment in Ukraine. ***Varlamov E.N., Palaguta O.A. 188***

Information about Authors ***193***

Information for Authors ***196***

© Belgorod National Research University, 2013

БИОЛОГИЯ

УДК 582.26

АЛЬГОФЛОРА РЕК ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

М.Д. Жежера

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Украина, 61022, Харьков, пл. Свободы, 4

E-mail: m_shved@mail.ru

Приведены данные о водорослях рек восточной части Украинского Полесья. Обнаружено 630 видов (696 внутривидовых таксонов) водорослей; впервые для изученной территории указано 63 вида и внутривидовых таксона, 27 из которых – новые для флоры Украинского Полесья. Наибольшее число видов водорослей было найдено в реках Десна, Знобовка, Стрижень, Улица и Днепр. Распределение видов по экологическим группировкам показало богатство перифитона обследованных рек.

Ключевые слова: альгофлора, планктон, перифитон, бентос, встречаемость, восточная часть Украинского Полесья.

Введение

Полесский край – своеобразный ландшафтный регион Восточно-Европейской физико-географической страны. Он занимает северную часть Украины, часть Белоруссии и России; ландшафтными аналогами Полесья являются Мещёра, Приветлужье, Васюганье в России и Мазовше в Польше [1]. Украинское Полесье (УП) охватывает значительную часть южного и восточного Полесского края. С запада на восток УП простирается более чем на 750 км, а с севера на юг на 150–180 км, общая площадь УП составляет около 113500 км² (19% территории Украины) [2]. Вся территория УП делится на 5 физико-географических областей: Волынское, Житомирское, Киевское, Черниговское и Новгород-Северское Полесье; две последние области представляют собой восточную, или левобережную, часть Украинского Полесья (ЛП). Области характеризуются достаточно густой речной сетью; дренирует их река Десна и ее многочисленные притоки. Именно Десна была одной из первых рек ЛП, ставших объектом комплексного гидробиологического изучения [3–7] и остается такой в настоящее время [8–12]; гораздо меньше внимания уделялось ее притокам [13]. Также на территории всего УП проводилось изучение отдельных групп водорослей [14–17].

Целью данной работы являлся анализ альгофлоры рек восточной части Украинского Полесья.

Материал и методы

Материалом для работы послужили пробы, собранные в период 2001-2004, 2008, 2010 годов. Объектами исследования стали различные реки ЛП: это Десна, самая крупная река изучаемой территории (рис. 1), ее левобережные и правобережные притоки разных порядков. Все изученные реки впадают в Десну или ее притоки на территории Украины, за исключением р. Бобрик (приток р. Тара, Брянская обл., Россия) и р. Вара (приток р. Судость, Брянская обл., Россия).

Большинство исследованных рек относятся к малым (площадь водосбора менее 2 тыс. км²) [18–19], это: Богачка, Богданка, Елинка, Борзенка, Бреч, Вересочь, Гаркавка, Десёнка, Дочь (Ложь-Береза), Знобовка, Короп (Ветвь), Крюкова, Меша, Олешня, Рванец, Ровчак (Быстрица), Слоть, Смолянка, Смячка, Стрига, Стрижень 1, Стрижень 2, Убедь, Угорь, Улица, Чернь, Шостка, река без названия (окр. пгт Знобь-Новгородское), также пробы отбирались в средних реках (Сейм, Сновь, Супой) и в верховьях Днепра (основное русло и рукав Старик). Всего было обследовано 36 рек; собрано 190 проб водорослей из разных экологических групп (планктон, перифитон, бентос, выжимки из мхов). Сбор и обработку материалов проводили стандартными методами [20] в живом и фиксированном состоянии (фиксатор – 2-4% раствор формальдегида). Работа проводилась с использованием светового микроскопа (Биолам С-11). При определе-

нии видовой принадлежности мы использовали серийные издания [21-22] и отдельные монографические работы [23-24]. Для каждого вида была рассчитана его встречаемость (по эмпирической формуле K=a/b×100%, где K – коэффициент встречаемости (КВ), a – число проб, в которых выявлен данный вид, b – число обработанных проб) и указано относительное обилие по шкале Стармаха [20].

Рис. 1. Бассейн р. Десна (прямоугольником выделена территория исследования)

Общий систематический список водорослей составлен в соответствии с системой, принятой в издании “Algae of Ukraine” [25], за исключением синезеленых водорослей, которые представлены в соответствии с системой И. Комарека и К. Анагностидиса [26–28].

Результаты и обсуждение

Всего в альгофлоре изученных рек обнаружено 630 видов (696 внутривидовых таксонов (ввт)), относящихся к 10 отделам, 18 классам, 52 порядкам, 99 семействам и 227 родам (табл. 1). Наибольшее число видов найдено из Bacillariophyta – 202 вида (240 ввт), что составляет 32.1%; на втором месте – Chlorophyta, насчитывающий 145 видов (154 ввт), или 23.0%; Cyanophyta и Euglenophyta насчитывают 91 вид (92 ввт) и 73 вида (86 ввт) соответственно, что составляет 26.0% общего числа видов; менее 20% составляет вклад шести отделов – Streptophyta (39 видов, 40 ввт), Xanthophyta (35, 36), Chrysophyta (23, 25), Dinophyta (15, 16), Cryptophyta (5) и Rhodophyta (2 вида).

Таблица 1

Таксономическое разнообразие водорослей рек левобережной части Украинского Полесья

Отдел	Число таксонов					
	Классы	Порядки	Семейства	Роды	Виды	Ввт
Cyanophyta	2	4	16	37	91	92
Dinophyta	1	3	4	5	15	16
Cryptophyta	1	1	1	2	5	5
Chrysophyta	1	3	7	14	23	25
Xanthophyta	1	7	8	16	35	36
Bacillariophyta	3	14	28	59	202	240
Euglenophyta	1	2	4	13	73	86
Chlorophyta	4	12	23	71	145	154
Streptophyta	2	4	6	8	39	40
Rhodophyta	2	2	2	2	2	2
Всего	18	52	99	227	630	696

Ведущие порядки представлены 5 отделами водорослей, при этом первые три места занимают зеленые, эвгленовые и диатомовые соответственно (табл. 2). Диатомовые водоросли в спектре ведущих порядков занимают три позиции (3, 5 и 7 место) и насчитывают наибольшее число видов (127 видов (148 ввт)). Несмотря на то, что они не вышли на первое место в спектре, это свидетельствует об их важной роли в сложении альгофлоры рек. Также разнообразно представлены синезеленые водоросли, которые занимают три позиции (4, 8 и 9 места) и насчитывают 90 видов (91 ввт). Всего лишь на три вида меньше

имеют зеленые водоросли (87 видов, 95 ввт), которые представлены двумя порядками и занимают первое и последнее ранговое место. Стоит отметить роль эвгленовых водорослей в спектре ведущих порядков (66 видов, 79 ввт), занявших второе место. Отдел стрептофитовые представлен порядком Desmidiales на шестой позиции.

Таблица 2

Вклад ведущих таксонов водорослей в структуру альеофлоры рек левобережной части Украинского Полесья

Ранг	Порядок	Число видов (ввт)	% во флоре	Семейство	Число видов (ввт)	% во флоре
1	Sphaeropleales	69 (76)	11.0	Euglenaceae	65 (78)	10.3
2	Euglenales	66 (79)	10.5	Scenedesmaceae	40 (45)	6.3
3	Naviculales	59 (68)	9.4	Bacillariaceae	29 (33)	4.6
4	Oscillatoriales	47 (47)	7.5	Cymbellaceae	23 (24)	3.7
5	Cymbellales	39 (47)	6.2	Desmidiaceae	23 (24)	3.7
6	Desmidiales	32 (33)	5.1	Pseudanabaenaceae	21 (21)	3.3
7	Bacillariales	29 (33)	4.6	Naviculaceae	20 (20)	3.2
8	Chroococcales	22 (22)	3.5	Fragilariaceae	17 (26)	2.7
9	Nostocales	21 (22)	3.3	Pinnulariaceae	16 (18)	2.5
10	Chlamydomonadales	18 (19)	2.9	Surirellaceae	15 (15)	2.4
	Всего	402 (445)	63.8	Всего	269 (305)	42.7

Спектр ведущих семейств подтверждает роль диатомовых в альгофлоре рек. Так, Bacillariophyta преобладают и по числу видов, входящих в спектр, и по числу ранговых мест (6 из 10), хотя они по-прежнему уступают первые два места эвгленовым и зеленым водорослям. Интересно отметить, что именно семейство Euglenaceae занимает первое место, причем с большим преимуществом (65 видов, 78 ввт). Такое положение можно объяснить как тем, что это семейство включает многовидовые роды, так и развитием эвгленовых водорослей в реках в связи с высокой трофностью последних. Зеленые водоросли представлены одним семейством Scenedesmaceae, на счету которого 40 видов (45 ввт) (второе место). Синезеленые водоросли утрачивают свои позиции и в спектре ведущих представлены лишь одним семейством. Также в спектр вошли Desmidiaceae из стрептофитовых.

Распределение видов в спектре ведущих родов более-менее равномерное; в число ведущих вошли 5 представителей Bacillariophyta (Nitzschia Hassal (21 вид), Navicula Bory (16), Cymbella C.Agardh, Gomphonema (C.Agardh) Ehrenb. (по 13), Pinnularia Ehrenb. (12)); 3 рода из Euglenophyta (Phacus Dujard. (24 вида), Trachelomonas Ehrenb. (16), Euglena Ehrenb. (15)), по одному – из Chlorophyta и Streptophyta (Desmodesmus (Chodat) An et al., Cosmarium Corda ex Ralfs, по 17 видов). Интересным является то, что первая позиция в спектре принадлежит эвгленовым водорослям; синезеленые в числе десяти ведущих родов отсутствуют.

Распределение видового состава водорослей по рекам выглядит следующим образом. Наибольшее число видов было найдено в Десне, самой крупной реке Левобережного Полесья (227 видов, 36 %), также в пятерку вошли такие реки, как Знобовка, Стрижень 1, Улица и Днепр. В девяти обследованных реках обнаружено более 100 видов водорослей (табл. 3), в 13 реках – от 50 до 100 видов, в 8 реках – от 20 до 50 видов и менее 20 видов водорослей было обнаружено в 6 реках ЛП. Такой разброс по числу видов различных рек ЛП может быть связан со многими факторами, в частности с морфометрией исследованных рек, однократным отбором проб в некоторых из них (реки Меша, Чернь, Гаркавка, Стрига и др.), с неблагоприятными условиями для развития водорослей (недостаток освещения, высокая цветность воды (р. Чернь), хозяйственная деятельность человека). В исследованных реках распределение видового состава водорослей по отделам во многих случаях соответствовало общему распределению, согласно которому доминировали диатомовые и зеленые водоросли.

Таблица 3

Видовое разнообразие водорослей некоторых рек ЛП

Реки	Число видов водорослей в отделах										Всего видов (ввт)
	Cyanophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Xanthophyta	Bacillariophyta	Euglenophyta	Chlorophyta	Streptophyta	Rhodophyta	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Десна	19	4	1	5	13	90	8	74	12	1	227 (236)

Окончание таблицы 3

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Знобовка	23	3	0	6	3	90	28	29	12	1	195 (192)
Стрижень 1	16	4	1	4	5	49	20	47	6	0	152 (156)
Улица	16	0	1	6	6	75	12	20	11	0	147 (152)
Днепр	11	1	1	7	4	63	5	37	7	0	136 (140)
Дочь	11	3	2	0	4	61	16	27	7	0	131 (134)
Смячка	14	1	0	0	3	44	12	45	4	0	123 (124)
Сновь	9	2	0	2	8	53	2	33	2	1	112 (118)
Бобрик	8	2	0	4	4	45	14	22	2	1	102 (103)
Борзенка	9	2	0	1	4	30	6	39	2	0	93 (93)

В реках ЛП было обнаружено 202 вида (240 ввт) Bacillariophyta; эти водоросли преобладали в 33 из 35 исследованных водоемов, составляя от 21 до 96% их альгофлоры (в среднем 54%). Наибольшее число Bacillariophyta было обнаружено в таких реках, как Десна (90 видов, 94 ввт), Знобовка (90, 102), Улица (75, 80), Днепр (63, 64), Дочь (61, 64), однако следует отметить, что эти реки в целом характеризуются наибольшим видовым разнообразием. Максимальным коэффициентом встречаемости обладали следующие виды: *Melosira varians* C.Agardh (56.5%), *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb. (48.8%), *Gomphonema truncatum* Ehrenb. (36.5%), *Neidium affine* (Ehrenb.) Pfitzer (23.5%), *Navicula gregaria* Donkin (27.6%), *N. radiosa* Kütz. (27.1%), *Hippodonta capitata* (Ehrenb.) Lange-Bert., D.Metzeltin et A.Witkowski (30.6%), *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz. (34.7%), *Cocconeis placentula* Ehrenb. (25.3%), *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm. (41.8%), *Cymatopleura librile* (Ehrenb.) Pant. (31.8%). Видов, общих для всех изученных водоемов, не оказалось; в то же время 79 видов и ввт диатомовых водорослей характеризуются минимальной встречаемостью, то есть они были обнаружены лишь в какой-то одной реке. Впервые для Левобережного Полесья было найдено 12 видов водорослей и 3 вида, которые являются редкими для Украины (*Melosira undulata* (Ehrenb.) Kütz., *Fragillaria capucina* Desm. var. rumpens (Kütz.) Lange-Bert. ex Bukht., *Navicula concentrica* J.R.Carter).

Также в реках ЛП широко представлены зеленые водоросли, насчитывающие 145 видов (154 ввт); представители Chlorophyta занимают вторую позицию в альгофлоре большинства рек, в двух реках они преобладают над диатомовыми водорослями (р. Борзенка, р. Смячка, см. табл. 3). Заметной встречаемостью характеризуются такие виды, как *Cladophora fracta* (O.Müll. ex Vahl.) Kütz. (12.4%), *Pandorina morum* (O.F.Müll.) Bory (14.7%), *Desmodesmus communis* (E.Hegew.) E.Hegew. (24.7%), *Pediastrum duplex* Meyen (16.5%), *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansg. (13.5%), *Acutodesmus pectinatus* (Meyen) P.Tsarenko (20.0%), *Stauridium tetras* (Ehrenb.) E.Hegew (16.5%). Минимальная встречаемость отмечена для 58 видов и ввт Chlorophyta. Впервые для изученной территории было обнаружено 5 видов водорослей, три из которых – новые для УП (*Chaetomorpha henningsii* P.G.Richt., *Chlamydomonas regularis* Korschikov, *Franceia echidna* (Bohlin) Bourr.). Из редких видов для Украины обнаружены *Scherffelia deformis* Skuja и *Ch. subcylindracea* Korschikov.

Синезеленые водоросли занимают третье место в альгофлоре рек ЛП, насчитывая 91 вид (92 ввт), или 14.4%. В семи реках Cyanophyta уступают третью позицию эвгленовым, а в р. Рванец они, напротив, выходят на второе место, превосходя зеленые водоросли. Чаще всего встречались такие виды, как *Oscillatoria tenuis* Agardh ex Gomont (КВ=10.0%), *Heteroleibleinia kuetzingii* (Schmidle) Compère (8.8%), *H. kossinskajae* (Elenkin) Anagnostidis et Komárek (4.7%), *Merismopedia punctata* Meyen in Wiegmann (9.4%), *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. (8.2%). Половина найденных видов встретились лишь в одной из исследованных рек; редкими для альгофлоры Украины являются 8 видов (*Homoeothrix margalefii* Kom. et Kalina (р. Днепр), *Pseudoanabaena schmidlei* Jaag, *Nostoc entophytum* Bornet et Flahault (р. Слоть), *Anabaena bergii* Ostenf. f. minor (Kisselev) Kossinsk. (р. Сновь), *Anabaena sphaerica* Bornet et Flahault f. *conoidea* Elenkin, *Gloeotrichia natans* (Hedw.) Rabenh. f. *gigantea* (Trentepohl in Kütz.) Kirchn. (р. Смолянка), *Aulosira planctonica* Elenkin (р. Бреч), *Hapalosiphon fontinalis* (C.Agardh) Bornet emend. Elenkin f. *totalateriramosa* N.Kondrat. (р. Богачка)).

Эвгленовые водоросли представлены 73 видами (86 ввт), что составляет 11.6%. В таксономических спектрах большинства изученных рек они занимают 3–5 места, в четырех реках (Слоть, Крюкова, Угорь и река без названия в окр. пгт Знобь-Новгородское) они выходят на второе место, опережая зеленые и синезеленые водоросли; в таких крупных реках, как Десна и Днепр они занимают шестую позицию, уступая желтозеленым, золотистым или стрептофитовым водорослям. Заметной встречаемостью Euglenophyta не обладают, лишь один представитель отмечается достаточно часто, это *Trachelomonas volvocina* Ehrenb. (28.2%). Минимальная встречаемость отмечена для 42 видов. Новыми для территории ЛП оказалось 10 видов, 6 из

них – впервые приводятся для УП (*Trachelomonas hispida* (Perty) F. Stein emend Deflandre var. *australica* Playfair, *T. volvocina* Ehrenb. var. *papilata* Lemmerm., *Strombomonas eurystoma* (F. Stein) T.G.Popova var. incurva (Buzhenko) T.G.Popova, Phacus striatus France, Heteronema discomorphum Skuja, *Notosolenus apocamptus* A.Stokes). Также в реках ЛП было отмечено 9 видов, являющихся редкими для территории Украины.

Стрептофитовые водоросли насчитывают 39 видов (40 ввт); в общем списке водорослей рек ЛП они занимают 5 позицию; в списках отдельных рек их положение немного варьируется (в пределах 4-7 позиций), где они, как правило, уступают место представителям Xanthophyta и Chrysophyta. Видом, имеющим самый высокий КВ, оказался *Closterium leibleinii* Kütz. (17.1%), также во многих реках встречались *Spirogyra* sp., *Mougeotia* sp.; 24 вида имели минимальный КВ. Новыми для изученной территории оказались 5 видов (*Cosmarium constrictum* Delp., *C. nitidulum* De Not., *C. retusum* (Perty) Rabenh., *C. venustum* (Bréb.) W. Archer in Prich. var. *induratum* Nordst., *Staurastrum longipes* (Nordst.) Teil.). Желтозеленые водоросли насчитывают 35 видов (36 ввт), занимая шестую позицию в общем списке водорослей рек ЛП. Наибольшее число Xanthophyta было обнаружено в Десне (13 видов), Снови (8), Улице (6 видов); во всех других реках их число не превысило 5 видов. Всего же представители этой группы были обнаружены в 22 из 35 рек. Чаще других встречались *Goniochloris mutica* (A. Braun) Fott (10%) и *Characiopsis minuta* (A. Braun) Lemmerm. (7.1%) Впервые для ЛП было найдено 7 видов (*Tetraplektron tribulus* (Pascher) A.E.Loeblich III, *Trachychloron biconicum* Pascher, *T. regulare* Pascher, *Trachydiscus fusiformis* H.Ettl, *T. lenticularis* H.Ettl, *Neonema quadratum* Pascher, *Centritractus belenophorus* Lemmerm. var. *skujae* Kirjakov). Менее разнообразно представлены золотистые водоросли, занимающие 7 место в общем списке видов (см. табл. 1). Представители Chrysophyta обнаружены в 20 реках, наибольшее число их выявлено в Днепре (7 видов). В р. Елинка они вместе с синезелеными водорослями делят второе место. Чаще других в реках встречались *Kephyrion rubri-claustri* Conr. (7.1%) и *Dinobryon divergens* Imhof (5.9%). Новыми для исследованной территории выявилось 4 вида (*Chrysococcus triporus* Matv., *Chrysosphaera paludosa* (Korschikov) Bourr., *Epipyxis marchica* (Lemmerm.) D.K.Hilliard et Asmund, *E. proteus* (Wislouch) D.K.Hilliard et Asmund); 11 видов являются редкими для территории Украины. Динофитовые водоросли насчитывают 15 видов (16 ввт); были обнаружены в 18 реках (1-4 вида); чаще других встречались *Gymnodinium uberrimum* (G.J.Allman) Kof. et Swezy (4.7%) и *Ceratium hirundinella* (O.F.Mьll.) Bergh f. *furcoides* (Levander) Schrqd. (2.9%). Всего 5 видов в 8 реках ЛП было обнаружено из Cryptophyta (*Chroomonas acuta* Utermohl, *Cryptomonas borealis* Skuja, *C. curvata* Ehrenb., *C. marssonii* Skuja, *C. ovata* Ehrenb (наиболее часто встречающийся представитель криптофитовых водорослей, 4.7%)). Rhodophyta представлен двумя видами, это *Porphyridium purpureum* (Bory) K.M.Drew et Ross и *Chantransia chalybea* (Roth) Fr.

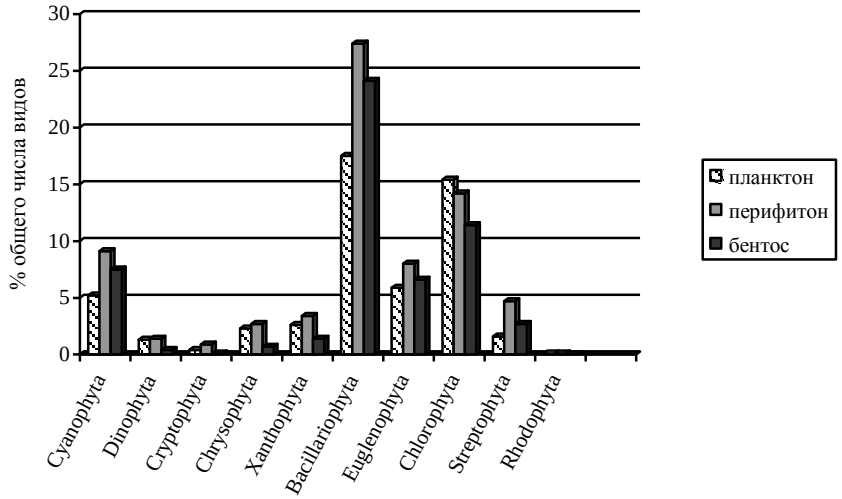


Рис. 2. Распределение видового состава альголофлоры рек по экологическим группировкам

Распределение водорослей по экологическим группам показало, что больше всего видов и внутривидовых таксонов найдено в перифитоне – 499 (71.7%), в бентосе и планктоне – 389 и 363 соответственно. Представители Cyanophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta и Streptophyta чаще встречались среди обрастаний (рис. 2) (при этом относительное обилие ряда видов достигало 5 баллов, например, *Heteroleibleinia kuetzingii* (Schmidle) Compère, *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont, *Calothrix spp*., Melosira varians C.Agardh, *Mougeotia* sp. и другие; в

целом, высокие значения относительного обилия были характерны для водорослей перифитона и бентоса). Виды из Dinophyta, Chrysophyta и Xanthophyta в планктоне и перифитоне обнаружены почти в равных количествах (см. рис. 2); Cryptophyta и Rhodophyta этих же группировок представлены 3 и 1 видами соответственно; наибольшее число Chlorophyta было выявлено в планктоне (см. рис. 2).

Таким образом, водоросли рек ЛП насчитывает 630 видов (696 ввт), относящихся к 10 отделам; 80% альгофлоры формируют представители Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta и Euglenophyta, вклад остальных шести отделов составляет менее 20%; впервые для изученной территории было обнаружено 63 вида и внутривидовых таксона водорослей (27 из которых являются новыми для Украинского Полесья). Наибольшее число видов водорослей было найдено в реках Десна, Знобовка, Стрижень, Улица и Днепр. Распределение видов по экологическим группировкам показало богатство перифитона рек ЛП.

Список литературы

1. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2006. – 511 с.

2. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В.П. Попова, А.М. Маринича, А.И.Ланько.– Киев: изд-во КГУ, 1968. – 683 с.

3. Радзимовський Д.О. Перші відомості з мікрофлори долішньої Десни // Зб. праць Дніпр. біол. ст. – 1927. – Ч. 2. – С. 9–59.

4. Ролл Я.В. Фітопланктон Дніпра, Прип'яті і гирла Десни // Тр. НДІ водн. госп-ва України. – 1936. – № 2. – С. 43–91.

5. Ролл Я.В., Марковський Ю.М., Первaченко С.В. Матеріали до санітарно-біологічної характеристики р. Десни на ділянці від м. Новгород-Сіверського до м. Остра // Тр. гідробіол. ст. – 1936. – № 12. – С. 33–93.

6. Ролл Я.В., Марковський Ю.М. Планктон р. Десни на ділянці від м. Новгород-Сіверського до гирла за матеріалами експедиції АН УРСР 1932 і 1933 рр. // Тр. гідробіол. ст. – 1937. – № 13. – С. 3–37.

7. Чорноусова В.М. Зміна літнього фітопланктону Десни умовах забруднення // Десна в межах України. – К.: Наук. думка, 1964. – С. 57–69.

8. Клоченко П.Д., Митківська Т.І. Фітопланктон приток Верхнього Дніпра // Укр. ботан. журн. – 1993. – 52. – № 2. – С. 69–79.

9. Клоченко П.Д. Сравнительная характеристика фитопланктона притоков Днепра (Украина) // Альгология. – 1996. – Т. 6. – № 3. – С. 272–284.

10. Васенко А.Г., Глущенко Л.Ф., Середа Т.Н., Мантурова О.В. Фитопланктон // Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днепра на территории Украины. – К.: Академпериодика, 2002. – С. 103–120.

11. Середа Т.М. Фітопланктон Десни як показник стану річкової екосистеми: Автореф. дис. … канд. біол. наук: 03.00.17 / Т.М.Середа. – К., 2008. – 23 с.

12. Клоченко П.Д., Иванова И.Ю. Особенности видового разнообразия фитопланктона притоков Днепра // Альгология. – 2009. – Т. 19. – № 4. – С. 362–379.

13. Царенко П.М. Хлорококкові водорості (Chlorococcales) річок лівобережної частини Українського Полісся // Укр. ботан. журн. – 1986. – 43, № 1. – С. 61–66.

14. Паламарь Г.М. Водоросли болот Полесья, их экология и значение для типологии болот: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.05 / Г.М.Паламарь. – К., 1953. – 10 с.

15. Бухтіярова Л.М. Огляд досліджень Bacillariophyta в Українському Поліссі. I // Укр. ботан. журн. – 2009. – Т. 66. – № 3. – С. 367–383.

16. Бухтіярова Л.М. Огляд досліджень Bacillariophyta в Українському Поліссі. II // Укр. ботан. журн. – 2009. – Т. 66. – № 4. – С. 571–579.

17. Масюк Н.П., Лилицкая Г.Г. Зеленые жгутиковые водоросли (Phytomonadina) Левобережного Украинского Полесья // Альгология. – 2005. – Т. 15. – № 3. – С. 336–357.

18. Каталог річок України / Склали: Швець Г.І., Дрозд Н.І., Левченко С.П.; Відп. ред. В.І.Мокляк. – К.: Вид-во АН УРСР, 1957. – 192 с.

19. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 388 с.

20. Водоросли: Справочник / Под ред. С.П.Вассера, Н.В.Кондратьевой, Н.П.Масюк и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.

21. Визначник прісноводних водоростей Української РСР: в 13 вип. – К.: Наук. думка, 1938–1993. – Вип. I–XIII.

22. Определитель пресноводных водорослей СССР: в 14 вып. – М., Л.: Наука, 1951–1986. – Вып. 1–14.

23. Асаул З.І. Визначник евгленових водоростей Української РСР. – К.: Наук. думка, 1975. –408 с.

24. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.

25. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography: in 3 vol. / Eds. P.M.Tsarenko, S.P.Wasser, E.Nevo. – Ruggell: Gantner Verlag, 2006–2011. – Vol. 1–3.

26. Коваленко О.В. Флора водоростей України. Синьозелені водорості. Том I. Спеціальна частина. Вип. 1. Порядок Chroococcales. – К.: Арістей, 2009. – 387 с.

27. Komárek J. & Hauer T. (2012): CyanoDB.cz – Online database of cyanobacterial genera. – World-wide electronic publication, Univ. of South Bohemia & Inst. of Botany AS CR, http://www.cyanodb.cz.

28. Komárek J., Anagnostidis K. Süswasserflora von Mitteleuropa. T. 19. Cyanoprokaryota. P. 2. Oscillatoriales. – München: Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 2005. – 759 p.

ALGAL FLORA OF EASTERN PART OF UKRAINIAN POLISSIA RIVERS

M.D. Zhezhera

V.N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine
4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

E-mail: m_shved@mail.ru

The data on algae found in rivers of Ukrainian Polissia (eastern part) have been presented. Totally 630 species (696 infraspecific taxa) have been found; 63 species and infraspecific taxa are first cited for studied area and 27 of them are new for algal flora of Ukrainian Polissia. The largest number of algae species was found in the Desna, the Znobovka, the Strizhen', the Ulitsa and the Dnieper rivers. Distribution of algae species by ecological groups showed the abundance of periphyton in the Left-Bank Polissia explored rivers.

Keywords: algal flora, plankton, periphyton, benthos, occurrence, eastern part of Ukrainian Polissia.

УДК 581.93

АНАЛИЗ ФЛОР РАЙОННЫХ ЦЕНТРОВ КУШНАРЕНКОВО И ЧЕКМАГУШЕВО РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Л.С. Усманова[1], Я.М. Голованов[2]

[1] ГБОУ СПО Кушнаренковский педагогический колледж Республики Башкортостан, Россия, 452230, Башкортостан, Кушнаренковский р-н, с. Кушнаренково, ул. Советская, д. 20, педколледж

E-mail: larisa-usm@yandex.ru

[2] ФГБУН Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Россия, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 173, корп. 3

E-mail: jaro1986@mail.ru

В результате исследований в условиях свежего бора и свежей субори выявлены флоры высших сосудистых растений райцентров Кушнаренково и Чекмагушево Республики Башкортостан, которые насчитывают соответственно 470 и 404 вида из 286 и 244 родов, 73 и 58 семейств. Ведущими семействами являются *Asteraceae* и *Poaceae*. Флоры сел Кушнаренково и Чекмагушево характеризуются как гемикриптофитно-терофитные. По отношению к условиям увлажнения ведущую позицию занимают мезофиты. Адвентивный компонент флоры составляет 123 и 111 видов.

Ключевые слова: села, флора, заносные виды, адвентивный компонент флоры.

Введение

В современном мире непрерывно возрастает влияние антропогенного фактора на природу. Хозяйственная деятельность человека вызывает изменение флоры, ведет к распространению процессов синантропизации растительного покрова. Наблюдается быстрое расширение площадей, занятых рудеральной растительностью. Наиболее ярко эти процессы проявляются в населенных пунктах. Это относится, в первую очередь, к городам, которые являются форпостами синантропизации и нередко служат объектами исследований. В то же время, сельские поселения, особенно большие по площади и населению, в которых в последнее время также усиливаются процессы синантропизации, редко обследуются и анализируются, что делает актуальным вовлечение их в научные исследования.

Цель, объекты и методика исследований

Целью работы явилось выявление флор райцентров Кушнаренково и Чекмагушево Республики Башкортостан (РБ), расположенных в центральной части Предуралья, а также анализ и сравнение основных характеристик изучаемых флор.

Село Кушнаренково – районный центр Кушнаренковского района. Оно расположено в левобережье р. Белой в южной лесостепной зоне Башкирского Предуралья в 65 км к северо-западу от г. Уфы. Основано в 1709 году, численность населения составляет 9251 человек, площадь территории – 15.6 км². По территории села проходит автотрасса М-7 федерального значения, а также автотрассы Кушнаренково-Чекмагушево-Бакалы и Кушнаренково-Чишмы. В Кушнаренково работают предприятия: ООО «Дорожник», хлебоприемное предприятие, МУП Отдел капитального строительства, МУП «Кушнаренковский кирпичный завод», нефтебаза и др.

Село Чекмагушево – районный центр Чекмагушевского района. Оно расположено на берегу р. Чекмагуш в южной лесостепной зоне Башкирского Предуралья в 112 км к северо-западу от г. Уфы. Основано в конце XVII века, численность населения составляет 11018 человек, площадь территории – 12.3 км². По территории села проходят автотрассы: Кушнаренково-Чекмагушево-Бакалы, Чекмагушево-Дюртюли, Чекмагушево-Буздяк. В Чекмагушево работают предприятия: ОАО «Гидравлика», Чекмагушевское дорожно-ремонтно-строительное управление, ООО «Чекмагушевский молочный завод», МУП «Чекмагушевский кирпичный завод» и др.

Исследования флоры райцентров проводились в 2006-2012 годах. Для характеристики флоры данных сел был собран гербарный материал в количестве 550 листов. Анализ флоры проводился по общепринятым методикам [1]. Биоморфологическая структура флор анализировалась по К. Раункиеру [2] и И.Г. Серебрякову [3]. При проведении экологического анализа использовались сведения по экологии видов, примененные П.В. Куликовым в «Конспекте флоры Челябинской области» [4]. Адвентивные виды анализировались на основе литератур-

ных источников [4, 5, 6]. При анализе флоры сел учитывались виды, имеющие самостоятельное семенное или вегетативное размножение. Культивируемые виды, не удовлетворяющие этим условиям, не учитывались.

Результаты и их обсуждение

Систематическая структура флоры, то есть свойственное данной флоре распределение видов между систематическими категориями высшего ранга, является одним из важнейших показателей, применяемых в сравнительной флористике. Состав основных систематических групп флор райцентров Кушнаренково и Чекмагушево представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав основных систематических групп флор сел Кушнаренково и Чекмагушево

Основные систематические группы	Количество					
	видов		родов		семейств	
	К*	Ч	К	Ч	К	Ч
Хвощевидные	3	3	1	1	1	1
Папоротникообразные	2	-	2	-	2	-
Голосеменные	4	3	4	3	2	1
Покрытосеменные	461	398	279	240	68	56
Однодольные	81	75	47	42	14	10
Двудольные	380	323	232	198	54	46
Всего	470	404	286	244	73	58

* Примечание: К – Кушнаренково, Ч – Чекмагушево.

Флоры данных населенных пунктов обладают большим сходством благодаря расположению их в одной природной зоне, а также незначительно различающимися показателями площади сел и численности населения в них. Несколько более высокое число видов растений во флоре села Кушнаренково объясняется главным образом наличием в нем лесопарковой зоны, за счет чего увеличивается число лесных видов растений.

По результатам исследований флора с. Кушнаренково (табл. 1) насчитывает 470 видов, 286 родов и 73 семейства высших сосудистых растений, а флора с. Чекмагушево – 404 вида, 244 рода и 58 семейств. Наблюдается заметное преобладание покрытосеменных растений, из них на долю двудольных растений класса *Magnoliopsida* во флоре с. Кушнаренково приходится 380, а с. Чекмагушево – 323 вида, на долю однодольных растений класса *Liliopsida* – 81 и 75 видов соответственно. Голосеменные в данных населенных пунктах представлены всходами интродуцированных хвойных фанерофитов: *Larix sibirica, Picea obovata, Pinus sylvestris*. На территории села Кушнаренково произрастает также *Ephedra distachya*. К сосудистым споровым относится 5 видов во флоре села Кушнаренково и лишь 3 вида в селе Чекмагушево.

Спектр ведущих семейств флоры райцентров представлен в таблице 2. По количеству видов 12 ведущих семейств сел Кушнаренково и Чекмагушево составляют соответственно 65.7% (309 видов) и 72.5% (293 вида) от общего количества видов флоры.

Таблица 2

Спектр ведущих семейств флоры сел Кушнаренково и Чекмагушево

Семейство	Число видов / % от общего числа видов	
	с. Кушнаренково	с. Чекмагушево
Asteraceae	64/13.6	54/13.4
Poaceae	42/8.9	45/11.1
Fabaceae	35/7.4	28/6.9
Rosaceae	30/6.4	28/6.9
Lamiaceae	25/5.3	24/5.9
Brassicaceae	20/4.3	20/5.0
Scrophulariaceae	18/3.8	16/4.0
Polygonaceae	17/3.6	17/4.2
Apiaceae	17/3.6	15/3.7
Caryophyllaceae	15/3.2	18/4.5
Cyperaceae	15/3.2	14/3.5
Chenopodiaceae	15/3.2	14/3.5
Всего	309/65.7	293/72.5

В целом спектр ведущих семейств исследуемых сел согласуется со спектром флор изученных населенных пунктов РБ [7, 8, 9]. Наивысшее положение в спектре ведущих семейств флор сел Кушнаренково и Чекмагушево занимают семейства *Asteraceae* и *Poaceae*. Высокое положение семейств *Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Apiaceae* отражает общий процесс ослабления во флоре ее зональных черт. Рядом исследователей отмечается антропофильность многих видов сем. *Brassicaceae*. Во флоре сел Кушнаренково и Чекмагушево отмечено соответственно 25 и 17 одновидовых и 15 и 10 двувидовых семейств. Ведущими родами во флоре данных населенных пунктов являются: *Artemisia, Galium, Campanula, Carex, Chenopodium, Lathyrus, Poa, Rumex, Veronica, Vicia, Viola*.

Также были проанализированы жизненные формы сосудистых растений по системам И.Г. Серебрякова и К. Раункиера (табл. 3). Преобладающими являются многолетние травы (Кушнаренково – 66.2%, Чекмагушево – 65.3%), среди них большинство – гемикриптофиты (71.7% и 73.1%). Повышение доли гемикриптофитов характерно для флор умеренной зоны Евразии, так как они являются естественными доминантами в растительных сообществах умеренных широт. Доля однолетников также значительна (19.4% и 21.3%). Они встречаются на различных нарушенных местообитаниях населенных пунктов. Важно отметить, что большая часть терофитов приходится на адвентивный компонент флоры. Увеличение числа однолетников является одной из негативных тенденций антропогенного изменения растительного покрова. Древесные растения составляют соответственно 9.8% и 8.2% флоры вышеназванных сел. Повышение роли фанерофитов связано как с хорошей адаптацией древесных видов к антропогенным местообитаниям, так и с дичанием древесных интродуцентов из культурных насаждений.

Таблица 3

Спектр жизненных форм флоры сел Кушнаренково и Чекмагушево по Раункиеру

Жизненные формы	Число видов / % от общего числа видов	
	с. Кушнаренково	с. Чекмагушево
Фанерофиты	46/9.8	33/8.2
Хамефиты	16/3.4	12/3.0
Гемикриптофиты	223/47.4	193/47.8
Гемикриптофиты-хамефиты	2/0.4	2/0.5
Гемикриптофиты-терофиты	22/4.7	21/5.2
Криптофиты-геофиты	35/7.4	24/5.9
Криптофиты-гелофиты	16/3.4	14/3.5
Криптофиты-гидрофиты	1/0.2	1/0.2
Гемикриптофиты-криптофиты-геофиты	8/1.8	8/2.0
Гемикриптофиты-криптофиты-гелофиты	10/2.0	10/2.5
Терофиты	91/19.4	86/21.3
Всего	470/100	404/100

Для характеристики экологической структуры флоры были проанализированы экологические группы растений по отношению к условиям увлажнения (табл. 4). Ведущее положение во флорах Кушнаренково и Чекмагушево занимают преимущественно мезофитные виды (мезофиты, ксеромезофиты, гигромезофиты) – 380 и 320 видов; 80.9% и 79.3% от общего видового состава, второе место занимают виды переувлажненных местообитаний (гидрофиты, гидрогигрофиты, гигрофиты, мезогигрофиты) – 64 и 61 вид; 13.6% и 15.0%. На долю ксерофитных идов (ксерофиты, мезоксерофиты) приходится 26 и 23 вида; 5.6% и 5.7%. Следует отметить, что повышение доли мезофитов связано и с тем, что большинство дичающих культурных растений являются представителями данной экологической группы.

Таблица 4

Экологический состав флор сел Кушнаренково и Чекмагушево по отношению к влажности

Экологические группы видов	Число видов / % от общего числа видов	
	с. Кушнаренково	с. Чекмагушево
Ксерофиты	4/0.9	2/0.5
Мезоксерофиты	22/4.7	21/5.2
Ксеромезофиты	83/17.7	81/20.1
Мезофиты	259/55.1	208/51.5
Гигромезофиты	38/8.1	31/7.7
Мезогигрофиты	11/2.3	11/2.7
Гигрофиты	40/8.5	37/9.2
Гидрогигрофиты	12/2.6	12/2.9
Гидрофиты	1/02	1/02
Всего	470/100	404/100

Для определения географической структуры флор населенных пунктов виды были распределены по долготным и широтным группам. Из долготных групп видов ведущую роль во флорах Кушнаренково и Чекмагушево играет евразиатская группа элементов, мультиконтинентальная группа занимает второе место, третье место принадлежит видам с ши-

роким культигенным ареалом. В широтных группах значимое место занимают виды, характерные для лесостепной и степной зон, а также плюризональные виды, значительная часть которых – сорные виды с широким распространением.

Выявление адвентивного компонента флор населенных пунктов имеет большое значение для характеристики процесса антропогенной эволюции растительности. По результатам исследований адвентивная фракция флоры села Кушнаренково составила 123 вида, 99 родов и 36 семейств высших сосудистых растений, адвентивная флора села Чекмагушево – 111 видов, 88 родов и 31 семейство. Среди покрытосеменных растений преобладают двудольные растения – 106 и 94 вида, однодольных – по 14 видов в обоих селах. Голосеменных растений в обоих населенных пунктах насчитывается 3 вида из 3 родов и 1 семейства. Споровые растения среди адвентивных видов отсутствуют. Спектр ведущих семейств адвентивной фракции флор райцентров представлен в таблице 5.

Таблица 5

Спектр ведущих семейств адвентивной фракции флор сел Кушнаренково и Чекмагушево

Семейство	Число видов / % от адвентивной группы	
	с. Кушнаренково	с. Чекмагушево
Asteraceae	18/14.6	15/13.5
Brassicaceae	12/9.8	12/10.8
Poaceae	11/8.9	11/10.0
Chenopodiaceae	10/8.1	12/10.8
Lamiaceae	8/6.5	6/5.4
Rosaceae	7/5.7	8/7.2
Fabaceae	7/5.7	6/5.4
Solonaceae	5/4.1	3/2.7
Boraginaceae	4/3.3	4/3.6
Amarantaceae	3/2.4	3/2.7
Polygonaceae	3/2.4	3/2.7
Apiaceae	3/2.4	2/1.8
Всего	91/74.0	85/76.6

Ведущими семействами адвентивной фракции флор являются: *Asteraceae, Brassicaceae, Poaceae* и др. В спектре ведущих семейств адвентивной фракции флоры отсутствуют семейства *Scrophulariaceae, Cyperaceae, Caryophyllaceae,* которые присутствовали в спектре ведущих семейств флор райцентров (табл. 1). Их место заняли семейства *Solonaceae, Boraginaceae, Amarantaceae*. Наиболее крупные роды адвентивной фракции флор: *Chenopodium, Atriplex, Amarantus, Galeopsis*.

Биоморфологический спектр адвентивной фракции флор сел Кушнаренково и Чекмагушево по К. Раункиеру представлен в таблице 6.

Таблица 6

Биоморфологический спектр адвентивной фракции флоры сел Кушнаренково и Чекмагушево

Жизненные формы	Число видов / % от адвентивной группы	
	с. Кушнаренково	с. Чекмагушево
Фанерофиты	18/14.6	16/14.4
Гемикриптофиты	26/21.1	20/18.0
Гемикриптофиты-хамефиты	1/0.8	1/0.9
Гемикриптофиты-терофиты	10/8.0	8/7.2
Криптофиты-геофиты	7/5.7	7/6.3
Терофиты	61/49.6	59/53.2
Всего	123/100	111/100

Из таблицы 6 следует, что в адвентивной фракции флор сел Кушнаренково и Чекмагушево преобладают терофиты (61 и 59 вид; 49.6% и 53.2% от адвентивной группы). Это в целом характерно для адвентивного компонента флор. Высокое положение в адвентивной фракции флор также занимают гемикриптофиты (26 и 20 видов; 21.1% и 18.0%) и фанерофиты (18 и 16 видов; 14.6% и 14.4%).

Экологический анализ (табл. 7) показывает преобладание в адвентивной флоре сел Кушнаренково и Чекмагушево мезофитов (92 и 79 видов; 74,8% и 71,2% от адвентивной группы). Значительны группы ксеромезофитов и мезоксерофитов.

Во флористическом спектре адвентивной фракции флоры сел Кушнаренково и Чекмагушево преобладают ирано-туранские виды (45 и 46 видов; 36.6% и 41.4% от адвентивной группы): *Alyssum turkestanicum, Artemisia absinthium, Atriplex prostrata, Atriplex sagittata, Berteroa incana, Cannabis ruderalis, Capsella bursa-pastoris, Chenopodium hybridum, Chenopodium opulifolium, Consolida regalis, Lepidium ruderale, Malva pusilla, Sisymbrium loeselii* и др. Второе место занимают средиземноморские виды (29 и 25 видов; 23.6% и 22.5%): *Ballota nigra, Carduus acanthoides, Cynoglossum officinale, Echium vulgare, Euphorbia helioscopia, Solanum nigrum, Sonchus arvensis* и др. Третье место принадлежит североамериканским видам (13 и 11 видов; 10.6% и 10.0%): *Acer negundo, Amaranthus blitoides, Amaranthus retroflexus, Bidens frondosa, Conyza canadensis, Echinocystis lobata, Epilobium ciliatum* и др. Многие из этих видов являются агрессивными инвазивными видами.

Таблица 7

Экологический состав адвентивной фракции флоры сел Кушнаренково и Чекмагушево по отношению к влажности

Экологические группы видов	Число видов / % от адвентивной группы	
	с. Кушнаренково	с. Чекмагушево
Мезоксерофиты	6/4.9	7/6.3
Ксеромезофиты	21/17.1	21/18.9
Мезофиты	92/74.8	79/71.2
Гигромезофиты	1/0.8	2/1.8
Мезогигрофиты	1/0.8	1/0.9
Гигрофиты	3/2.5	1/0.9
Всего	123/100	111/100

Заносные растения – один из наиболее динамичных элементов флоры. Анализ адвентивных видов по времени и способу заноса, степени натурализации в естественные сообщества с учетом их первичного места произрастания позволяет выявить направленность динамики региональных флор [10]. При анализе адвентивной фракции флор сел Кушнаренково и Чекмагушево (табл. 8) была использована современная система классификации адвентивных видов [4, 5]. Рассматривалось распределение видов по трем критериям: времени и способу заноса, а также степени натурализации, то есть уровню адаптированности к новым географическим условиям.

Таблица 8

Структура адвентивного компонента флоры сел Кушнаренково и Чекмагушево

Группы видов по способу и времени заноса		Группы видов по степени натурализации				
		Эфемерофиты	Колонофиты	Эпекофиты	Агриофиты	Всего
Кушнаренково						
Ксенофиты	Археофиты	-	-	33/26.8	1/0.8	34/27,6
	Кенофиты	3/2.4	-	31/25.2	5/4.1	39/31,7
	Всего	3/2.4	-	64/52.0	6/4.9	73/59,3
Эргазиофиты	Археофиты	8/6.5	-	1/0.8	-	9/7,3
	Кенофиты	14/11.4	22/17.8	2/1.6	3/2.4	41/33,3
	Всего	22/17.9	22/17.8	3/2.4	3/2.4	50/40,6
Всего		25/20,3	22/17.8	67/54.4	9/7.3	123/100
Чекмагушево						
Ксенофиты	Археофиты	-	-	35/31.5		35/31,5
	Кенофиты	1/0.9	-	27/24.3	3/2.7	31/27,9
	Всего	1/0.9	-	62/55.9	3/2.7	66/59,4
Эргазиофиты	Археофиты	10/9.0	-	1/0.9	-	11/10,0
	Кенофиты	13/11.7	17/15.3	2/1.8	2/1.8	34/30,6
	Всего	23/20.7	17/15.3	3/2.7	2/1.8	45/40,5
Всего		24/21,6	17/15.8	65/58.6	5/4.5	111/100

Из таблицы 8 следует, что более значимым в формировании адвентивной фракции флор сел Кушнаренково и Чекмагушево является непреднамеренный занос (73 и 66 вида; 59.3% и 59.4% от всей адвентивной группы). Количество преднамеренно занесенных и ушедших из культуры растений также велико (50 и 45 видов; 40.6% и 40.5%). Среди групп видов по степени натурализации преобладают эпекофиты (67 и 65 видов; 54.4% и 58.6%) – виды, которые расселяются по нарушенным местообитаниям. Примерами таких видов являются *Amaranthus blitoides, Amaranthus retroflexus, Atriplex patula, Atriplex sagittata, Berteroa incana, Cannabis ruderalis, Capsella bursa-pastoris, Carduus acanthoides, Conium maculatum, Convolvulus arvensis, Medicago sativa, Stachys annua, Panicum miliaceum* и др. Второе место занимают эфемерофиты (25 и 24 видов; 20.3% и 21.6%) – виды, которые то появляются, то исчезают в локальных местообитаниях: *Fagopyrum esculentum, Helianthus annuus, Hordeum vulgare, Calendula officinalis, Mentha longifolia, Portulaca oleracea, Rumex acetosa* и др. Третье место занимают колонофиты (22 и 17 видов; 17.8% и 15.3%) – виды, прочно закрепившиеся в новых местообитаниях, но не распространяющиеся из них. В основном такими видами являются ушедшие из культуры растения, образующие колонии на заброшенных садово-огородных участках, хозяйственных территориях: *Cerasus vulgaris, Fragaria magna, Grossularia reclinata*, *Prunus spinosa* и др. На четвертом месте агриофиты – заносные растения, внедряющиеся в естественные сообщества (9 и 5 видов; 7.3% и 4.5%): *Acer negundo, Alyssum turkestanicum, Amelanchier spicata, Bidens frondosa, Echinocystis lobata, Elscholtzia ciliata, Epilobium ciliatum, Sambucus racemosa.* Адвентивные виды-фанерофиты принадлежат в основном к группе колонофитов. Данные древесные растения закрепились на заброшенных садово-огородных участках, пустырях. Колонии их разрастаются благодаря вегетативному размножению.

Таким образом, формирование адвентивной флоры сел Кушнаренково и Чекмагушево происходит как за счет непреднамеренного заноса, который осуществляется автомобильным транспортом и по долинам рек, так и за счет дичающих культивируемых видов.

В составе флоры с. Кушнаренково выявлено 2 вида, занесенные в Красную книгу РБ [11]: *Astragalus cornutus*, *Laser trilobum*. Эти виды произрастают на небольших фрагментах естественной растительности, сохранившихся на территории села.

Выводы и рекомендации

1. Проведенные исследования позволили установить, что флоры райцентров Кушнаренково и Чекмагушево обладают значительным сходством, благодаря расположению их в одной природной зоне, а также незначительно различающимися показателями площади сел и численности населения в них. Флора села Кушнаренково насчитывает 470 видов, 286 род и 73 семейства высших растений, а флора села Чекмагушево – 404 вида, 244 рода и 58 семейств высших растений. Более высокое число видов растений во флоре села Кушнаренково объясняется наличием лесопарковой зоны. Ведущими по числу видов семействами являются *Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Brassicaceae*.

2. Анализ жизненных форм по К. Раункиеру характеризует флоры сел как гемикриптофитно-терофитные. По составу долготных групп видов лидирует евразиатская группа элементов флоры, по составу широтных групп – лесостепная. По отношению к условиям увлажнения ведущую роль играют мезофитные виды.

3.Адвентивная фракция флор включает 123 вида в селе Кушнаренково и 111 видов в селе Чекмагушево. Это свидетельствует о более интенсивных процессах адвентизации флоры села Кушнаренково, так как по его территории проходят автотрасса М–7 федерального значения и значительна плотность населения. Основную роль в формировании адвентивной фракции флор сел играет непреднамеренный занос. Среди групп по степени натурализации ведущую позицию занимают эпекофиты. Во флорогенетическом отношении лидируют ирано–туранские, средиземноморские и североамериканские виды.

4. На территории сел Кушнаренково и Чекмагушево отмечено произрастание 11 активно натурализующихся адвентивных видов растений: *Acer negundo, Alyssum turkestanicum, Amelanchier spicata, Bidens frondosa, Echinocystis lobata, Elscholtzia ciliata, Epilobium ciliatum, Galinsoga parviflora, Portulaca oleracea, Sambucus racemosa, Xanthium albinum*. Необходимо отслеживать появление и осуществлять контроль численности видов растений потенциально опасных для республики, принять меры по сохранению биоразнообразия на территории районных центров.

5. В составе флор райцентров выявлены 2 вида, занесенные в Красную книгу РБ.

Список литературы

1. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – Новосибирск: Наука СО, 1986. – 196 с.

2. Raunkiaer, C. The liefe forms of plants and statistical plant geography. – Oxford: Clarendon press, 1934. – 632 p.

3. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высшая школа, 1962. –378 с.

4. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). – Екатеринбург, 2005. – 537 с.

5. Нотов А.А. Адвентивный компонент флоры Тверской области: динамика состава и структуры. – Тверь: Изд-во Твер. гос. ун-та, 2009. – 473 с.

6. Григорьевская А.Я., Стародубцева Е.А., Хлызова Н.Ю., Агафонов В.А. Адвентивная флора Воронежской области. – Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2004. – 320 с.

7. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Анализ флоры г. Салавата (Республика Башкортостан) // Экология и география растений и растительных сообществ Среднего Поволжья. – Тольятти, 2011. – С. 175–186.

8. Рябова Т.Г. Флора и растительность г. Бирска: Автореф. дисс. … канд. биол. наук. – Уфа, 1998. – 17 с.

9. Ишбирдина Л.М., Ишбирдин А.Р. Динамика флоры г. Уфы за 60-80 лет // Ботан. журн. – 1993. – №3. – С. 1–10.

10. Горчаковский П. Л. Тенденции, антропогенных изменений растительного покрова Земли // Ботан. журн. – 1979. – Т.64. – №12. – С. 1697–1714.

11. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1. Растения и грибы / под ред. д.б.н. Б.М. Миркина. – Уфа: Медиа Принт, 2011. – 384 с.

THE FLORA ANALYSIS OF DISTRICT CENTERS KUSHNARENKOVO AND CHEKMAGUSHEVO OF BASHKORTOSTAN REPUBLIC

L.S. Usmanova [1], Ya.M. Golovanov [2]

[1] Kushnarenkovsky Teachers College RB, 20 Sovetskaya St., Vill. Kushnarenkovo, Kushnarenkovsky Dist., Bashkortostan, 452230, Russia

[2] Botanical Garden-Institute of Ufa Scientific Research Center RAS, 195, bd. 3 Mendeleeva St, Ufa, 450080, Russia

E-mail: jaro1986@mail.ru

According to the research flora of vascular plants in district centers Kushnarenkovo and Chekmagushevo of Bashkortostan Republic has respectively 470 and 404 species of the 286 and 244 genera, 73 and 58 families. The leading families are *Asteraceae* and *Poaceae*. Floras of villages Kushnarenkovo and Chekmagushevo are characterized as hemicryptophyte-therophyte. In relation to the moisture conditions mesophytes occupy a leading position. Adventive flora component is 123 and 111 species.

Key words: villages, flora, adventive species, adventive component of flora.

УДК 581.151 (470.325)

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ЗНАЧЕНИЙ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РАСТЕНИЙ В ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯХ *CONYZA CANADENSIS* (L.) CRONQ. ПРИ УСИЛЕНИИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЮГО-ЗАПАДЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В.К. Тохтарь, Н.В. Мазур

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

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

Статья посвящена изучению изменчивости морфологических признаков растений в ценопопуляциях инвазионного на юго-западе Среднерусской возвышенности вида *Conyza canadensis*. Изучение 18 морфометрических признаков в 26 ценопопуляциях позволило выделить маркерные параметры растений, которые реагируют на изменение степени антропогенного воздействия в популяциях, формирующихся в техногенных, квазиприродных и природных экотопах региона.

Ключевые слова: *Conyza canadensis*, изменчивость, морфологические признаки, антропогенное влияние

Введение

Современный этап развития и эволюции фитобиоты характеризуется интенсивным формированием сети антропогенных местообитаний, загрязнением почв и воды промышленными отходами, возникновением техногенных пустошей и бэдлэндов, появлением совершенно новых, не имеющих природных аналогов, токсичных условий произрастания растений в техногенных неоэкотопах. Поэтому все большее значение приобретают исследования, направленные на изучение реакций растений на антропогенное воздействие. Подобные исследования позволят не только обогатить арсенал методов мониторинга состояния фитобиоты, но и продвинуться в разработке возможности прогнозирования состояния видов и популяций и построении моделей изменения параметров растений в зависимости от различных условий среды.

Целью исследования было определение тенденций изменений значений морфологических признаков растений в ценопопуляциях *C. canadensis* (L.) Cronq. в техногенных, квазиприродных и природных экотопах на юго-западе Среднерусской возвышенности.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были 26 ценопопуляций растений инвазионного на юго-западе Среднерусской возвышенности вида *C. canadensis*:

1. г. Белгород, на склоне ж.-д. насыпи, в 300 м от торгового комплекса «Спутник»;
2. Там же, Белгородский район, на территории пескарьера, западный склон, на берегу «Белгородского моря» в 1 м от автодороги;
3. Там же, территория лесопарка «Сосновка», в хвойных посадках, на песчаных почвах;
4. Там же, восточная часть территории туберкулезного диспансера, рудеральные местообитания;
5. Там же, район «Меловой горы», вблизи городского авторынка, на склоне обнажений мела;
6. Там же, территория ж. д. насыпей напротив рынка «Салют»;
7. Там же, на железнодорожных насыпях станции «Белгород»;
8. Там же, Белгородский район, с. «Ближние пески», берег реки «Северский Донец» въезд в село;
9. Там же, п. Разумное, на залежных землях в 800 метрах от спортивного комплекса;
10. Белгородская область, Борисовский район, п. Борисовка, участок заповедника «Белогорье», в лесной части участка «Лес на Ворскле», на опушке леса недалеко от болота, поле площадью 20 га, почвы серые лесные;
11. Там же, луговой участок, вдоль соснового леса;
12. Там же, на территории заповедника «Белогорье» – участок «Лес на Ворскле», вдоль лесной тропы при входе в лес от административных зданий;
13. Белгородская область, Новооскольский район, с. Подольхи на берегу р. Оскол, в 500 м от знака село Подольхи;

14. Там же, Новооскольский район, с. Песчаное, моновидовые заросли вдоль ж. д. насыпи;

15. Там же, Чернянский район, п. Чернянка, ж.д. насыпи в 1 км от въезда в поселок;

16. Там же, Старооскольский район, автодорога в 5 км от автодорожного знака г. Старый Оскол;

17. Там же, г. Старый Оскол, на залежном участке, в 1 км от въезда в город;

18. Там же, Губкинский район, с. Сергеевка, заповедник «Белогорье», участок «Ямская степь», на входе к административному зданию;

19. г. Белгород, территория цементного завода вдоль ж. д. насыпи на выезде из территории завода;

20. Белгородская область, Волоконовский район, п. Волоконовка, на полях плодопитомника ООО «Росток»;

21. Там же, Валуйский район, г. Валуйки, ж. д. насыпи на станции «Валуйки»;

22. г. Белгород, завод «Белгородасбестоцемент» за административным зданием;

23. Там же, Ботанический сад НИУ БелГУ, на территории «геомагнитной тропы» Ботанического сада;

24. Белгородская обл., Шебекинский район, на территории природного парка «Нежеголь», на клумбах;

25. г. Белгород, на территории завода «Энергомаш» перед центральным входом;

26. Там же, Ботанический сад НИУ БелГУ, ж. д. насыпи вдоль объездной дороги вокруг г. Белгорода.

В этих ценопопуляциях была изучена изменчивость 18 морфологических признаков: а – длина нижнего листа растения, б – ширина нижнего листа, в – общее число листовых узлов на стебле, г – число листьев на 10 см. стебля, д – длина наиболее длинного листа, е – ширина наиболее длинного листа, ж – длина наиболее длинной ветви в соцветии, з – число ветвей в соцветии длиной более 1 см, и – длина корзинки, к – диаметр корзинки, л – длина ножки корзинки, м – высота всей надземной части, н – высота объединенного соцветия, о – число корзинок в соцветии, п – длина листа в основании соцветия, р – ширина листа в основании соцветия, с – длина листа в середине стебля, т – ширина листа в середине стебля. Для этого использовались традиционные методы исследования морфологических признаков и подходы, которые, на наш взгляд позволили достичь необходимых результатов [1–4]. По всем популяциям были также рассчитаны значения фотосинтетического и репродуктивного усилий [5]. Для анализа нами использовались ценопопуляции, произрастающие в техногенных, квазиприродных и природных экотопах региона.

Результаты исследований

Исследования ценопопуляций *C. canadensis* позволили разделить все изученные признаки на три группы: наиболее и наименее отличающиеся в различных условиях техногенных, квазиприродных и природных экотопов, а также индифферентные – практически не меняющиеся при изменении условий среды (табл.).

Таблица

Средние значения морфологических признаков растений в ценопопуляциях *C. canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности

Морфологические признаки	Средние значения признаков в ценопопуляциях		
	техногенных экотопов	квазиприродных экотопов	природных экотопов
1	2	3	4
Наиболее отличающиеся признаки			
Число листовых узлов на стебле (шт.)	77±3.6	76.8±3.4	50.4±2.1
Высота растения (см)	65.5±3.1	74.9±2.7	43.6±0.9
Число корзинок (шт.)	657.5±93.6	755.3±50.1	457.7±22.6
Длина листа в основании соцветия (см)	5.1±0.1	5.±0.1	3.2±0.08
Ширина листа в основании соцветия (см)	0.4±0.02	0.5±0.07	0.2±0.01
Минимально отличающиеся признаки			
Длина нижнего листа (см)	3.7±0.3	3.7±0.1	2.7±0.09
Длина наиболее длинного листа (см)	5.2±0.1	5.08±0.1	3.4±0.07
Ширина нижнего листа (см)	0.4±0.02	0.4±0.02	0.3±0.02
Число листьев на 10 см стебля (шт.)	21.4±1.1	20.4±1.1	18.6±1.02
Ширина наиболее длинного листа (см)	0.4±0.02	0.4±0.02	0.3±0.02
Число ветвей в соцветии (шт.)	19.5±2.1	23.9±1.5	19.5±2.1
Длина ножки корзинки соцветия (см)	0.6±0.03	0.6±0.04	0.5±0.05
Высота объединенного соцветия (см)	20.8±1.4	23.9±1.1	20.7±0.8

Окончание таблицы

1	2	3	4
Ширина листа в середине стебля (см)	0.2±0.02	0.2±0.01	0.2±0.04
Длина листа в середине стебля (см)	3.2±0.1	3.3±0.2	2.5±0.07
Индифферентные признаки			
Диаметр корзинки соцветия (см)	0.1±0.001	0.1±0.003	0.1±3.1
Длина корзинки соцветия (см)	0.4±0.01	0.4±0.01	0.4±0.01

Длина нижнего листа в ценопопуляциях растений в техногенных экотопах составила 3.7 см, тогда как в природных местообитаниях этот параметр равен 2.7 см. Значения ширины нижнего листа растений в техногенных достигает 0.4 см, а в природных – 0.3 см. Количество листьев на стебле в техногенных местообитаниях в среднем составляет 77 шт. на одно растение, а в природных – 50 шт. Максимальное количество листьев на стебле отмечено на железнодорожных насыпях в г. Белгороде и составляет 146 шт. на одно растение. Среднее количество листьев, расположенных на 10 см стебля одного растения, отличается несущественно: в ценопопуляциях природных экотопов в среднем – 19 листьев на растение, а в техногенных – 21. Высота растений в ценопопуляциях техногенных экотопов в среднем несколько выше и составляет 65.5 см, в то время как в ценопопуляциях природных местообитаний среде значение высоты растений несколько ниже – 43.6 см. Таким образом, исследование 18 морфологических признаков растений в 26 ценопопуляциях *C. canadensis* позволило выделить маркерные признаки, которые реагируют на изменение степени антропогенной трансформации среды.

Изучение ценопопуляций *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных и природных экотопах свидетельствует о том, что в процессе ослабления действия антропогенных факторов и усиления влияния зональных происходят следующие изменения изученных параметров вдоль изученного градиента: снижается общая фитомасса растений – с 4.9 г до 3.1 г, масса генеративных структур – с 1.7 г до 1.3 г, масса вегетативных структур – с 0.4 г до 0.3 г. Изучение аллометрических признаков позволило установить, что при усилении антропогенного воздействия на ценопопуляции происходит увеличение значений, характеризующих показатели фотосинтетического усилия в них. Так, например, в ценопопуляциях техногенных и квазиприродных экотопов оно имеет одинаковые значения (0.18 г), а в природных – снижается до 0.12 г. Такие же результаты получены и по ряду других видов растений [4]. Можно предположить, что изменение значений фотосинтетического усилия связано в первую очередь с конкурентными отношениями видов в различных сообществах, а также с наличием разного количества свободных экологических ниш, хотя точные причины этого явления еще предстоит установить.

Таким образом, нами было установлено, что значения средних корреляционных связей в ценопопуляциях *C. canadensis* в природных, квазиприродных и техногенных экотопах увеличиваются при усилении антропогенного воздействия [5]. В природных ценопопуляциях снижается и изменчивость изученных признаков, и сила связей между ними. Полученные данные позволяют говорить о том, что при ослаблении антропогенного воздействия в ценопопуляциях изученного вида *Conyza canadensis* снижается не только коэффициент вариации признаков, но и значения таких показателей как мода и медиана. Ценопопуляции квазиприродных экотопов, в целом, занимают по этим параметрам промежуточное положение между ценопопуляциями техногенных и природных местообитаний. Проведенные исследования позволили нам установить основные тенденции в изменении значений количественных морфологических признаков инвазионного вида *C. canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности. При изменении силы антропогенного воздействия в ряду ценопопуляций техногенных, квазиприродных и природных экотопов снижаются средние значения ряда маркерных статистических параметров (рис. 1).

Заключение

Таким образом, исследование ценопопуляций растений *C. canadensis*, формирующихся в техногенных, квазиприродных и природных экотопах юго-запада Среднерусской возвышенности свидетельствует о том, что средние значения коэффициентов вариации, моды, медианы, корреляционных связей изученных признаков и фотосинтетическое усилие уменьшаются при ослаблении действия антропогенных факторов, и только репродуктивное усилие увеличивает свои показатели. Полученные результаты позволили построить модель, отражающую изменения морфологических признаков растений *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных, природных экотопах на юго-западе Среднерусской возвышенности (рис. 2). Созданная модель по ряду маркерных признаков отражает их изменчивость в разных условиях среды в зависимости от силы антропогенного воздействия.

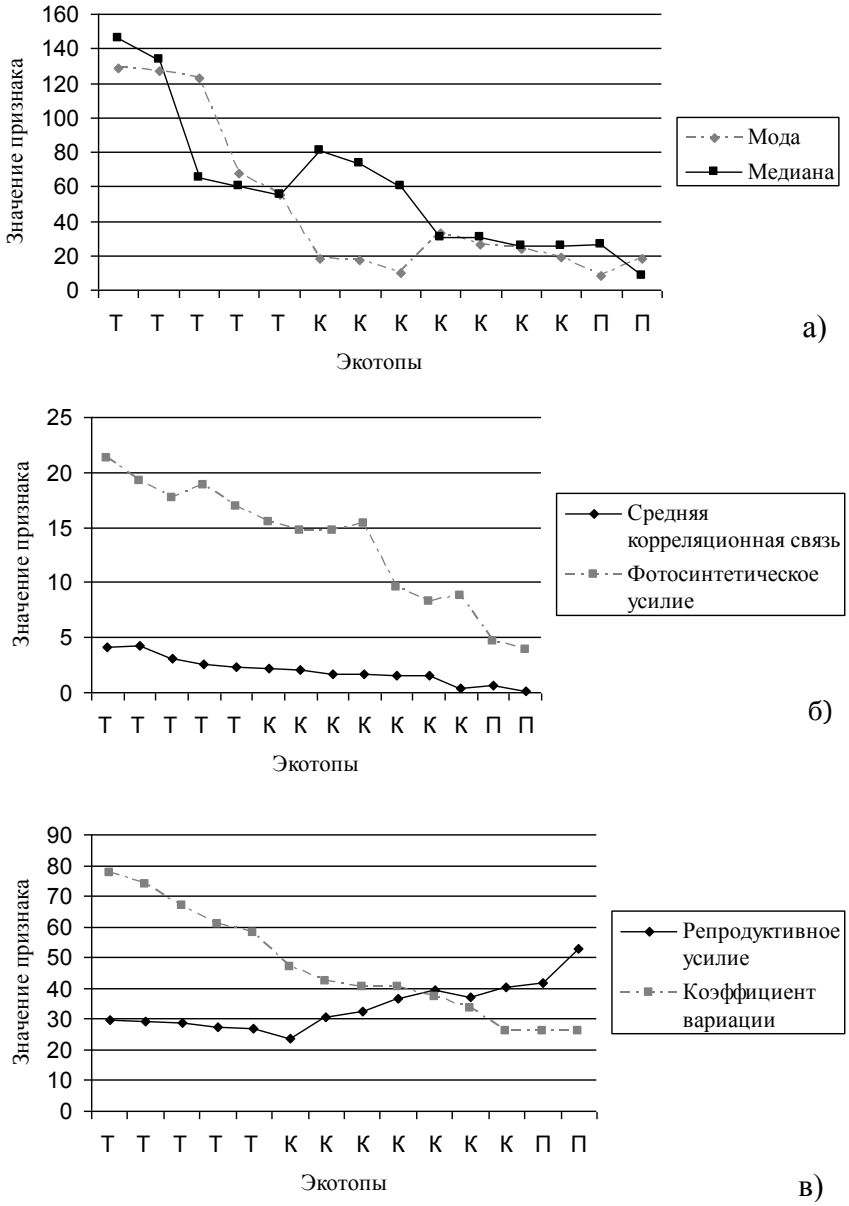


Рис. 1. Тенденции изменений значений маркерных морфологических признаков в ценопопуляциях *Conyza canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности при изменении силы антропогенного воздействия: а) средние значения моды и медианы признаков в ценопопуляциях; б) значения средних корреляционных связей и фотосинтетического усилия; в) средние значения репродуктивного усилия и коэффициентов вариации. Т – техногенные, К – квазиприродные, П – природные экотопы

Список литературы

1. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. думка, 1991.– 168 с.

2. Виноградова Ю.К. Процессы микроэволюции у адвентивных и интродуцированных растений : Автореф. дис. … д-ра биол. наук. – М., 1992.– 40 с.

3. Ростова Н.С. Изменчивость системы корреляций морфологических признаков. Популяции видов рода *Leucanthemum* (Asteraceae) в природе и в условиях культивирования // Ботан. журн. – 2000. – Т. 85, №.1. – С. 46–67.

4. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений.– Казань: Изд-во Казанского Университета, 1989.– 149 с.

5. Тохтарь В.К., Мазур Н.В. Изменчивость корреляционных структур морфологических признаков популяций *Conyza canadensis* // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». –2011. – №9 (104). Вып. 15/1. – С. 247–251.

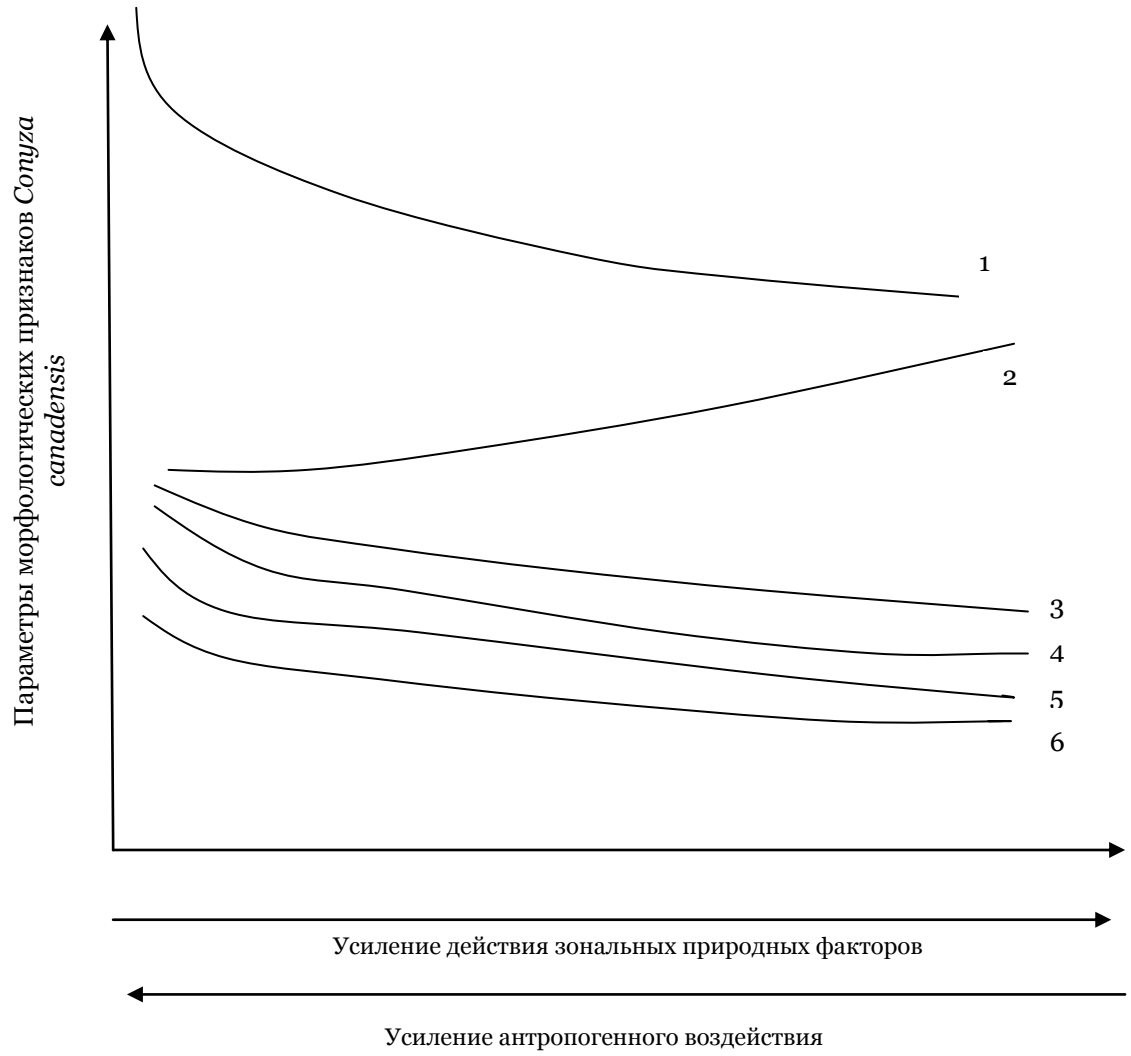


Рис. 2. Модель изменения параметров морфологических признаков растений *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных, природных экотопах на юго-западе Среднерусской возвышенности. Средние значения: 1 – фотосинтетического усилия в ценопопуляции; 2 – репродуктивного усилия в ценопопуляции; 3 – моды признаков ценопопуляции; 4 – медианы признаков ценопопуляции; 5 – коэффициентов вариации признаков в ценопопуляции; 6 –корреляционных связей признаков в ценопопуляциях

TRENDS OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS CHANGES OF *CONYZA CANADENSIS* (L.) CRONQ. POPULATIONS AT STRENGTHENING OF ANTHROPOGENOUS IMPACT IN THE SOUTH-WEST OF MIDDLE-RUSSIAN UPLAND

V.K. Tokhtar, N.V. Mazur

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

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

The article is devoted to the study of morphological variation in cenopopulations of invasive species Conyza canadensis in the south-west of Middle-Russian Upland. The study of 18 traits in 26 cenopopulations studied allowed to determine the trend of changes in the parameters of plants in cenopopulations formed within technogenous, quasinatural and natural ecotopes of the area.

Key words: Conyza canadensis, variability, morphological features, cenopopulations, anthropogenous impact.

УДК 630.181.8:634.18

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ РЯБИН (*SORBUS* L.) В Г. УФЕ

Р.Г. Абдуллина

Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, 450080, Россия, Башкортостан, г. Уфа, ул. Менделеева, 195, корп. 3

E-mail: rimmaabdullina@yandex.ru

Интродуцированные виды рябин по датам начала и окончания вегетации разделяются на 4 фенологические группы. Виды первых двух (I и II) фенологических групп характеризуются ранним началом вегетации и ранним или поздним ее окончанием, зимостойки и имеют хорошее жизненное состояние, они наиболее устойчивы в условиях г. Уфы (Башкирское Предуралье). Виды III фенологической группы, с поздним началом и окончанием вегетации, имеют ослабленное жизненное состояние и характеризуются как менее устойчивые в климатических условиях региона. Единственный вид, вошедший в IV группу, с поздним началом и раним окончанием вегетации, имеет ослабленное жизненное состояние и зимует только под снегом. Наблюдается связь видов в группах с их систематическим положением и географическим распространением. Недавно интродуцированные виды, входящие в I–II фенологические группы, можно признать перспективными для дальнейшей интродукции.

Ключевые слова: *Sorbus*, интродукционная устойчивость, фенологические группы.

Введение

При определении соответствия сезонного ритма развития растений климатическим условиям их местопроизрастания или при оценке устойчивости растений за пределами их естественного ареала используются различные методики, основанные на данных фенологических наблюдений, наблюдений за зимостойкостью и особенностями роста и развития растений [1, 2, 3]. Для этих же целей проводят выделение фенологических групп растений [4, 5, 6].

Целью настоящей работы являлось выделение фенологических групп интродуцированных видов рябин с включением в эти группы наряду с многолетними, наблюдаемыми в течение длительного времени видами, недавно интродуцированных видов; проанализировать фенологические группы с точки зрения их интродукционной устойчивости, выявить возможные связи видов феногрупп с их географическим распространением и систематическим положением.

Материалы и методы исследования

Фенологические наблюдения проводились по общепринятой в интродукционных исследованиях методике [7] за 25 видами, произрастающими в коллекции Ботанического сада (г. Уфы), относящимися к четырем систематическим группам [8]:

– секция *Sorbus* – *S. amurensis* Koehne, *S. americana* Marsh., *S.* × *arnoldiana* Rehd., *S. aucuparia* L., *S. commixta* Hedl., *S. discolor* (Maxim.) Maxim., *S. decora* (Sarg.) Schneid., *S. fruticosa* Steud., *S. koehneana* Schneid., *S. pohuashanensis* (Hance) Hedl., *S. rufo-ferruginea* (Schneid.) Schneid., *S. sibirica* Hedl., *S. cashmiriana* Hedl.;

– секция *Lobatae* Gabr. – *S.* × *hybrida* L., *S. intermedia* (Ehrh) Pers., *S. intermedia* (Ehrh) Pers var. arranensis (Hedl.) Rehd., *S. turkestanica* (Franch.) Hedl., *S.* × *thuringiaca* (Ilse) Fritsch., *S. mougeottii* Soy-Willem. et Godr., *S. caucasica* Zinserl., *S. armeniaca* Hedl.;

– секция *Chamaemespilus* – *S. chamaemespilus* (L.) Grantz. var. sudetica (Tausch) Wenz;

– секция *Aria* Pers. – *S. aria* L., *S.* × *latifolia* (Lam.) Pers., *S. graeca* (Shach.) Hedl.

Возраст многолетних растений рябин 26–51 лет (наблюдения проводились в течение 7 лет). Возраст растений недавно интродуцированных видов – 4–7 лет (наблюдения проводились в течение 3–4 лет). Зимостойкость интродуцированных видов рябин оценивалась по семибалльной шкале [5] с дополнениями [9].

I – растения не обмерзают; IA – растения не обмерзают, но распускание листьев заметно опаздывает, рост побегов замедленный; IБ – ростовые процессы начались, но после наступления жарких дней в мае молодые листья и побеги завяли; IB – ростовые процессы нормальные, но цветочные почки повреждены;

II –обмерзают не более 50% длины однолетних побегов;

III – обмерзают от 50% до 100% длины однолетних побегов;
IV – обмерзают более старые побеги;
V – обмерзает надземная часть до снегового покрова;
VI – обмерзает вся надземная часть;
VII – растения вымерзают целиком.

Дополнительно, для оценки жизненного состояния растений использовалась шкала В.А. Алексеева [10].

Для разбивки видов рябин на фенологические группы использовалась процедура кластерного анализа [11]. Недостающие фенодаты были заменены средними значениями. Рябины были разделены на две группы по началу (фенофаза «разверзание почек») и концу вегетации (фенофаза «окрашивание листьев»). Затем была проведена разбивка видов на группы: I – рано начинающие и рано заканчивающие вегетацию; II – рано начинающие и поздно заканчивающие вегетацию; III – поздно начинающие и поздно заканчивающие вегетацию.

Результаты и их обсуждение

Начало вегетации (распускание почек) у исследованных видов рябин по многолетним данным наблюдается во второй–третьей декаде апреля. Самое раннее распускание почек отмечено у *S. amurensis* и *S. sibirica* – 10 апреля, самое позднее у *S.* × *hybrida* – 6 мая. Конец вегетации (окрашивание листьев) наблюдается в третьей декаде сентября. Первой в эту фенофазу вступает *S. sibirica* – 28 сентября, последней – *S. chamaemespilus* – 23 октября.

Виды, вошедшие в I группу (рано начинающих и рано заканчивающих вегетацию), занимают северную часть общего ареала рода или являются видами, произрастающими в горных условиях: *S. amurensis*, *S. commixta*, *S. koehneana* – северо-восточноазиатские; *S. aucuparia* занимает широкий европейский ареал; у *S. sibirica* основная часть ареала лежит в Сибири. Зимостойкость видов этой группы I балл, жизненное состояния растений высокое («здоровые деревья»). Исключение составляет *S. koehneana*, произрастающий в горных регионах Китая, с зимостойкостью IA балл, у которой отмечается снижение густоты кроны до 30% за счет повреждения насекомыми, хлороза и некроза листьев в верхней половине кроны («ослабленные деревья»).

Виды II группы (рано начинающих и поздно заканчивающих вегетацию) *S. rufoferruginea*, *S. pohuashenensis*, *S.* × *arnoldiana*, *S. discolor* имеют более южные ареалы, чем другие восточноазиатские виды, вошедшие в I группу; гималайские – *S. fruticosa* и *S. cashmirica*; горный, среднеазиатский – *S. turkestanica*; североамериканские – *S. americana* и *S. decora*. Зимостойкость этой группы видов I балл. В отдельные годы у *S. turkestanica* отмечалась зимостойкость IБ и IВ баллы. По срокам начала вегетации эти виды близки к видам I группы, жизненное состояния растений высокое («здоровые деревья»).

В III группу (поздно начинающих и поздно заканчивающих вегетацию) входят виды, произрастающие в относительно мягких условиях западной и центральной Европы: южноскандинавские – *S.* × *hybrida*, *S. intermedia*; центральноевропейские – *S.* × *thuringiaca*, *S. mougeottii*, *S. aria*, *S.* × *latifolia*; горный, средиземноморско-среднеазиатский – *S. graeca*; кавказские – *S. caucasica* и *S. armeniaca*. Зимостойкость этой группы видов I(IБ–IВ)–II балла. Исключением является – *S. graeca*, у которой в отдельные годы подмерзают 1–2-хлетние побеги (II–III балла), а в более суровые зимы – 3–5 летние (IV), но растения быстро восстанавливаются, цветут и плодоносят. У *S. mougeottii*, *S. intermedia*, *S. intermedia* var. arranensis и *S.* × *hybrida* наблюдается снижение густоты кроны до 30% за счет изреживания скелетной части кроны («ослабленные деревья»). У этих видов, в отдельные годы, из-за ранних осенних заморозков, отмечается побурение листьев до начала фенофазы «окрашивание листьев» (табл.).

В IV группу (поздно начинающих и рано заканчивающих) вошел один южноевропейский вид – *S. chamaemespilus* var. sudetica. Зимостойкость этого вида V баллов, в наших условиях зимует только под снегом.

Таблица

Распределение видов рябин по фенологическим группам

Виды	Секции	Распространение	Год интродукции	Распускание почек. Окрашивание листьев, дни*	Продолжительность вегетации, дни
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Группа I – рано начинающих и рано заканчивающих вегетацию					
S. sibirica	*Sorbus*	Сибирь, Д. Восток, Монголия	1959	22.04.±2.7 08.09.±2.5	138.1±4.0
S. amurensis	*Sorbus*	Д. Восток, Корея	1988	19.04.±1.9 12.09.±2.0	146±1.6

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
S. commixta	*Sorbus*	Д. Восток, Япония	1988	19.04.±1.8 11.09.±2.8	144.5±2.
S. aucuparia	*Sorbus*	Европа, Кавказ, Сев. Африка	1943	22.04.±2.3 15.09.±3.0	146.6±3.3
S. koehneana[1]	*Sorbus*	Центр. Китай	2008	21.±4.6 14.09.±4.8	145.3±3.9
Группа II – рано начинающих и поздно заканчивающих вегетацию					
S. discolor	*Sorbus*	Север. Китай	2009	18.04.±2.6 21.09.±9.5	156.3±12.1
S. americana[1]	*Sorbus*	Север. Америка	2009	20.04.±3.5 23.09.±1.5	155.7±2.6
S. × arnoldiana	*Sorbus*	Север. Китай, Япония	1987	23.04.±2.6 21.09.±3.	151.3±3.3
S. cashmirica[1]	*Sorbus*	Гималаи	2009	16.04.±1.3 20.09.±5.8	157±6.7
S. fruticosa[1]	*Sorbus*	Гималаи, Запад. Китай	2009	17.04.±1.5 22.09.±6.1	156.5±12.5
S. decora	*Sorbus*	Север. Америка	1985	23.04.±2.5 19.09.±3.9	149.1±4.5
S. pohuashenensis	*Sorbus*	Север. Китай	2008	24.04.±4.2 29.09.±3.8	158.5±6.1
S. rufo-ferruginea	*Sorbus*	Япония	1987	24.04.±2.5 23.09.±3.3	153.3±2.7
S. turkestanica	*Lobatae*	Сред. Азия, Памир	1963	24.04.±2.4 23.09.±3.0	151.9±4.0
Группа III – поздно начинающих и поздно заканчивающих вегетацию					
S. armeniaca	*Lobatae*	Кавказ, вост. Закавказье	1960	30.04.±1.1 27.09.±2.3	150.3±2.2
S. aria[1]	*Aria*	Зап. Европа, Сред. Азия	2006	25.04.±4.3 25.09.±3.8	152.7±7.3
S. caucasica[1]	*Lobatae*	Кавказ	2009	24.04.±3.5 24.09.±2.7	152.3±2.6
S. × hybrida	*Lobatae*	Скандинавия	1974	27.04.±2.4 26.09.±2.5	152.6±3.2
S. graeca	*Aria*	Юж. Крым, Сред. Азия	1958	28.04.±1.5 24.09.±2.0	149.6±2.7
S. intermedia	*Lobatae*	Прибалтика, Скандинавия	1961	29.04.±1.7 26.09.±2.4	150±2.2
S. intermedia var. arranensis	*Lobatae*	Зап. Европа	1960	29.04.±1.7 26.09.±2.4	150.8±2.2
S. × latifolia[1]	*Lobatae*	Зап. Европа, Мал. Азия	2008	27.04.±3.8 02.10.±5.0	157.8±7.1
S. mougeottii	*Lobatae*	Цент. Европа	1985	28.04.±1.3 28.09.±2.3	150.6±2.9
S. × thuringiaca	*Lobatae*	Центр. Европа	1963	27.04.±1.1 29.09.±4.2	155.3±4.2
Группа IV - поздно начинающих и рано заканчивающих вегетацию					
S. chamaemespilus var. sudetica[1]	*Chamaemespilus*	Центр. и юж. Европа	1975	27.04.±4.0 22.09.±2.2	148.5±2.4

Примечание: [1] – имеют высоту до уровня снегового покрова; * – средние многолетние данные.

Анализ фенологических групп показал, что в первые две группы (I и II) входят наиболее интродуцированные виды рябин устойчивые в условиях г. Уфы (Башкирское Предуралье). Это виды, занимающие северную часть общего ареала рода, или виды, произрастающие в горных условиях северной или центральной Азии. Они характеризуются высокой зимостойкостью и хорошим жизненным состоянием. В III фенологическую группу входят менее устойчивые виды, занимающие западную часть общего евразийского ареала рода. Эти виды характеризуются меньшей зимостойкостью и менее высоким жизненным состоянием.

Наблюдается связь видов в группах с их систематическим положением. Первые две группы (I и II) представлены почти исключительно видами секции *Sorbus* (кроме *S. turkestanica* – секция *Lobatae*). В III фенологическую группу входят виды секций *Aria* и

Lobatae. Относительно недавно интродуцированные *S. koehneana*, *S. americana*, *S. cashmirica*, *S. fruticosa*, входящие в I и II фенологические группы, следует отнести к перспективным для дальнейшей интродукции видам.

Заключение

Интродуцированные виды рябин по датам начала и окончания вегетации группируются на 4 фенологические группы: I – рано начинающие и рано заканчивающие вегетацию (растения имеют высокую зимостойкость и «хорошее жизненное состояние»); II – рано начинающие и поздно заканчивающие вегетацию (растения имеют высокую зимостойкость и «хорошее жизненное состояние»); III – поздно начинающие и поздно заканчивающие вегетацию (растения менее зимостойки и имеют «ослабленное жизненное состояние»); IV – поздно начинающие и рано заканчивающие вегетацию (растение имеет слабую зимостойкость и «ослабленное жизненное состояние», зимует только под снегом). Виды первых двух (I и II) фенологических групп наиболее устойчивы в условиях г. Уфы (Башкирское Предуралье). Наблюдается связь видов в группах с их систематическим положением и географическим распространением. Недавно интродуцированные виды, входящие в I–II фенологические группы, по аналогии со старовозрастными и наблюдавшимися более продолжительный период времени видами этих групп, можно признать перспективными для дальнейшей интродукции.

Список литературы

1. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. – М., 1973. – С. 7–67.

2. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. – М.: Наука, 1991. – 216 с.

3. Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. – М.: Наука, 1981. – 120 с.

4. Петрова И.П. Фенологические группы среднеазиатских деревьев и кустарников в Москве // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1964. – Вып. 53. – С. 3–10.

5. Лапин П.И., Калуцкий К.К., Калуцкая О.Н. Интродукция лесных пород. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 224 с.

6. Колдаева М.Н. Особенности сезонного роста и развития растений скальной флоры южного Приморья в культуре // Бюл. Гл. ботан. сада. – 2007. – Вып. 193. – С. 9–18.

7. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М., 1975. – 28 с.

8. Габриэлян Э.Ц. Рябины (*Sorbus* L.) Западной Азии и Гималаев. – Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1978. – 258 с.

9. Петрова И.П., Бородина Н.А. Рябина. Итоги интродукции в Москве. – М.: Наука, 1992. – 120 с.

10. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.

11. Халафян А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник – М.: Бином-Пресс, 2008. – 512 с.

PHENOLOGIC GROUPS OF SORBUS´ SPECIES (SORBUS L.) INTRODUCED IN UFA

R.G. Abdullina

Botanical Garden-Institute Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleyeva St, Ufa, 3450080, Russia

E-mail: rimmaabdullina@yandex.ru

Introduced species of Sorbus L. are grouped into four phenological groups by dates of the beginning and end of the vegetation period. The species of the first two phenological groups (I and II) are characterized by an early beginning and a late ending of the vegetation period; they are winter-hardy and have a good viability. These species are the most resistant in the city of Ufa (Bashkir Cis-Urals). The species of the third phenological group (III) with a late beginning and ending of the vegetation period have weakened viability; they are less resistant to the climate of the region. The only species which has entered into the IV group, with a late beginning and an early ending of the vegetation period, has the weakened viability and winters only under snow. There is a correlation of the phenological groups with systematic position and geographical distribution of the species. Recently introduced species included in I-II phenological groups can be considered as perspective for further introduction.

Key words: Sorbus, vegetation period, introduction resistance, viability, phonological groups.

УДК 582.572.225:581.4

ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И АГРОТЕХНИКА ВИДОВ РОДА *ALLIUM* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ

Л.А. Тухватуллина

Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Россия, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева 195/3

E-mail: lenvera1@yandex.ru

В работе представлены результаты многолетних изучений декоративных признаков 61 таксона рода *Allium* L. при интродукции в Ботаническом саду-институте г. Уфы. Все включенные в исследования луки являются красивоцветущими растениями, хорошо приспособленными к местным условиям, многие из них обладают длительным периодом цветения. Большинство луков являются перспективными для выращивания в регионе Южного Урала.

Ключевые слова: *Allium* L., вид, таксон, агротехника, интродукция, декоративные качества.

Введение

Многие дикорастущие виды лука наряду с ценными пищевыми, витаминными и лекарственными свойствами обладают высокими эстетическими достоинствами. Оригинальная форма и окраска цветов и соцветий, красивые листья, длительное цветение дают возможность использовать их в озеленении. Луки могут использоваться как в одиночных (как солитеры), так и в групповых посадках, в сочетании с другими видами декоративных растений, на рабатках, каменистых горках и т. д. Для срезки они мало подходят, однако в современной аранжировке они необходимы. Луки используют для составления цветочных композиций, в том числе сухих букетов.

Интродукционное изучение декоративных луков и биологию их цветения проводили многие авторы [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Декоративность их усиливается в условиях культуры. Однако виды луков пока мало используются в озеленении.

Материал и методика

Работа проводилась в Ботаническом саду-институте УНЦ РАН (г. Уфа) в период с 1995 –2012 гг.

Объектами изучения были 61 таксон рода *Allium* L. Декоративные показатели растений оценивались по методикам принятым селекционерами при оценке травянистых декоративных растений [7, 8]. При описании агротехники использованы работы Н.А. Юрьевой, В.А. Кокоревой [9] и Л.А. Тухватуллиной [10].

Результаты и их обсуждение

В таблице представлена характеристика декоративных качеств интродуцированных луков (1995–2012 гг.) [10, 11].

При оценке декоративных признаков луков большое внимание уделяется длительности цветения и декоративному эффекту.

Из таблицы видно, что у исследуемых луков длительность цветения отдельных соцветий составляет от 8 до 32 дней; особи – от 15 до 86 дней; цветка – от 3 до 14 дней.

Длительность цветения отдельного цветка, соцветия, особи в целом значительно колеблются. Минимальная длительность цветения одного цветка зафиксирована у *A. angulosum* и *A. atroviolaceum* (3-5 дней), максимальная – у *A. stipitatum*, *A. montanum*, *A. nutans* и *A. ramosum* (8–14 дней).

По длительности цветения особи выделяются *A. albidum* (45–68 дней), *A. ramosum* (70–86 дней), *A. carolinianum* (45–80 дней) и *A. nutans* (30–53 дня). Для этих луков характерен длительный период образования генеративных побегов и цветения (ремонтантность). Это является следствием разновременной закладки генеративных побегов, которые образуются непрерывно в течение длительного срока. Длительный период цветения можно считать положительным признаком при использовании для декоративных целей.

Быстро отцветают соцветия у *A. ledebourianum*, *A. aflatunense*, *A. viride*, *A. altissimum*, *A. maackii* и *A. moly* – через 8-11 дней; долго цветут соцветия у *A. albidum*, *A. nutans* и *A. ramosum* (28–40 дней).

Декоративные виды лука условно подразделяются на следующие группы: по срокам цветения, по высоте цветоноса, по величине соцветия.

По срокам цветения луки можно разделить на 4 группы:

1. Весенние – *A. altissimum*, *A. stipitatum*, *A. aflatunense*, *A. rosenbachianum*, *A. giganteum*, *A. karataviense*, *A. suworowii*, *A. tulipifolium*, *A. auctum*.

Таблица

Характеристика декоративных качеств луков при интродукции

Вид	Длина цветоноса, см	Число цветков в соцветии, шт.	Диаметр соцветия / цветка, см	Длительность цветения, дни			Окраска и форма цветка	Форма соцветия	Число листьев, шт.	Размер листа: длина / ширина, см	Форма листа
				цветка	соцветия	особи					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Allium aflatunense	90–120	105–228	8–9.5 1.5–1.6	5–7	9–11	12–20	Фиолетовая, звездчатая	Шаровидная, густая	6–8	45–65 5.0–9.0	Ремневидная
A. albidum	50–80	62–114	5–7.5 1.2–1.5	5–7	30–32	45–65	Белая, звездчатая	Полушаровидная	8–10	20–45 0.5–0.7	Узколинейная
A. altissimum	90–130	55–130	10–13 1.6–1.8	5–8	10–12	15–22	Сиреневая, звездчатая	Рыхлая, шаровидная	7–8	40–60 3.0–8.5	Ремневидная
A. altyncolicum	40–50	32–84	4–5 0.7–1	5–7	8–11	20–22	Розовая, узкоколокольчатая	Полушаровидная	2–3	22–50 0.5–1.0	Цилиндрическая
A. angulosum	30–70	66–108	4–5.5 0.4–0.5	3–5	22–27	30–40	Розово-фиолетовая, ширококольчатая	Полушаровидная	8–10	16–27 0.4–0.6	Узколинейная
A. atroviolaceum	75–100	230–725	4.5–6 0.3–0.5	3–4	9–12	14–23	Темно-фиолетовая, колокольчатая	Овально-шаровидная	5–6	19–26 0.5–1.5	Линейная
A. auctum	40–70	159–188	7–7.5 1.5–1.6			14–26	Розово-сиреневая, звездчатая	Шаровидная	5–7	27–43 2–3.5	Линейная
A. caeruleum var. *viviparum*	45–85	20–95	3.5–5.5 0.6–0.8	6–11	15–17	22–25	Синяя, колокольчатая	Полушаровидная	5–6	15–40 0.7–1.0	Желобчатая
A. caeruleum	80–95	300–470	5.5–6.5 0.7–0.9	4–6	15–18	25–30	Синяя, звездчатая	Шаровидная, густая	5–6	10–37 0.7–1.0	Желобчатая
A. carolinianum	30–40	55–80	3.5–5 0.4–0.5	5–9	12–17	45–80	Розово-сиреневая, яйцевидная	Полушаровидная	8–12	8–28 0.3–0.4	Узколинейная
A. caspium	10–30	70–80	9–10.5 0.5–0.6			12–15	Зеленоватая, колокольчатая	Шаровидная	3–5	9–19 0.6–2	Линейно-ланцетная
A. cernuum	30–45	22–42	4–5 0.7–0.8	5–6	13–15	20–24	Розово-сиреневая, колокольчатая	Пучковато-полушаровидная	6–8	9–25 0.6–0.8	Узколинейная
A. cyrillii	50–65	74–244	5–6.5 0.9–1	3–5	19–22	34–41	Сиреневатая, звездчатая	Шаровидная	10–12	10–34 0.5–0.8	Линейная
A. delicatulum	35–45	24–72	2.5–3.5 0.5–0.6	3–4	15–17	22–24	Беловато-розоватая, тколокольчатая	Почти шаровидная	2–4	6–9 0.2	Полуцилиндрическая нитевидная
A. erubescens	20–50	50–280	3.5–5 0.3–0.4	5–8	10–17	16–28	Розово-пурпурная узкоколокольчатая	Овально-шаровидная густая	4–5	18–33 0.4–0.6	Узколинейная

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. flavescens	20–42	30–60	3.0–3.8 0.6–0.7	7–9	15–17	20–30	Бледно желтая	Пучковато-полушаровидная	6–8	6–18 0.2–0.3	Нитевидная
A. flavum	18–30	56–122	4–6 0.4–0.5	5–7	13–15	15–22	Желтая, колокольчатая	Пучковато-полушаровидная	3–4	12–19 0.2–0.3	Полуцилиндрическая
A. fuscoviolaceum	65–85	155–274	4–4.5 0.3–0.4	3–5	9–10	15–20	Светло-пурпурная, яйцевидно-колокольчатая	Шаровидная	3–4	15–40 0.5–0.6	Полуцилиндрическая
A. giganteum	70–150	65–234	8–10.5 1.7–2	3–5	9–12	11–15	Светло-фиолетовая, звездчатая	Шаровидная	4–5	40–50 3–4	Ремневидная
A. globosum	45–60	90–165	4–5 0.7–0.8	5–7	20–22	25–33	Розово-пурпурная	Шаровидная, густая	6–7	20–31 0.3–0.6	Шиловидно-желобчатая
A. hymenorhizum	65–85	109–174	3–4 0.6–0.7	3–5	10–11	12–19	Розово-лиловая	Овально-шаровидная	5–7	20–35 0.7–1	Линейная
A. jajlae	40–55	135–260	2.5–4 0.3–0.4		10–12	12–15	Розово-фиолетовая, колокольчатая	Шаровидная	5–7	17–21 0.9–1.4	Линейно-желобчатая
A. karataviense	10–15	74–88	5–6 1.3–1.5		13–16	15–20	Светло-розовая, звездчатая	Шаровидная	2–3	15–17 2.7–4.7	ланцетная
A. komarovianum	45–70	107–131	4.5–5.5 0.5–0.6	4–6	20–25	24–34	Розоватая	Шаровидная	10–12	13–38 0.5–0.9	Линейная
A. ledebourianum	40–60	35–85	4–5 1.2–2.0	5–6	10–12	20–25	Розовато-фиолетовая, колокольчатая	Овально-шаровидная	2–3	20–50 0.5–1.0	Цилиндрическая
A. libanii	50–70	95–222	4.5–5.5 1–1.1	5–8	16–20	28–40	Сиренево-фиолетовая, звездчатая	Полушаровидная	9–11	11–30 0.6–1	Линейная
A. lineare	25–45	55–70	4–6 0.4–0.5	4–8	10–20	29–40	Розовая колокольчатая	Рыхлая, полушаровидная	3–5	6–21 0.2–0.4	Узколинейная
A. maacii	35–45	24–72	3.5–4 0.7–0.9	4–6	8–9	11–13	Розово-сиреневая Колокольчатая	Полушаровидная	5–7	15–23 0.4–0.5	Узколинейная
À. moly	15–26	10–30	4–7 2.0–2.5	4–6	8–11	14–27	Ярко-желтая, звездчатая	Пучковатая рыхлая	1–2	15–20 1.5–2.5	Ланцетная
A. montanum	15–30	35–55	2.5–3.5 0.9–1.0	10–13	15–25	30–50	Темно-розовая, звездчатая	Полушаровидная	10–12	7–16 0.4–0.6	Линейная
A. nerii	45–60	37–105	4–5.5 0.8–1.0	4–10	18–24	30–42	Сиреневая, звездчатая	Рыхлая, шаровидная	7–8	10–25 0.5–0.8	Линейная
A. nutans (новосиб.)	50–75	107–248	4.5–5.5 0.9–1.0	5–9	24–28	43–53	Розово-сиреневая, звездчатая	Шаровидная густая	7–8	15–20 1.1–2.0	Линейная
A. nutans (башкирск.)	50–70	203–392	4.5–5.5 0.7–0.9	6–14	22–28	30–53	Розовая, розово-фиолетовая, звездчатая	Шаровидная густая	8–12	15–27 1.5–2	Линейная

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. nutans (узколистн.)	50–75	70–105	5–6 0.8–1.0	5–9	21–23	30–48	Бледно- розовая, звездчатая	Рыхлая, шаровидная	7–12	20–30 0.5–1.0	Узколинейная
A. obliquum	60–120	168–313	3.5–5.5 1.5–1.6	5–6	15–17	23–26	Зелено-желтая, колокольчатая	Шаровидная густая	9–11	22–34 2.0–3.1	Плоская, косая
A. oleraceum	40–65	37–81	5–9 0.4–0.5	6–9	15–18	16–28	Беловато-зеленая, колокольчатая	Пучковато-полушаровидная	3–4	14–42 0.3–0.6	Узколинейная
A. oliganthum	20–30	20–38	3–3.5 0.6–0.7	4–5	10–13	15–20	Лиловая, колокольчатая	Пучковато-полушаровидная	2–3	9–16 0.2–0.3	Полуцилиндрическая
A. paczoskianum	30–50	48–117	6–7 0.4–0.5	4–7	20–22	28–32	Сиренево-фиолетовая, колокольчатая	Пучковато-полушаровидная	3–4	15–21 0.2–0.4	Полуцилиндрическая
A. paniculatum	20–25	45–178	4.5–6 0.9–1	5–8	22–24	26–30	Розовая, колокольчатая	Пучковато-полушаровидная	3–4	9–18 0.3–0.4	Узколинейная
A. polyanthum	15–35	30–65	3.5–4.5 0.8–1	4–6	15–17	19–23	Розовая, звездчатая	Пучковато-полушаровидная	2–3	19–22 0.3–0.4	Получилиндрическая
A. praescissum	40–60	40–50	5–5.5 0.25–0.3	5–8	15–20	25–30	Розовая, колокольчатая	Полушаровидная	2–4	10–17 0.15	Нитевидная
A. ramosum	50–65	45–150	4.5–6 1.5–1.6	8–13	30–40	70–86	Белая, звездчатая	Рыхлая, полушаров.	3–7	15–30 0.5–1.0	Узколинейная
A. rosenbachianum	50–80	180–208	10–12 1.5–1.6	4–10	10–22	12–24	Фиолетовая, звездчатая	Шаровидная, густая	6–8	28–46 1.5–5.5	Линейно-ланцетная
A. rotundum	30–70	89–294	3–4 0.4–0.5	5–6	16–20	27–40	Пурпуровая, колокольчатая	Шаровидная	5–6	15–28 0.4–0.6	Линейная
A. saravschanicum	30–50	90–100	6–7 1.3–1.4			10–12	Розово-фиолетовая, звездчатая	Шаровидная	2–3	18–22 1.5–4	Линейно-ланцетная
A. schoenoprasum	20–40	35–77	2.5–3.5 0.8–1.0	5–8	10–15	20–29	Розово-фиолетовая, колокольчатая	Пучковато-шаровидная	4–6	12–37 0.3–0.4	Цилиндрическая
A. schoenopra-sum var. *major*	45–55	45–56	4–5.5 1–1.3			16–25	Розово-фиолетовая	Пучковато-шаровидная	4–6	22–55 0.7–1.0	Цилиндрическая
A. schoenopra-sum var. *roseum*	18–22	15–30	2.5–3 0.9–1			12–15	Розовая	Пучковато-шаровидная	4–5	6–21 0.2–0.3	Узкоцилиндрическая
A. schoenopra-sum cv. Prazska Krajova	22–42	30–70	2.5–3 0.5–0.7			20–28	Красноватая, колокольчатая	Пучковато-шаровидная	2–3	15–36 0.3–0.4	Узкоцилиндрическая
A. sphaerocephalon	65–85	196–414	3–4 0.2–0.3	5–8	14–16	18–24	Пурпурная, колокольчатая	Овально-шаровидная	4–5	19–40 0.3–0.4	Полуцилиндрическая
A. stipitatum	80–120	104–189	10–13 1.8–2.0	9–12	10–13	15–20	Сиреневая, звездчатая	Шаровидная, рыхлая	4–6	40–55 2.5–6	Ремневидная

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. strictum	45–80	35–114	3.5–4 0.4–0.5		17–20	23–31	Пурпурная, колокольчатая	Полушаровидная	5–7	15–29 0.4–0.6	Узколинейная
A. suworowii	80–110	90–180	9–10 1.3–1.6			15–20	Розово-фиолетовая, звездчатая	Шаровидная	4–7	45–50 3–8	Ремневидная
A. triquetrum	60–80	80–100	4.5–5.5 1.2–1.5	5–6	25–30	33–37	Белая, звездчатая	Полушаровидная	8–10	9–32 0.3–0.4	Узколинейная
A. tuberosum	30–35	15–35	4.5–5 0.5–0.7	5–6	13–16	27–31	Розово-сиреневая, колокольчатая	Пучковато-полушаровидная	8–12	6–19 0.4–0.6	Узколинейная
A. tulipifolium	40–45	35–40	6–7 1.1–1.2			15–17	Беловатая, звездчатая	Полушаровидная	2	15–17 1.4–3.4	Линейно-ланцетная
A. vavilovii	100–110	430–450	5.5–6.5 1–1.2	5–9	25–30	30–35	Беловатая, звездчатая	Шаровидная	6–7	15–41 1.2–1.6	Дудчатая
A. victorialis	30–46	45–73	2.8–3.5 1.0	4–5	10–11	15–17	Беловато-зеленоватая, звездчатая, распростертая	Шаровидная	2–3	9–13 3.5–5.1	Широкоэллиптическая
A. viride	25–45	64–149	3–4 0.4–0.5	4–6	10–12	11–19	Сизовато-зелёная, яйцевидная	Овальная, шаровидная	4–5	10–25 0.4–0.7	Цилиндрическая
A. zebdanense	40–60	104–235	4–4.5 7–7.5	4–5	15–17	35–40	Темно-сиреневая, звездчатая	Шаровидная	9–12	9–34 0.4–1	Линейная
A. neriniflorum (*A. nerinifolium*)	15–20	15–25	10–15 1.4–1.5	4–6	23–28	25–30	Сиренево-розовая	Пучковатая	2–3	10–16 1.5–2	Полуцилиндрическая

2. Раннелетние – *A. angulosum*, *A. altyncolicum*, *A. obliquum*, *A. moly*, *A. caeruleum*, *A. lineare*, *A. erubescens*, *A. schoenoprasum*, *A. jajlae* и др.

3. Среднелетние – *A. flavescens*, *A. flavum*, *A. albidum*, *A. praescissum*, *A. nerii*, *A. oleraceum*, *A. paniculatum*, *A. rubens*, *A. sphaerocepholon*, *A. strictum*, *A. globosum*, *A. viride*.

4. Позднелетние – *A. komarovianum*, *A. neapolitanum*, *A. stellerianum*, *A. nutans*, *A. montanum*.

По высоте цветоносов: на высокие – более 80 см (*A. atroviolaceum*, *A. aflatunense*, *A. altissimum*, *A. stipitatum*, *A. caeruleum*, *A. vavilovii*, *A. suworowii*), среднерослые – 40–80 см (*A. albidum*, *A. angulosum*, *A. auctum*, *A. rosenbachianum*, *A. rotundum*, *A. strictum*, *A. triquetrum*, *A. libanii*, *A. nerii*, *A. nutans*, *A. oleraceum*, *A. fuscoviolaceum*, *A. hymenorhizum*, *A. ledebourianum*, *A. komarovianum*), низкорослые – менее 40 см (*A. flavum*, *A. flavescens*, *A. karataviense*, *A. moly*, *A. montanum*, *A. oliganthum*, *A. paniculatum*, *A. tuberosum*, *A. schoenoprasum*, *A. nerinifolium*).

По величине соцветия: на крупные – диаметром более 7 см (*A. aflatunense*, *A. stipitatum*, *A. rosenbachianum*, *A. altissimum* и др.); средние – диаметром 4–6 см (*A. ledebourianum*, *A. nutans*, *A. obliquum*, *A. libanii*, *A. altyncolicum*, *A. tulipifolium*); мелкие – диаметром 2.5–3.5 см (*A. flavescens*, *A. oliganthum*, *A. montanum*, *A. schoenoprasum*, *A. victorialis*).

Цветки у луков мелкие, собраны в зонтиковидные соцветия разнообразной формы: шаровидное, полушаровидное, пучковое и т. д. Форма венчиков варьируют от звездчатой до узкоколокольчатой или яйцевидной.

По числу цветков в соцветии лидируют *A. atroviolaceum* (230–725 шт.), *A. vavilovii* (430–450 шт.), *A. nutans* (203–392 шт.), *A. obliquum* (168–313 шт.), а также *A. caeruleum* (300–470 шт.); число цветков в соцветии минимально у *A. moly* (10–30 шт.) и *A.nerinifolium* (15–25 шт.).

Листья луков очень разнообразны: цилиндрические, килеватые, линейные, плоские, желобчатые, различаются они по длине (от 10 до 50 см) и ширине (от 0.3 до 5–6 см). У многих луков листья декоративны весь сезон, но у некоторых луков в период цветения листья начинают засыхать, и декоративность растения несколько снижается. Это, в первую очередь, касается среднеазиатских эфемероидных луков, а также *A. caeruleum*, *A. viride*, *A. erubescens* и др. У 3-х последних видов в августе листья отрастают повторно, и декоративность растений снова возрастает.

По окраске цветков луки также очень разные: белые, желтые, розовые, пурпурные, сиреневые, голубые, синие, фиолетовые. Очень красивыми крупными многоцветковыми шарообразными соцветиями и декоративными листьями отличаются эфемероидные луки.

Очень красив лук моли (*A. moly*), его называют ещё золотистым. Это растение родом из Юго-Западной Европы. У него зелёные глянцевитые плоские листья с четко выраженной центральной жилкой. Невысокие (15–25 см) цветоносы заканчиваются полусферическими соцветиями. Цветки крупные, ярко-желтые, блестящие. Время цветения – начало июня. Лук моли обычно размещают на переднем плане рабаток, миксбордеров. Это светолюбивое растение, выносит полутень.

Среди луков относительно редки виды с синими и голубыми цветками. Но, несомненно – это одни из самых привлекательных растений. Мы изучали две разновидности с синими цветами – это *A. caeruleum* и *A. caeruleum* var. *viviparum*, родиной которых является степной пояс гор Средней Азии. Эти две разновидности лука голубого высотой до 90 см зацветают в начале июля с продолжительностью цветения до 25 дней. Срезанные зонтики луков *A. caeruleum* долго стоят и красивы в букетах с листьями других растений, оживляя интерьер любой комнаты, а в озеленении эти луки можно размещать группами на газонах.

В начале июля начинает цвести красивый лук *A. nerii* с сиренево-фиолетовыми звездчатыми цветками, расположенными в шаровидном соцветии. Продолжительность цветения этого лука более 30 дней. Его узколинейные красивые листья сохраняют декоративность до глубокой осени.

Особое место среди декоративных луков занимают среднеазиатские эфемероидные виды (анзуры) – *A. aflatunense*, *A. stipitatum*, *A. altissimum*, *A. suworowii* и др., для которых характерна короткая, преимущественно весенне-летняя вегетация и длительный период относительного покоя. Эти виды характеризуются крупными линейными листьями с заостренным концом, высокими, в среднем около 1 м, цветоносами, крупными шаровидными зонтиками с интенсивно фиолетовыми цветками. Весной они отрастают очень рано, листья декоративны только в период отрастания, с появлением цветоноса они желтеют и засыхают.

При интродукции среднеазиатских анзуров увеличивается размер всего растения, в том числе луковицы, но характер ветвления и ритм развития не изменяются. Анзуры зацветают первыми из луков в конце мая – начале июня (*A. aflatunense*, *A. stipitatum*, *A. rosenbachianum*, *A. altissimum*). Так *A. aflatunense* – эндем Тянь-Шаня – весной начинает отрастать раньше всех растений, прямо из-под снега, очень интенсивно набирает вегетативную массу и в начале мая появляются бутоны, а конце мая растения зацветают. Цветки фиолетово-красные, мелкие, звездчатой формы, в густом шаровидном соцветии диаметром 8–9 см. Длина цветоносов достигает до 120 см. Соцветия эфемероидных луков можно использовать для срезки, а благодаря высоким цветоносам они красивы в напольных вазах, в том числе в зимних букетах.

Благодаря красивым соцветиям и ранним срокам цветения, анзуры очень перспективны для декоративного садоводства. Они эффектно смотрятся в альпинариях, рокариях, на ка-

менистых горках, в групповых посадках на фоне темной зелени. Соцветия, срезанные в начале распускания первых цветков, стоят в воде не менее 2 недель. После созревания семян зонтики можно поставить в вазу без воды, они высохнут и могут использоваться для составления зимних букетов, особенно подходят для этого крупные шаровидные соцветия лука стебельчатого (*A. stipitatum*).

Из остальных луков наиболее декоративны *A. schoenoprasum*, *A. carolinianum*, *A. ledebouriunum*, *A. obliquum*, *A. albidum*, *A. nutans*, *A. ramosum*, *A. flavum*, *A. altyncolicum*, *A. komarovianum*, *A. zebdanense*, *A. paniculatum*.

Декоративными свойствами отличается лук шнитт (*A. schoenoprasum*, *A. schoenoprasum* cv. Prazska Krajova, *A. schoenoprasum* var. *major*, *A. schoenoprasum* var. *roseum*). Это невысокое растение с темно-зелеными узкими дудчатыми листьями и красивыми соцветиями розово-фиолетовой окраски, интенсивность которой варьирует от бледной до весьма насыщенной. Шнитт-лук очень сильно ветвится, на третий год жизни у него образуется до 100 побегов, число генеративных побегов также с каждым годом увеличивается. В цветниках этот лук можно подсаживать к более высоким многолетникам или размещать пятнами на газонах, хорош этот лук для создания многолетних бордюров, на каменистых горках.

Луки косой (*A. obliquum*), слизун (*A. nutans*), душистый (*A. ramosum*), белый (*A. albidum*), метельчатый (*A. paniculatum*), жёлтый (*A. flavum*) подходят для ландшафтного оформления, они необычайно красивы в группах, при условии правильного подбора по цветовым оттенкам и прекрасно сочетаются с другими цветочными культурами. Лук душистый (*A. ramosum*) отличается также приятным запахом цветков, из-за чего и получил свое название.

Разные виды луков, как правило, между собой не скрещиваются, и не нуждаются в пространственной изоляции.

Многие виды лука можно использовать также в солитерных (одиночных) посадках, фоном для которых обычно служит темная зелень кустарников. Для этой цели пригоден, например, лук слизун (*A. nutans*) с листьями светло-зеленой окраски, сближенными у основания веерообразных ветвей. Кончики листьев округлые. Листовая пластинка слегка закручена вокруг своей оси по спирали, что предохраняет её от поникания. У слизуна красивые шаровидные зонтики с розово-фиолетовыми цветками.

При использовании декоративных луков в букетах соцветия срезают в начале цветения – при распускании первых цветков. При засушивании соцветий для зимних букетов зонтики срезают раньше полного созревания семян и подвешивают в сухом проветриваемом помещении головками вниз.

Все включенные в исследования луки являются красивоцветущими растениями, хорошо приспособленными к местным условиям, многие из них обладают длительным периодом цветения. Большинство изученных видов лука зимостойкие и морозоустойчивые растения.

Агротехника. Для успешного культивирования декоративных луков следует учитывать биологические особенности растений и условия их произрастания в природе.

Большинство луков – светолюбивые растения, поэтому для них выбирают солнечные участки с хорошо дренированными рыхлыми плодородными почвами. Обилие солнца выжно для получения полноценной окраски цветков и листьев. Предпочтительна реакция почвенного раствора, близкая к нейтральной.

Корневищно-луковичные виды выращиваются в многолетней культуре и размножаются делением кустов. Пересаживают растения через 3–5 лет, иногда даже через 7 лет, но в этом случае посадки необходимо прореживать и не допускать самосева. Оптимальные сроки посадки – ранняя весна и конец лета, с расчетом, чтобы деленки хорошо укоренились до заморозков. Растения, пересаженных в период активной жизнедеятельности (нарастание листьев или цветения), страдают, плохо приживаются и, нередко, погибают.

Уход за растениями в течение вегетации обычный – прополки, рыхление и мульчирование почвы. Полив осуществляют только при явном недостатке влаги, подкармливают обязательно весной после отрастания листьев, а так же в фазу бутонизации и образования луковицы в конце лета фосфорно-калийными удобрениями для улучшения перезимовки растений. Для весенней подкормки используют комплексные минеральные удобрения (NPK, Mg) с микроэлементами, подбирая формы с повышенным содержанием азота в нитратной форме. Летом проводят жидкие подкормки раствором минеральных удобрений. В конце лета (август) гранулированные фосфорно-калийные удобрения вносят в сухом виде.

Агротехника среднеазиатских эфемероидных луков незначительно отличается от культуры других видов луков. При выращивании их в зоне умеренного климата лучше всего ежегодно выкапывать луковицы после созревания семян и усыхания листьев и вновь высаживать их осенью. В средней полосе России, если вторая половина лета оказывается сырой и прохладной, оставленные в земле луковицы могут поражаться болезнями и загнивать. Поэтому лучше их выкопать, хорошо просушить и до осени хранить при комнатной температуре в сухом проветриваемом помещении.

На участках с благоприятными экологическими условиями луковицы можно выкапывать не каждый год, но при загущении растения мельчают, хуже цветут.

Осенью луковицы высаживают не позднее сентября месяца, чтобы они укоренились до наступления холодов. Глубину посадки луковиц определяют из расчета, чтобы над ее верхней

точкой был слой земли, равный трем высотам самой луковицы. Соответственно, крупные луковицы сажают значительно глубже, чем мелкие.

Луки следует сажать на участках, не затопляемых талыми водами, почвы с избыточным увлажнением для них малопригодны.

Семена луков сохраняют кондиционную всхожесть в течение трех лет. Семена луков целесообразно сеять под зиму, так как многим из них (особенно среднеазиатским) требуются пониженные температуры.

Выводы

Таким образом, наши многолетние исследования подтверждают перспективность выращивания декоративных луков в Республике Башкортостан и в Южно-Уральском регионе. Большинство изученных видов лука неприхотливы в культуре, их агротехника выращивания проста и доступна, использование луков в фитодизайне позволит расширить ассортимент декоративных травянистых растений для озеленения.

Список литературы

1. Делова Г.В. К биологии цветения некоторых дикорастущих видов лука // Бюлл. Гл. ботан. сада. – 1960. – Вып. 38. – С. 68–76.

2. Филимонова З.Н. Некоторые данные о развитии и строении соцветий у видов рода *Allium* L. // Интродукция и акклиматизация растений. – Ташкент: Фан, 1963. – Вып. 2. – С. 47–54.

3. Ассорина И.А. Декоративные луки // Биология интродуцированных цветочно-декоративных растений в Киргизии. – Фрунзе, 1973. – С. 64–70.

4. Инамов А.И. Биология цветения и декоративные особенности лука стебельчатого и лука зарафшанского // Тр. Самарканд. ун-та. – Самарканд, 1974. – Вып. 207. – С. 178–182.

5. Данилова Н.С. Биология цветения некоторых видов дикорастущих луков Якутии в культуре // Интродукция полезных растений в Якутии. – Якутск, 1980. – С. 13–17.

6. Корневищные луки Северной Азии: Биология, экология, интродукция / В.А. Черемушкина, Ю.М. Днепровский, В.А. Гранкина, В.П. Судобина. – Новосибирск: Наука, 1992.– 160 с.

7. Былов В.Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. – М., 1978. – С. 7–32.

8. Былов В.Н., Карписонова Р.А. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. – 1978. – Вып. 107. – С. 77–82.

9. Юрьева Н.А., Кокорева В.А. Многообразие луков и их использование. – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 160 с.

10. Тухватуллина Л.А. Интродукция, биология и размножение представителей рода *Allium* L. в лесостепной зоне Башкирского Предуралья: Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Уфа, 2004. – 22 с.

11. Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. Интродукция дикорастущих луков в Башкортостане: биология, размножение, агротехника, использование. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. – 268 с.

DECORATIVE FEATURES AND AGROTECHNICS OF SPECIES OF *ALLIUM* L. GENUS AT THE INTRODUCTION

L.A. Tukhvatullina

Botanical Garden-Institute Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleyeva St, Ufa, 450080, Russia

E-mail: lenvera1@yandex.ru

In the work the results of long-term phenological researches of decorative features of 61 taxons of Allium L. genus at their introduction in the Botanical Garden-Institute of Ufa are presented. All studied taxons of *Allium* L. are beautifull-flowering plants, which have been well adapted for local conditions, many of them possess a long period of flowering. The majority of *Allium* are perspective for cultivation in the region of the South Urals.

Key words: *Allium* L., species, taxon, agrotechnics, introduction, decorative features.

УДК 581.143.5: 582.734.3/632.2:634.13/53

ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЕ РЕГЕНЕРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ У МНОГОЛЕТНИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Т.В. Баранова[1], Н.М. Кучер[2], В.Д. Адаменко[2], А.И. Опалко[2, 3], О.А. Опалко[2]

[1] Воронежский государственный университет, Россия, 394068, г. Воронеж, ул. Ботанический сад, 1 E-mail: tanyavostric@rambler.ru

[2] Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины, Украина, 20300, г. Умань, Черкасская обл., ул. Киевская, 12а

[3] Уманский национальный университет садоводства, Украина, 20305, г. Умань, Черкасская обл., ул. Институтская, 1 E-mail: opalko_a@ukr.net

На примере ряда представителей филогенетически отдалённых родов *Pyrus* L. и *Castanea* Mill. рассмотрены особенности феномена неморфогенной посттравматической регенерации, благодаря которой происходит заживление всевозможных ран у растений. Сравнение темпов и интенсивности заживления ранок с датами надрезов позволяет условно разделить вегетационный период изученных видов по их регенерационным потенциалам на следующие этапы – нарастание темпов регенерации, относительное их снижение, вторая волна нарастания, и довольно быстрое затухание. Установлена тенденция большей зависимости регенерационного потенциала от колебаний температуры, чем от количества осадков и гидротермического коэффициента. Высказано предположение, что показатель регенерационной способности косвенно свидетельствует об уровне экологической адаптации изучаемых генотипов, а периоды наибольшей регенерационной активности могут быть благоприятными для выполнения прививок и других технологических операций, сопровождающихся травмами.

Ключевые слова: *Castanea* Mill., *Pyrus* L., адаптивность модификаций, онтогенез, регенерация, физиологический стресс, ювенильность.

Введение

Проблема регенерации вызывает неизменный интерес ученых-биологов, растениеводов и животноводов, профессионалов и любителей, а особенно садоводов [1, 2]. Все проявления феномена посттравматической регенерации можно объединить в две большие группы – морфогенная регенерация, вследствие которой возобновляются утраченные части, органы, а также может формироваться новый организм из части исходного, в том числе из одной, отдельно взятой, клетки; и неморфогенная посттравматическая регенерация, благодаря которой происходит заживление всевозможных ран. Способность к регенерации сформировалась у растений, как и у других живых организмов, в процессе эволюции [3]. Описаны случаи так называемой компенсаторной регенерации, когда после удаления части побега или корня растение либо полностью восстанавливает утраченный орган (как при морфогенной регенерации), или при удалении всех листьев, кроме одного, этот один оставленный листок значительно увеличивается в размерах и обеспечивает продуктами фотосинтеза обезлиственное растение [4]. Результаты посттравматического самовосстановления у растений обусловлены камбиальной активностью [3], которая в зависимости от филогенетических особенностей проявляется в существенных видовых и даже сортовых различиях касающихся способности к регенерации, прежде всего репарации, от чего зависит и потенциальная продуктивность, и экологическая приспособленность растений [4]. Среди других факторов, с которыми сопряжены темпы и весь ход регенерационных процессов, следует назвать онтогенетические особенности конкретной особи, её физиологическое состояние, а также эндогенные и экзогенные факторы химической, физической и биологической природы. Это различные химические соединения, раневые раздражители, ионизирующая радиация, температура и влажность воздуха и почвы, фотопериод, фитосанитарное состояние, фаза онтогенеза и тому подобное.

В средине тридцатых годов прошлого столетия Н.П. Кренке применил количественные методы при изучении возрастной изменчивости соматических характеристик и факторов формогенеза, регенерации, особенностей сращивания компонентов прививки и причин образования химер у растений. В его трудах [5], которые не утратили актуальность и поныне, подчеркивается значение регенерационной способности для успеха вегетативного размножения растений, что стало основой для многих последующих исследований теоретического и прикладного направления [2]. Н.П. Кренке все стрессовые факторы разделил на естественные и искусственные, нормальные и ненормальные (например, прививки черенка в перевернутом виде), с нарушением целостности отдельных частей или отделением их от растения, в том числе с последующим анализом регенерационных потенций обособленной части и тех частей, что оста-

лись в составе исходного организма. Классифицированы также факторы сращивания частей растения (структурные, физиологические, смешанно-факториальные), с перемещением отдельных элементов собственно растения или введением несвойственных растению элементов, другими изменениями фрагментов растения под воздействием природных факторов, а также при сгибании, скручивании, центрифугировании и прочих искусственных воздействиях.

Травмы, так же, как и другие местные повреждения, сопровождают растения, особенно многолетние, в течение всей жизни. Поэтому в процессе эволюции у них выработались приспособительные механизмы защиты от травм, т. е. способность к заживлению. В ряде случаев природные травмы (в том числе тяжелые) могут быть нормальной и необходимой фазой развития индивидуума (растительного и животного) с разрывами и даже отмиранием отдельных частей [5]. Способность к репарации можно считать одной из адаптивных модификаций, степень проявления которой пропорциональна силе и продолжительности воздействия естественного или искусственного повреждающего фактора. При этом адаптивность модификации наступает лишь тогда, когда сила и продолжительность травмирующего фактора не выходит за рамки, определенные прошлой эволюционной историей вида. В условиях превышения обычной силы и продолжительности травмирующего воздействия могут возникать неадаптивные изменения, растение может реагировать неадекватно и даже погибнуть [3].

В развитие вышеупомянутых фундаментальных идей составляющие средового стресса как индуктора регенерации в обобщенном виде предлагается объединить в шесть несколько условных групп (рис. 1.) Условность указанных групп состоит в том, что один и тот же фактор может быть отнесен к разным группам. Так, например, термические, химические или радиационные стрессы могут иметь природное происхождение, а также возникать в результате техногенной активности человека или осознаваемого специального воздействия и т. д. [3].

Рис. 1. Классификация факторов средового стресса как индуктора регенерации [3]

Растения, а также их отдельные части, в процессе индивидуального развития изменяются не только количественно (масса, размеры и т. п.), но и качественно. С ювенильной фазы развития они переходят во взрослую, стареют. Такие проявления онтогенетической изменчивости могут касаться и отдельного сеянца и целого клона. Долгоживущие клоны винограда и плодовых деревьев преимущественно сохраняют свою наследственность, однако их нынешние свойства не всегда совпадают с описанными давними помологами. Ряд характерных физиологических, анатомических, а также морфологических признаков и свойств ранних периодов жизни растения могут становиться менее выраженными, вместо них появляются другие. Первую фазу роста и развития, которая длится от прорастания семени до вступления сеянца в пору плодоношения, садоводы называют ювенильной [3, 6]. Молодые сеянцы отличаются от взрослых деревьев размерами, формой листьев и зазубренностью их краев. У молодых сеянцев многих пород наблюдается наличие колючек при отсутствии их у выросших из этих сеянцев взрослых деревьев. Есть также различия касающиеся морфологии и угла отхождения боковых побегов от ствола, продуктивного морфогенеза и т. д. Кроме упомянутых и многих других отличий молодые сеянцы преимущественно характеризуются лучшими регенерационно-морфогенными потенциями, чем взрослые, а тем более старые деревья [6].

Завершение ювенильной фазы онтогенеза обычно связывают с формированием цветочных почек, однако при этом нижняя часть кроны молодого дерева может оставаться в юве-

нильной фазе даже тогда, когда в верхней её части уже формируются цветки и сеянец вступает во взрослую фазу, обретая способность плодоношения [6].

Представления о взаимосвязи между индивидуальным и историческим развитием живых организмов начали формироваться еще в XIX веке, когда, по свидетельству А.А. Жученко, были обнародованы основные положения биогенетического закона Г. Мюллера и Э. Геккеля. В соответствии с этим законом онтогенез рекапитулирует (кратко повторяет) важнейшие этапы филогенеза группы, к которой принадлежит определенный организм [7]. У целого ряда древесных пород, таких, как хвойные, дуб, большинство плодовых, и других относящихся к труднокореняемым видам растений, из зеленых черенков можно регенерировать корни, если черенковать 1–3 летние сеянцы. Большинство исследователей считают, что преимущества в регенерационной способности взятых из молодых сеянцев зеленых черенков могут объясняться фактором ювенильности, вследствие чего сеянец (в соответствии с биогенетическим законом) еще не полностью утратил свойства предковых форм к регенерации корней из частей побегов [1, 3, 8, 9]. Есть свидетельства в том, что описанные в старых книгах как способные к адвентивному корнеобразованию растения, стали через много лет трудноукореняемыми [1, 3]. Ныне вызываемый травмами физиологический стресс рассматривается в качестве индуктора адаптивной реакции организма, которая способствует регенерации [3, 10].

Указанные соображения обусловили направление проведенных исследований, целью которых было выяснение особенностей феномена неморфогенной посттравматической регенерации у многолетних древесных растений на примере культивируемых представителей филогенетически отдалённых родов *Pyrus* L. и *Castanea* Mill.,

Объекты и методы исследования

Посттравматические регенерационные процессы у многолетних древесных растений и их зависимость от метеорологических факторов оценивали по способности к неморфогенной посттравматической регенерации ряда представителей (видов и внутривидовых таксонов) филогенетически отдалённых родов *Pyrus* L. и *Castanea* Mill. [11–14]. Изучаемые растения выращивали в коллекциях Национального дендрологического парка «Софиевка» НАН Украины, расположенного в Центрально-приднепровской возвышенной области Подольско-Приднепровского края Лесостепной зоны Украины. Территория характеризуется умеренно-континентальным климатом с неустойчивым увлажнением и значительными колебаниями температуры. Среднее многолетнее количество осадков за год составляет 633.0 мм, из которых в период с температурой более +10°С выпадает только 300–310 мм, что соответствует количеству осадков в засушливых южных районах Украины. Среднегодовая средняя многолетняя температура воздуха составляет +7.4°С.

Для оценки регенерационной способности были использованы рекомендации И.А. Бондориной [15], в соответствии с которыми на однолетних приростах прошлого года изучаемых растений ежедекадно с марта до октября (в зависимости от таксона) специально изготовленным резцом делали надрезы длиной 10–12 мм и шириной 1.5 мм. Ранку, которая образовывалась в месте надреза, для защиты от инфекции и пересыхания закрывали прозрачным скотчем. Формула расчета коэффициента регенерации была адаптирована для 9-тибалльной шкалы оценивания эффективности регенерации [2, 3, 8]. За зарастанием ранки наблюдали с помощью лупы, а интенсивность калуссогенеза оценивали в 1 балл, если формирование каллуса не происходило или его поверхность не превышала 5% ранки. В 9 баллов оценивали объекты с площадями каллуса 85.5–100%. Регенерационный коэффициент рассчитывали в единицах регенерационного коэффициента (ерк) по формуле О.А. Опалко [3, 8]:

$$R = \frac{S^2}{n_1 + n_2},$$

где R – регенерационный коэффициент, ерк; S – интенсивность каллусогенеза, баллов; n_1 – количество суток от надреза до появления первых признаков каллуса; n_2 – количество суток от надреза до завершения или прекращения развития каллуса.

Статистическую обработку результатов исследований проводили по Р. Фишеру [16]. Для подсчёта суммы осадков и суммы эффективных температур воздуха использовали данные Уманской метеостанции. Гидротермический коэффициент рассчитывали по Г.Г. Селянинову [17] с использованием формулы:

$$ГТК = \frac{\sum P}{0.1\sum T},$$

где ГТК – гидротермический коэффициент; ∑Р – сумма осадков; ∑Т – сумма эффективных (выше +10°С) температур.

Результаты и их обсуждение

Сравнение темпов и интенсивности зарастания ранок с датами надрезов позволяет условно разделить вегетационный период изученных видов по их регенерационным потенциалам на следующие этапы – нарастание темпов регенерации, относительное снижение, вторая волна нарастания, и довольно быстрое затухание. При этом наблюдали существенные межродовые, а также видо- и сортоспецифические отличия в общей регенерационной способности, с колебаниями показателей коэффициента регенерации в зависимости от сроков надрезов. Сезонные изменения показателей коэффициента регенерации, видимо, обусловливаются колебаниями метеорологических условий, гл. обр. количества осадков и температуры воздуха. В течение 2007–2012 гг. среднегодовые показатели суммы осадков за год только в 2010 г. были существенно выше (на 104.1 мм). Влагообеспеченность растений в 2011 г. была близка к среднемноголетним показателям, в 2008 и 2009 гг. наблюдался дефицит осадков в 115.6 и 109.5 мм, тогда как в 2007 и 2012 гг. дефицит достигал соответственно 217.0 и 160.1 мм. Все отклонения показателей среднесуточных температур от средней многолетней температуры воздуха в годы исследований, за исключением 2011 г., были в сторону превышения многолетних данных.

Выяснилось, что для проявления регенерационного потенциала сортов груши (*Pyrus communis* L.) 'Бере Десятова', 'Уманская юбилейная', 'Княгиня Ольга' и 'София' наиболее благоприятными были условия 2010 г. Обобщенные среднесезонные показатели регенерационного коэффициента в 2010 г. составили 5.42 ерк с коэффициентом вариации более 70 %. В 2007–2009 гг. усреднённый регенерационный потенциал был на 2.32–2.38 ерк ниже. Регенерация в 2012 г. происходила значительно лучше показателей 2007–2009 гг., но на 0.66 ерк ниже результатов 2010 г. За годы исследований изученные сорта имели показатели регенерационного коэффициента выше 3 ерк в период с мая до второй декады августа включительно, что совпадает с периодом активной вегетации растений. При этом выше 6 ерк было при выполнении надрезов со второй декады июня до конца первой декады июля с максимальным показателем 6.61 ерк в начале второй декады июня.

Скорость процесса формирования каллуса зависела от срока проведения надрезов. При выполнении надрезов в третьей декаде марта во все годы исследований средний показатель регенерационного коэффициента сортов груши не превышал двух единиц. При этом конец марта 2007 г. был более благоприятен (1.96 ерк), тогда как в 2010 году – только 1.32 ерк. В первой декаде апреля во все годы исследований показатели регенерационного коэффициента возрастали на 0.37–0.98 ерк, а в первой половине второй декады – ещё на 0.10–0.58 ерк. На побегах, поврежденных в третьей декаде апреля в 2007 и 2008 гг., наблюдали небольшое снижение среднего регенерационного коэффициента на 0.48–0.51 ерк, тогда как в 2009 и 2010 годах в этот период показатели регенерационного коэффициента продолжали расти, и превысили показатели предыдущего срока надрезов на 0.20–0.47 ерк. В первой декаде мая 2007 г. средний регенерационный коэффициент по сравнению с надрезами, сделанными в третьей декаде апреля, снизился на 0.06 ерк, а в 2008–2010 годах – увеличился на 0.17–1.19 ерк. При этом наименьшей была разница в 2009, а наибольшей – 2010 году. В течение второй–третьей декад мая показатели регенерационного коэффициента интенсивно увеличивались во все годы исследований. В 2007 году при выполнении надрезов в начале третьей декады мая зафиксирован максимальный показатель регенерационного коэффициента, который составил 5.60 ерк, а в 2008 и 2009 гг. – 5.39 и 5.60 ерк соответственно. При надрезах течение первой и второй декад июня показатели регенерационного коэффициента в 2007–2009 гг. несколько снизились, а в начале третьей декады июня наблюдали пик второй волны повышенного регенерационного потенциала. В первой декаде июля показатели регенерационного коэффициента постепенно снизились на 1.37–1.85 ерк.

В 2010 году регенерационный коэффициент постепенно возрастал, достигнув своего максимума в конце первой декады июля с показателем 12.79 ерк. При надрезах во второй декаде июля в 2007 и 2009 годах наблюдали повышение регенерационного потенциала с показателями 4.86 и 4.35 ерк соответственно. В 2008 году в этот период подобного повышенния регенерационного потенциала не было. В 2010 году во второй-третьей декаде июля показатели регенерационного коэффициента снизились почти до 8 ерк, а в первой декаде августа возросли до 10.29 ерк. В последующие сроки надрезов регенерационные коэффициенты во все годы исследований постепенно снижались до близких к нулю значений в конце сентября и в начале октября.

В ранее выполненных исследованиях с представителями родов *Corylus* L. [2] и *Malus* Mill. [8] выявлена тенденция большей зависимости регенерационного потенциала от колебаний температуры, чем от количества осадков. Указанная тенденция подтвердилась в опытах 2009 и 2010 гг. с вышеупомянутыми сортами *Pyrus communis* L. Коэффициенты корреляции, полученных в 2009 г. показателей регенерационного коэффициента с количеством осадков

(Р, мм), температурой воздуха (Т, °С) и гидротермическим коэффициентом (ГТК), свидетельствуют о большей сопряженности регенерационного потенциала с ГТК и небольшой связи с количеством осадков во время проведения надрезов (табл. 1). Учитывая, что в теплые месяцы, для которых особенно важна обеспеченность осадками, суммы эффективных температур, уменьшенные на порядок, хорошо совпадают с суммами испаряемости за месяц, можно полагать, что знаменатель ГТК практически характеризует испаряемость, а отношение суммы осадков к испаряемости и есть показатель влагообеспеченности территории для вегетационного сезона [17].

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между показателями регенерационной способности сортов груши и количеством осадков, температурой и ГТК во время проведения надрезов

Сорта	2009 г.			2010 г.		
	Р, мм	Т, °С	ГТК	Р, мм	Т, °С	ГТК
'Бере Десятова'	0.14	0.51	0.49	0.35	0.82	0.50
'Уманская Юбилейная'	0.26	0.51	0.73	0.46	0.73	0.38
'Княгиня Ольга'	0.30	0.44	0.56	0.36	0.87	0.22
'София'	0.19	0.39	0.53	0.30	0.79	0.29

Примечание: $P>0.95$.

Значение ГТК для регенерации возрастает в годы с дефицитом осадков. Благодаря тому, что с мая до конца августа 2009 г. среднемесячная температура воздуха была на 0.4–4.3°С ниже, а значит и испаряемость ниже, чем в аналогичный период обильного на осадки лета 2010 г., сопряжённость регенерационной способности с ГТК была выше в 2009 г. Количество осадков и температура воздуха в 2010 г. превышали показатели 2009 г., что повлияло на существенное увеличение коэффициентов корреляции между показателями регенерационной способности сортов груши и среднемесячной температурой воздуха.

В 2012 г. опыт был продолжен с вовлечением ещё одного вида груши *Pyrus salicifolia* Pall. Метеорологические условия сезона вегетации груши 2012 г. характеризовались превышением среднемесячной температуры воздуха на 1.8–4.4°С в сравнении со среднемноголетними показателями и ежемесячным, за исключением июня, дефицитом осадков и, как следствие, значительно более низким ГТК. В этих условиях сопряжённость регенерационной способности светолюбивого ксерофита и мезотерма *P. salicifolia* с ГТК была значительно выше, чем давно натурализованного *P. communis* (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между показателями регенерационной способности видов груши и количеством осадков, температурой и ГТК во время проведения надрезов (2012 г.)

Виды	Р, мм	Т, °С	ГТК
Pyrus communis L.	0.14	0.75	0.10
Pyrus salicifolia Pall.	0.13	0.66	0.54

Примечание: $P>0.95$.

Коэффициенты корреляции между показателями регенерационной способности обоих видов груши и количеством осадков были почти одинаково несущественными, а сопряжённость регенерационной способности со среднемесячной температурой воздуха была довольно высокой с преобладанием *P. communis*. При этом следует отметить, что в течение всего сезона регенерационная способность *P. communis* была выше, чем *P. salicifolia*. Максимальный показатель регенерационного коэффициента *P. communis* составил 10.12 ерк в варианте с надрезом, выполненным 20 августа, тогда как лучший показатель *P. salicifolia* едва достиг 2.45 ерк (надрез выполнено 11 июля). Это даёт основания предполагать, что показатель регенерационной способности может свидетельствовать об уровне экологической адаптации изучаемых генотипов.

В связи с этим в 2011–2012 гг. были рассчитаны регенерационные коэффициенты для нескольких представителей рода *Castanea* Mill. Среди них вид влажного теплого субтропического климата *C. sativa* Mill. и шесть его внутривидовых таксонов, а также интродуцированные нами из Италии североамериканские эндемики *C. dentata* Mill. и *C. pumila* Mill. При этом изучаемая популяция *C. sativa* была выращена из семян многократно репродуцированных в Украине, что даёт основание предполагать её некоторую приспособленность, сформировавшуюся вследствие естественного отбора. Из числа внутривидовых таксонов декоративные формы *C. sativa* 'Glabra' и *C. sativa* 'Aureomaculata' интродуцированы из Польши, а давно известные формы *C. sativa* 'Pyramidalis' и *C. sativa* 'Rotundifolia' получены из Немировского государственного лесопитомника (Винницкая обл.). Саженцы сортов *C. sativa* болгарской селекции со съедобны-

ми плодами 'Karlovo-1' и 'Karlovo-3' приобретены в садоводческой компании «Giardino» (Молдова).

Как отмечалось выше, общий дефицит суммы осадков в 2012 г. превысил 160 мм, тогда как в 2011 г. показатели влагообеспеченности были близки к среднемноголетним. Хотя среднегодовая температура воздуха в 2011 г. была ниже средней многолетней на 0.5°С, однако в период вегетации растений *Castanea* (март–сентябрь) среднемесячная температура была выше показателей средней многолетней на 0.7–2.7°С. В 2012 г. в указанный период превышение среднесуточных температур были ещё больше и достигли 1.8–4.4°С. В этих условиях среднесезонные показатели регенерационной способности видовой популяции *C. sativa*, как и ожидалось, были на 0.2–0.3 выше, чем *C. dentata*, и на 0.4–0.7 ерк выше, чем *C. pumila*. Максимальные величины в 2011 г. для *C. sativa* зафиксированы в период со второй декады мая до первой декады июня (4.4, 5.0 и 4.5 ерк соответственно), а также во вторую (3.9) и третью (4.5 ерк) декады августа. Для регенерации *C. dentata* лучшими были вторая и третья декады июня (3.8 и 3.7 ерк) и с первой по третью декады августа (3.9, 4.9 и 4.0 ерк соответственно). В опыте с *C. pumila* все показатели были ниже, однако лучшие результаты получены при заживлении надрезов сделанных в третью декаду мая (3.6) и во вторую и третью декады августа (3.2 и 3.5 ерк). В 2012 г. указанные тенденции сохранились с несколько меньшими величинами.

Внутривидовые таксоны *C. sativa* продемонстрировали более тесную зависимость регенерационной способности с динамикой метеоусловий. Так, хотя в 2011 и 2012 гг. среднесезонные показатели заживления надрезов *C. sativa* 'Glabra' (1.9 и 2.1 ерк), *C. sativa* 'Aureomaculata' (1.8 и 2.0), *C. sativa* 'Pyramidalis' (2.2 и 2.1) и сорта 'Karlovo–3' (2.1 и 2.3) почти не отличались, а у *C. sativa* 'Rotundifolia' (1.8 и 2.3) и сорта 'Karlovo–1' (2.5 и 2.2 ерк) межсезонная разница была небольшой, максимальные проявления регенерационной способности наступали в разные годы не одновременно. В 2011 г. у *C. sativa* 'Glabra' максимум зафиксирован в первой и второй декадах августа (4.4 и 4.6 ерк), а в 2012 г. – во второй и третьей декадах мая (4.1 и 5.3 ерк соответственно). Для *C. sativa* 'Aureomaculata' *C. sativa* 'Rotundifolia' и сорта 'Karlovo–1' лучшими были условия 2012 г., тогда как заживление надрезов у *C. sativa* 'Pyramidalis' и сорта 'Karlovo–3' лучше происходило в августе 2011 г.

Коэффициенты корреляции, полученных в 2011 и 2012 гг. показателей регенерационного коэффициента с количеством осадков были низкими (r=0.00–0.35) для всех изученных представителей рода *Castanea*. В то же время, их сопряженность с температурой воздуха была довольно высокой и в 2011, и в 2012 гг. (r=0.57–0.88). Более тесную сопряжённость регенерационной способности с ГТК в 2011 г. (r=0.33–0.78), чем в 2012 г. (r=0.12–0.24) можно объяснять дефицитом осадков и превышением среднемесячной температуры воздуха в сезон вегетации *Castanea* в 2012 г. При этом зависимость регенерационной способности от ГТК *C. sativa* 'Glabra', *C. sativa* 'Rotundifolia' и сорта 'Karlovo–3' была значительно меньшей, что может косвенно свидетельствовать об их большей приспособленности и условиям зоны проведения исследований (табл. 3). Указанная тенденция подтверждается низкими показателями коэффициентов корреляции между показателями регенерационной способности этих же материалов – *C. sativa* 'Glabra' (r=0.00–0.12), *C. sativa* 'Rotundifolia' (r=0.19–0.20) и сорта 'Karlovo–3' (r=0.10–0.25) и среднемесячной температурой воздуха.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между показателями регенерационной способности представителей рода *Castanea* Mill. и количеством осадков, температурой и ГТК во время проведения надрезов

Виды и внутривидовые таксоны	2011 г.			2012 г.		
	Р, мм	Т, °С	ГТК	Р, мм	Т, °С	ГТК
Castanea sativa Mill.	0.15	0.66	0.78	0.10	0.67	0.14
C. sativa 'Glabra'	0.12	0.62	0.40	0.00	0.59	0.19
C. sativa 'Aureomaculata'	0.30	0.75	0.74	0.16	0.72	0.24
C. sativa 'Pyramidalis'	0.16	0.64	0.53	0.20	0.64	0.16
C. sativa 'Rotundifolia'	0.19	0.69	0.40	0.20	0.78	0.19
C. sativa 'Karlovo–1'	0.30	0.88	0.68	0.35	0.80	0.15
C. sativa 'Karlovo–3'	0.10	0.57	0.33	0.25	0.78	0.24
Castanea dentata Mill.	0.31	0.75	0.60	0.10	0.78	0.12
Castanea pumila Mill.	0.23	0.79	0.73	0.00	0.78	0.18

Примечание: $P>0.95$.

Заключение

Интенсивность неморфогенной посттравматической регенерации у изученных представителей родов *Pyrus* и *Castanea* была неодинаковой, изменялась по годам исследований и больше зависела от колебаний температуры, чем от количества осадков и гидротермического коэффициента. Можно предположить, что, периоды наибольшей регенерационной активности

могут быть благоприятными для выполнения прививок и других операций, сопровождающихся травмами растений.

Список литературы

1. Hartmann H.T., Kester D.E. Plant propagation: principles and practices. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc., 1975. – 622 p.

2. Косенко И.С., Опалко А.И., Сергиенко Н.В. Посттравматическая регенерация у представителей рода *Corylus* L. // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования: матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участ., посвящ. 80-лет. со дня рожд. Л.Н. Андреева (5–7 июня 2011 г., Москва); ред. Александр Демидов. – М.: Тов. научных изданий КМК, 2011. – С. 347–350.

3. Косенко І.С., Опалко О.А., Опалко А.І. Посттравматичні регенераційні процеси у рослин // Автохтонні та інтродуковані рослини: Зб. наук. праць НДП «Софіївка» НАН України. – 2008. – Вип. 3–4. – С. 10–15.

4. Юсуфов А.Г. К вопросу об эволюции явлений регенерации растений // Теоретические вопросы регенерации растений. – Махачкала, 1978. – С. 53–55.

5. Кренке Н.П. Регенерация растений. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 667 с.

6. Visser T. Juvenile phase and growth of apple and pear seedlings // Euphytica. – 1964. – Vol. 13, № 2. – P. 119–129.

7. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений: Эколого-генетические основы. – Кишинёв: Штиинца, 1988. – 768 с.

8. Опалко О.А., Опалко А.И. Регенерационная способность как критерий использования представителей рода *Malus* Mill. в ландшафтных композициях // Тр. Тбилис. бот. сада. – 2006. – Т. 96. – С. 187–189.

9. Синнот Э. Морфогенез растений: Пер. с англ. – М.: ИЛ, 1983. – 603 с.

10. Опалко О., Балабак О. Фізіологічний стрес – індуктор ризогенної активності живців садових рослин // Вісник Львівського ДАУ: Агрономія. – 1999. – № 4. – С. 179–181.

11. Phylogeny of subtribe *Pyrinae* (formerly the *Maloideae*, *Rosaceae*): Limited resolution of a complex evolutionary history / C.S. Campbell, R.C. Evans, D.R. Morgan et al. // Plant systematics and evolution. – 2007. – Vol. 266, № 1–2. – P. 119–145.

12. Dickinson T.A., Lo E., Talent N. Polyploidy, reproductive biology, and *Rosaceae*: understanding evolution and making classifications // Plant systematics and evolution. – 2007. – Vol. 266, № 1–2. – P. 59–78.

13. Lang P., Dane F., Kubisiak T.L. Phylogeny of *Castanea* (*Fagaceae*) based on chloroplast trnT-L-F sequence data // Tree Genetics and Genomes. – 2006. – Vol. 2, № 3. – P. 132–139.

14. Lim T.K. *Castanea sativa* // Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 4, Fruits. – Dordrecht, Heidelberg, London, New-York: Springer, 2012. – P. 6–15.

15. Бондорина И.А. Принципы повышения декоративных свойств древесных растений методами прививки: Автореф. дис…канд. биол. наук: 03.00.05 // Главн. ботсад РАН. – М., 2000. – 21 с.

16. Fisher R.A. Statistical methods for research workers. – New Delhi: Cosmo Publications, 2006. – 354 p.

17. Шеин Е.В., Гончаров В.М. Агрофизика. – М.: Феникс, 2006. – 400 с.

POSTTRAUMATIC REGENERATION PROCESSES AT WOODY PERENNIAL PLANTS

T.V. Baranova[1], N.M. Kucher[2], V.D. Adamenko[2], A.I. Opalko[2,3], O.A. Opalko[2]

[1] Voronezh State University, 1, Botanicheskiy Sad St, Voronezh, 394068, Russia
E-mail: tanyavostric@rambler.ru

[2] National Dendrological Park "Sofiyievka" of NAS of Ukraine, 12-a, Kyivskaja St, Uman', Cherkassy Region, 20300, Ukraine

[3] Uman' National University of Horticulture, 1, Institutska St, Uman', Cherkassy Region, 20305, Ukraine
E-mail: opalko_a@ukr.net

The features of the phenomenon of non-morphogenic post-traumatic regeneration, which facilitate healing various injuries of plants, on the example of a number of representatives of phylogenetically distant genera *Pyrus* L. and *Castanea* Mill. The comparison of rates and intensity of the healing of injuries with the dates of notching makes it possible to divide the growing season of the studied species according to their regeneration potentials in to the following stages – the increase of regeneration rates, their relative decline, the second wave of increasing of regeneration rates, and finally their rather rapid decrement. The tendency of greater dependence of regeneration potential on temperature fluctuations than on the amount of precipitation and hydrothermal coefficient was established. It was assumed that the rate of regeneration capacity indirectly shows the level of ecological adaptation of the studied genotypes, and periods of their high regenerative activity may be advantageous for carrying out grafting and other operations involving injuries.

Key words: *Castanea* Mill., *Pyrus* L., adaptive modifications, ontogenesis, regeneration, physiological stress, juvenility.

УДК 631.879.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНОЙ КОРЫ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САЖЕНЦЕВ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ [1]

Н.А. Демидова, Б.А.Мочалов, М.Л. Бунтина

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Россия, 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, 13

E-mail: forestry@ptl-arh.ru

В статье приведены результаты изучения влияния компостов на основе древесной коры ели и березы на рост саженцев смородины черной. Выявлено, что компосты, полученные в результате аэробного компостирования древесной коры, в сочетании с куриным пометом оказывают высокое стимулирующее влияние на рост и развитие саженцев смородины черной в условиях Европейского Севера России.

Ключевые слова: компосты, древесная кора, куриный помет, удобрения, почва, смородина черная, триходерма (*Trichoderma*).

Введение

Европейский Север России (Мурманская, Архангельская, Вологодская области и Республика Коми) относится к умеренно холодному (бореальному) почвенно-климатическому поясу, к Центральной таёжной лесной области, включающей три подзоны подзолистых почв: северотаёжную с глееподзолистыми и иллювиально-гумусными подзолистыми почвами, среднетаёжную с типичными подзолистыми почвами и южнотаёжную с дерново-подзолистыми почвами [1]. Лесные почвы в этих суровых климатических условиях характеризуются невысоким, а в ряде случаев крайне низким естественным плодородием. На большей части посевных и школьных отделений постоянных лесных питомников содержание гумуса в пахотном слое составляет менее 2 %, что создает неблагоприятные агрофизические и агрохимические условия для роста растений. Кроме того, содержание органического вещества в почвах, особенно в лесных питомниках, непрерывно снижается, что связано с длительностью их эксплуатации, преобладанием монокультуры при выращивании посадочного материала, значительным выносом питательных веществ при выкопке сеянцев и саженцев. Из-за высокой стоимости органических удобрений, внесение торфа и торфяного компоста сведено к минимуму или отсутствует вовсе.

Для повышения продуктивности почвы представляется целесообразным использовать в качестве удобрения органические отходы и продукты на их основе, как наиболее невостребованное и дешевое сырьё.

В Архангельской области значительная доля свалок приходится на отходы деревообработки. Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности используют в качестве основного сырья окоренную древесину, а отходы вывозят в отвал или сжигают. Использование древесной коры для производства органических удобрений известно давно, однако разработка новых способов ее применения до сих пор остается актуальной задачей.

Компостирование древесных отходов целлюлозно-бумажного производства в нашей стране использовалось для культивирования растений и восстановления лесных массивов в 60-ых годах прошлого столетия. Во многих странах мира компостирование органических отходов давно стало отраслью индустрии по производству удобрений и почвоулучшителей.

Известно, что продукты частичного распада лигнина, составляющего значительную часть коры, улучшают физические свойства почвы, участвуя во вторичном синтезе гумусовых веществ и стабилизации почвенной структуры. Эти свойства коры реализуются в различных препаратах из коры и в компостах. Внесение коры в почву повышает ее несущую способность, противодействует механическим деформациям. Кора содержит все основные элементы питания (кальций, магний, значительное содержание фосфора, калия, марганца), которые в процессе ее разложения становятся доступными для растений.

Важное достоинство коры – практическая стерильность от патогенных микроорганизмов и семян сорных растений. Недостаток коры – низкое содержание азота (не более 0.3–0.4%

[1] Исследования проведены в рамках НИР «Использование древесных отходов в производстве компостов для повышения плодородия почв лесных плантаций: от инноваций к применению» при реализации государственного задания на 2012-2014 гг. Федерального агентства лесного хозяйства (Приказ Рослесхоза № 594 от 29.12.2011 г.) и международного проекта FORESTSPECs (7-я рамочная программа ЕС).

на а.с.м.), который может быть устранен путем внесения в кору отходов животноводства и птицеводства. Использование куриного помета при компостировании в смеси с корой позволяет получить высокоэффективные удобрения и решить задачу охраны окружающей среды от загрязнения отходами птицефабрик.

Ранее проведенные исследования нашего института показали, что содержание органического углерода в почве при внесении коры увеличивается в 1.5 раза и в 2 раза при внесении корокомпоста. Абсолютное содержание собственно гумусовых веществ (гуминовые кислоты и фульвокислоты) возрастает при внесении коры в 1.5 раза и корокомпоста – в 1.6 раза. Внесение корокомпоста способствует заметно большему накоплению в почве гуминовых кислот и наряду с этим накоплению веществ негидролизуемого остатка (гуминов) [3].

Один из способов утилизации лигноуглеводных отходов — это биодеструкция с использованием различных грибов. Наиболее широкое применение для этих целей получили грибы рода Trichoderma. Эти микроорганизмы быстро усваивают лигноуглеводный субстрат, активно участвуют в деструкции органических соединений, хорошо культивируются.

Целью данной работы является оценка эффективности компостов, полученных в результате аэробного компостирования древесной коры, куриного помета и гриба сапрофита Trichoderma, при выращивании саженцев смородины черной.

Объекты и методы исследования

Исследования проводятся на территории дендрологического сада федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (ФБУ «СевНИИЛХ»). Дендросад расположен вблизи г. Архангельска (64 33´ с. ш. 39°40´ в. д.), в северной подзоне тайги. Более подробные сведения о природных условиях района исследований представлены ранее [4].

Объектами исследования служили компосты, заложенные на основе коры двух древесных пород – березы (КБ) и ели (КЕ), куриного помета и гриба-сапрофита *Trichoderma* (Tr), а также однолетние черенкованные саженцы смородины черной.

Древесная кора и куриный помет представляют взаимодополняющую сырьевую пару. Кора бедна азотом, но содержит много легкоразлагаемых органических веществ, обладает хорошими водно-физическими и сорбционными свойствами. Куриный помет характеризуется повышенным содержанием азота (до 4–6%, преимущественно до 60–65% в водорастворимой форме), фосфора (до 2%), калия (до 1%), кальция (2–2.5%) [5].

Споры гриба сапрофита Trichoderma выделяют в конидиальной стадии высокотоксичные антибиотики, которые подавляют заболевания растений, корневые и прикорневые гнили, активно влияют на изменение структуры почвы и оказывают стимулирующее действие на рост и развитие растений. В результате быстрого усвоения лигноуглеводного субстрата эти микроорганизмы активно участвуют в деструкции органических соединений, в частности ускоряют разложение древесной коры.

Смородина черная – наиболее распространенный ягодный кустарник, устойчивый к абиотическим и биотическим факторам среды. Смородина черная сравнительно хорошо приспособлена к почвам разных типов, но в то же время считается требовательной культурой к питательному режиму. В зоне подзолистых почв для нее наиболее благоприятны дерново-средне- и слабоподзолистые почвы, среднего механического состава, имеющие слабокислую реакцию (pH 6–6.5) среды. Она мирится с тяжелыми глинистыми почвами, хорошо плодоносит и на песчаных почвах, достаточно заправленных органическими удобрениями. Черная смородина относится к группе растений-фосфоролюбов. Смородина отзывчива на всякое улучшение условий произрастания, что и послужило ее использованию в данной серии экспериментов с коропометными удобрениями.

Для проведения исследований по определению влияния коропомётных удобрений на рост и развитие саженцев смородины чёрной было заложено 18 вариантов применения компостов в пяти повторностях. В качестве контроля – 100% почва. Посадка укорененных черенков смородины чёрной была произведена в 2011 году в контейнеры объемом 5 литров. Замеры высоты саженцев (h) проводили один раз в неделю, диаметра у шейки корня (d) – после посадки и в конце вегетации, количество боковых ветвей (n) учитывали в конце вегетации.

Химические анализы на содержание азота и органического вещества проведены в испытательной лаборатории агрохимической службы «Архангельская» с использованием стандартных методов анализа.

Математико-статистическая обработка экспериментальных материалов выполнена на ПК с применением стандартных пакетов программ *Excel*.

Результаты исследований и их обсуждение

Агрохимические анализы коропомётных компостов показали, что массовая доля влаги во всех образцах соответствует требованиям и не превышает 70%. В компостах из еловой коры влажность колебалась от 58 до 70%, из берёзовой коры – 57–65%.

Содержание общего азота в образцах из коры с куриным помётом достаточно высокое, и в некоторых повторностях оно превышает установленные требования. В образцах, содержащих еловую кору, данный показатель варьирует в пределах 1.51–1.79%, в образцах с берёзовой корой – 1.71–2.08%.

Установлено, что чем выше содержание общего азота в компосте, тем ниже соотношение углерода к азоту (от 15.6 до 23.2), за счет чего повышается микробиологическая активность, ускоряется процесс разложения органического вещества, увеличивается массовая доля золы.

Массовая доля золы в корокомпостах с еловой корой составила от 15.9 до 24.4%, с берёзовой корой – от 13.8 до 31.0%. Реакция среды компостов нейтральная. Содержание общего азота, фосфора и калия в компостах с триходермой в несколько раз меньше, чем в компостах с куриным помётом.

В компостах, содержащих только кору и триходерму, содержание общего азота в 2.5 раза меньше предъявляемых требований к готовым коропомётным компостам и отмечается высокое соотношение C:N (49.0 – с еловой корой и 42.4 – с березовой корой), что указывает на слабую степень их разложения.

Все коропометные компосты хорошо обеспечены фосфором и калием. Массовая доля фосфора и калия в них превышает норму в среднем на 10–20%. Для образцов с еловой корой содержание фосфора – 1.35–1.63%, калия – 0.75–0.89%; с берёзовой корой массовая доля фосфора – 1.50–1.75%, массовая доля калия – 0.85–0.89%.

Для проведения экспериментов использовали почву пахотного горизонта с территории дендрологического сада, которая характеризуется слабощелочной реакцией среды (pH=7.2). По содержанию органического вещества почва относится к категории среднеобеспеченных. Содержание общего азота низкое. Почва имеет высокую степень обеспеченности подвижными соединениями фосфора. Содержание подвижного калия – низкое.

Средние показатели высоты и прироста саженцев смородины черной при использовании различных вариантов коропомётных компостов представлены в таблице 1.

Таблица 1

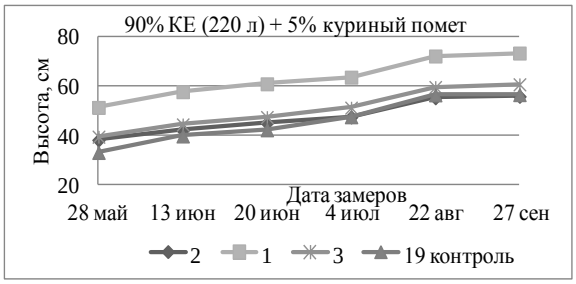
Средние показатели высоты и прироста черной смородины

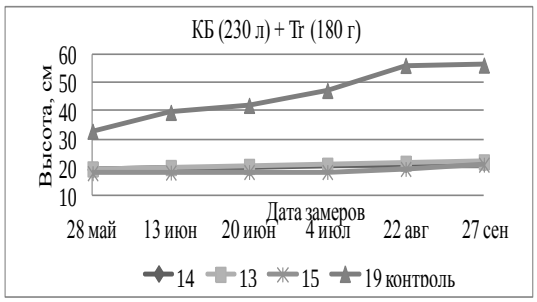
№ варианта	Состав компоста	Соотношение субстрата (компост: почва), %	Средняя высота, см		Средний прирост, см	
			осень 2011	осень 2012	за 2011	за 2012
1	90% КЕ (220л)+5% куриный помет	50:50	49.7±3.2	73.2±8.4	32.0	23.5
2		25:75	36.7±4.5	55.6±7.1	26.4	18.9
3		75:25	38.0±10.2	60.5±8.4	23.3	22.5
4	КЕ (230 л)+Tr (180 г)	50:50	21.4±2.1	25.2±1.6	4.8	3.8
5		25:75	18.2±1.5	25.2±3.6	2.6	7.0
6		75:25	19.0±3.0	21.7±3.9	1.4	2.7
7	КЕ (220 л)+Tr (180 г) + 5% куриный помет	50:50	35.1±5.1	56.0±7.0	16.8	20.9
8		25:75	35.2±4.4	61.4±4.3	17.6	26.2
9		75:25	34.3±4.3	56.9±3.9	20.3	22.6
10	90% КБ (220 л)+5% куриный помет	50:50	34.3±4.7	58.7±5.8	16.9	24.4
11		25:75	33.4±1.3	51.1±4.5	16.3	17.7
12		75:25	30.2±2.8	48.4±2.5	14.1	18.2
13	КБ (230 л)+Tr (180 г)	50:50	21.5±3.3	21.9±3.5	5.4	0.4
14		25:75	20.7±1.8	21.5±1.7	2.2	0.8
15		75:25	19.8±2.1	20.9±3.0	2.6	1.1
16	КБ (220 л)+Tr (180 г) + 5% куриный помет	50:50	33.5±4.8	62.4±4.2	15.9	28.9
17		25:75	35.0±2.5	57.3±3.0	19.8	22.3
18		75:25	25.6±0.7	52.6±1.3	11.3	27.0
19	Почва (контроль)	100	30.2±2.0	56.5±6.2	15.4	26.3

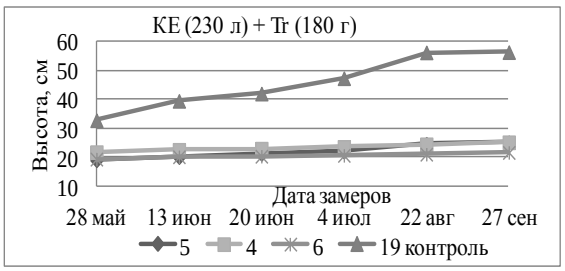
Если в первый год саженцы смородины черной по интенсивности роста в высоту наиболее сильно отреагировали на внесение компостов из еловой коры с куриным пометом, то на второй год наибольший прирост отмечен на вариантах с компостами из березовой коры с триходермой и куриным пометом (вариант 16, 18). Соотношение в составе субстрата компоста и

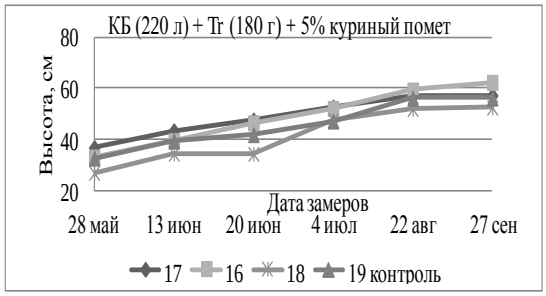
почвы в данных вариантах составляет 50:50 и 75:25 соответственно. Прирост, в отличие от контроля (26.3 см), за 2012 год составил 28.9 и 27.0 см соответственно.

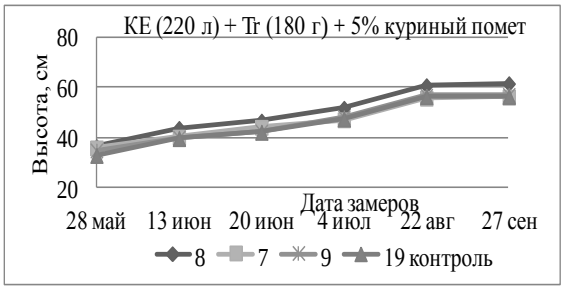
За два года выращивания наиболее низкий прирост в высоту саженцев смородины черной отмечен на всех вариантах с использованием в приготовлении корокомпостов триходермы без куриного помета (варианты: 4, 5, 6, 13, 14, 15). В целом прирост варьировал на данных вариантах от 0.4 до 7.0 см. На рисунке 1 показана динамика роста саженцев смородины черной в высоту за сезон 2012 года на опытных вариантах с компостами.











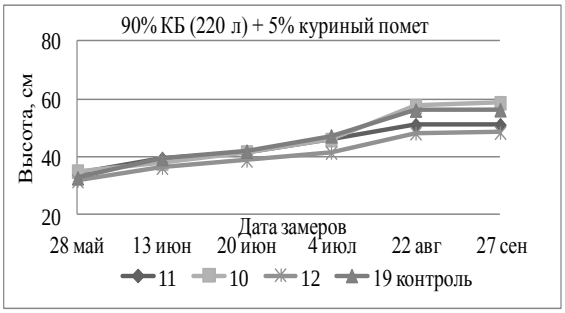


Рис. 1. Динамика роста саженцев смородины черной в высоту за сезон 2012 года на опытных вариантах с компостами

Примечание:
варианты 1, 4, 7, 10, 13, 16 – 50% компоста: 50% почва
варианты 2, 5, 8, 11, 14, 17 – 25% компоста: 75% почва
варианты 3, 6, 9, 12, 15, 18 – 75% компоста: 25% почва
вариант 19 – 100% почва (контроль)

Наибольший прирост саженцев смородины черной по диаметру у шейки корня отмечен, как и по высоте, на компостах из коры с куриным пометом и триходермой. На вариантах, где присутствует одна кора и триходерма без куриного помета (варианты: 4, 5, 6, 13,14, 15), прирост по диаметру не отмечен или совсем незначителен (табл. 2).

Одним из показателей успешной приживаемости саженцев и благоприятных условий произрастания является появление боковых побегов: и в первый и во второй сезон выращивания отмечено появление на контроле в среднем 1 побега (рис. 2).

Таблица 2

Средний прирост черной смородины по диаметру у шейки корня

№ варианта	Состав компоста	Соотношение субстрата (компост:почва) %	Средний диаметр, мм		Средний прирост по диаметру, мм	
			осень 2011	осень 2012	за 2011	за 2012
1	90% КЕ (220 л)+5% куриный помет	50:50	8.8±0.9	12.0±0.1	3.2	3.2
2		25:75	6.8±0.6	10.0±0.1	2.6	3.2
3		75:25	7.6±1.1	11.0±0.1	2.2	3.4
4	КЕ (230 л)+Tr (180 г)	50:50	6.0±0.5	6.0±0.0	0.4	0.0
5		25:75	6.0±0.9	6.0±0.1	0.6	0.0
6		75:25	6.0±0.9	6.0±0.1	0.7	0.0
7	КЕ (220 л)+Tr (180 г) + 5% куриный помет	50:50	7.4±0.7	11.0±0.0	2.4	3.6
8		25:75	7.0±0.4	10.0±0.1	1.8	3.0
9		75:25	7.2±0.8	10.0±0.1	1.2	2.8
10	90% КБ (220 л)+5% куриный помет	50:50	6.4±0.5	10.0±0.1	0.8	3.6
11		25:75	7.6±0.7	10.0±0.0	0.2	2.4
12		75:25	5.6±0.6	9.0±0.1	0.1	3.4
13	КБ (230 л)+Tr (180 г)	50:50	6.0±0.6	6.0±0.0	0.5	0.0
14		25:75	5.8±0.5	6.0±0.1	0.4	0,2
15		75:25	5.8±0.2	6.0±0.1	0.8	0.2
16	КБ (220 л)+Tr (180 г) + 5% куриный помет	50:50	7.4±0.2	11.0±0.0	0.6	3.6
17		25:75	6.6±0.4	10.0±0.1	2.2	3.4
18		75:25	7.0±0.8	11.0±0.1	1.4	4.0
19	Почва (контроль)	100	7.8±1.8	9.0±0.1	1.4	1.2

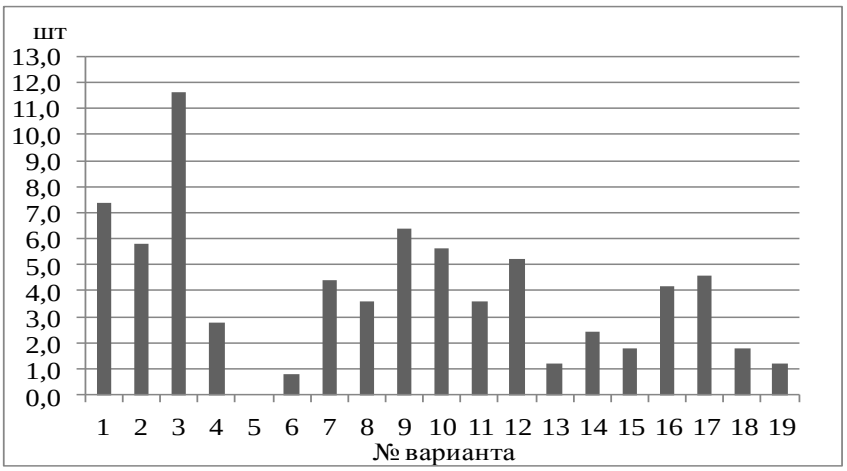


Рис. 2. Среднее количество боковых побегов черной смородины, шт.

Большое количество боковых побегов отмечено на следующих вариантах:
– кора ели + куриный помет в разных соотношениях в субстрате компоста и почвы (варианты № 1, 2, 3);
– кора ели + триходерма + куриный помет (варианты № 7, 8, 9);
– кора березы + куриный помет (варианты № 10, 11, 12).

Средняя высота и прирост саженцев черной смородины по вариантам и срокам замеров за 2011–2012 гг. представлен в таблице 3.

Таблица 3

Средняя высота и прирост саженцев черной смородины по вариантам и срокам замеров за 2011–2012 гг.

№ варианта	% почвы	10.06.11	29.09.11		28.05.12		27.09.12		Прирост, % к 10.06.2011	
		М, см	М, см	%	М, см	%	М, см	%	2011	2012
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
Контроль 100% почва										
19	100	14.8	30.2	204.1	32.8	221.6	56.5	381.8	104.1	281.8

Окончание таблицы 3

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
90% КЕ (220 л) + 5% куриный помет										
2	75	10.3	36.7	356.3	37.9	368.0	55.6	539.8	256.3	439.8
1	50	17.7	49.7	280.8	51.1	288.7	73.2	413.6	180.8	313.6
3	25	14.7	38.0	258.5	39.2	266.7	60.5	411.6	158.5	311.6
КЕ (230 л) + Tr (180 г)										
5	75	15.6	18.2	116.7	19.0	121.8	25.2	161.5	16.7	61.5
4	50	16.6	21.4	128.9	21.8	131.3	25.2	151.8	28.9	51.8
6	25	19.0	19.0	100.0	19.4	102.1	21.7	114.2	0.0	14.2
90% КЕ (220 л) + Tr (180 г) + 5% куриный помет										
8	75	17.6	35.2	200.0	36.3	206.3	61.4	348.9	100.0	248.9
7	50	18.3	35.1	191.8	35.8	195.6	56.0	306.0	91.8	206.0
9	25	14.0	34.3	245.0	34.8	248.6	56.9	406.4	145.0	306.4
90% КБ (220 л) + 5% куриный помет										
11	75	17.1	33.4	195.3	34.6	202.3	51.1	298.8	95.3	198.8
10	50	17.4	34.3	197.1	35.1	201.7	58.7	337.4	97.1	237.4
12	25	16.1	30.2	187.6	31.7	196.9	48.4	300.6	87.6	200.6
КБ (230 л) + Tr (180 г)										
14	75	18.5	19.0	102.7	19.3	104.3	21.5	116.2	2.7	16.2
13	50	16.1	19.1	118.6	19.4	120.5	21.9	136.0	18.6	36.0
15	25	17.2	17.5	101.7	17.9	104.1	20.9	121.5	1.7	21.5
КБ (220 л) + Tr (180 г) + 5% куриный помет										
17	75	15.2	35.0	230.3	36.9	242.8	57.3	377.0	130.3	277.0
16	50	17.6	33.0	187.5	33.2	188.6	62.4	354.5	87.5	254.5
18	25	14.3	25.6	179.0	32.8	229.4	52,6	367.8	79.0	267.8

В целом за два сезона выращивания саженцев черной смородины наибольший прирост по сравнению с контролем (почва) наблюдается на компостах из еловой коры с куриным помётом. Прослеживается определенная закономерность по приросту растений, особенно на вариантах 1, 2, 3: чем меньше процентное содержание компоста в субстрате, тем прирост по высоте выше (рис. 3). В серии вариантов компоста из еловой коры, куриного помета и триходермы наибольший прирост отмечен на варианте 9 (75% компоста и 25% почва) с наибольшим содержанием компоста.

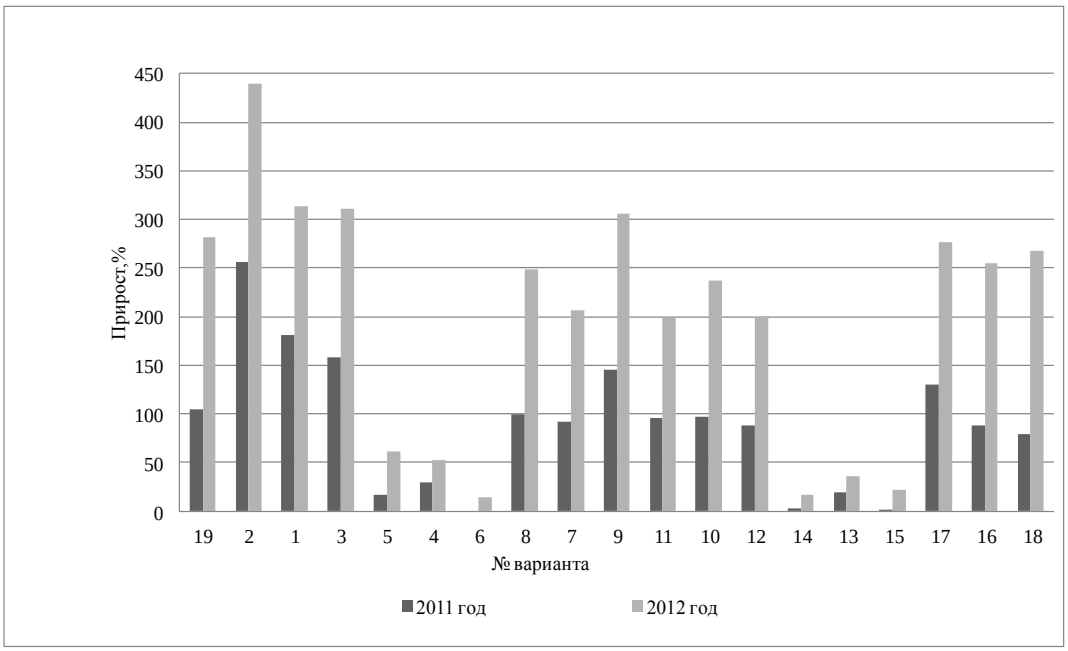


Рис. 3. Прирост саженцев черной смородины за 2011 и 2012 гг. в процентах к средней высоте высаженных растений

На компостах с использованием березовой коры четкого проявления зависимости величины прироста от количества компоста не прослеживается: на всех вариантах процент при-

роста ниже контроля. В первый и второй годы выращивания в серии вариантов компоста из березовой коры без триходермы процент прироста выше при норме компоста 50% (вариант 10). В серии вариантов компоста из березовой коры, куриного помета и триходермы наибольший прирост отмечен на варианте 17, с наименьшим содержанием компоста (25%). Необходимо отметить, что на второй год выращивания на всех вариантах серии (вариант 16–18) прирост был больше, чем на вариантах без триходермы (вариант 10–12).

Выводы

Результаты исследований показывают, что компосты из еловой коры в сочетании с куриным пометом оказывают высокое стимулирующее влияние на рост и развитие саженцев черной смородины. Установлено, что чем меньше процентное содержание компоста в субстрате, тем прирост по высоте у саженцев смородины черной выше.

Выявлено положительное влияние корокомпостов, созданных с использованием триходермы и куриного помета, на рост саженцев смородины в высоту и по диаметру у шейки корня.

Для отработки норм внесения компостов, процентного соотношения компонентов, влияния всех составляющих на урожайность и качество плодов необходимо продолжение исследований.

Список литературы

1. Наквасина Е.Н., Бедрицкая Т.В. Почвы Европейского Севера. – Архангельск: ПГУ, 1999. – 31 с.

2. Яковлева Е.А. Автоматизированный учет плодородия почв лесных питомников // Лесное хозяйство, 2000. – №2. – С. 32–33.

3. Бенедиктова А.И., Шапошникова Л.В. Изменение свойств и гумусного состояния аллювиальной дерново-глеевой почвы под влиянием коры и корокомпоста // Материалы отчетной сессии по итогам НИР за 1991 г. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1992. – С. 91–92.

4. Демидова Н.А., Дуркина Т.М. Результаты испытания местных и интродуцированных видов рода SALIX на Европейском Севере России // Научные ведомости БелГУ». Серия «Естественные науки». – 2012. – № 21(140). Вып. 21. – С. 23–28.

5. Органические удобрения: Справочник / П.Д. Попов, В.И. Хохлов, А.А. Егоров и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.

THE USE OF COMPOSTS BASED ON WOOD BARK AS A FERTILIZER FOR BLACK CURRANT SEEDLINGS CULTIVATION

N.A. Demidova, B.A. Mochalov, M.L. Buntina

Northern Research Institute of Forestry, 13, Nikitov St., Arkhangelsk, 163062, Russia

E-mail: forestry@ptl-arh.ru

The results of studies of the effect of composts based on spruce and birch wood bark on the growth of black currant plants are presented in this article. The composts resulting from aerobic composting of wood bark, combined with chicken manure have high stimulating impact on the growth and development of black currant plants in the conditions of the European North of Russia.

Key words: composts, wood bark, chicken manure, fertilizers, soil fertility, black currant, Trichoderma.

УДК 631

ОПРЕДЕЛНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗНЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ МЕТОДОМ УСТЬИЧНОГО АНАЛИЗА

Л.Г. Смирнова, И.И. Михайленко

Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, Россия, 308001, ул. Октябрьская, 58

E-mail: lidya.smirnova@yandex.ru

При выращивании озимой пшеницы необходимо учитывать ее экологическую устойчивость к неблагоприятным условиям среды. Известно, что разнообразие элементов рельефа создает неоднородную экологическую обстановку, различающуюся по химическим, физическим, минеральным процессам почвообразования, водному режиму в почве, микроклиматическим условиям. Таким образом, у растений озимой пшеницы отмечается адаптация разной степени к экологическим факторам среды. Данные исследования посвящены изучению устьичного аппарата как показателя устойчивости растений. Применение метода устьичного анализа позволяет оценить физиологическое состояние растений в засушливых условиях.

Ключевые слова: склоновая микрозональность, экологическая устойчивость, озимая пшеница, устьичный аппарат, урожайность озимой пшеницы.

Введение

Растения в природной среде часто подвергаются негативному действию климатических факторов. Способность растений адаптироваться к неблагоприятным факторам окружающей среды, сопротивляться им и при этом сохранять свой жизненный потенциал является одной из важнейших экологических функций растительных организмов. Главная роль ее состоит в возможности реализовывать защитно-приспособительные механизмы [1].

Одним из способов адаптации растений является изменение их устьичной активности. Известно, что в зависимости от содержания воды в листе устьичное отверстие может расширяться и тогда транспирация увеличивается. При повышении осмотического давления в межклеточном соке устьичные клетки сжимаются, и устьичное отверстие уменьшается, иногда вплоть до полного закрытия устьиц. При полном закрытии устьиц транспирация, а также любой газообмен прекращаются [2]. Таким образом, устьичный аппарат растений способен влиять на интенсивность газообмена и фотосинтеза.

Установление закономерностей изменения адаптивных реакций сельскохозяйственных культур позволит выявить устойчивые сорта озимой пшеницы к изменяющимся условиям склона.

Цель работы – изучение экологической устойчивости растений озимой пшеницы в условиях склоновой микрозональности методом устьичного анализа.

В задачу исследований входило: изучение экологических условий на опытном участке; оценка адаптации сортов озимой пшеницы к абиотическим факторам методом устьичного анализа; выявление степени влияния числа устьиц на урожайности.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили в 2010-2012 гг. на контрастных формах рельефа, расположенных в долине реки Ерик в ландшафтно-полевом опыте. Опытный участок развернут на плакоре и прямом склоне южной экспозиции крутизной 1-3° и 3-5°. Объектами исследований служили сорта озимой пшеницы. Всего исследовали 6 сортов (‘Белгородская 12’, ‘Одесская 267’, ‘Синтетик’, ‘Богданка’, ‘Ариадна’, ‘Корочанка’).

При оценке климатических условий, в качестве величины, характеризующей степень увлажненности территории, использовался условный показатель увлажнения – ГТК (гидротермический коэффициент Селянинова). Гидротермический коэффициент, отражающий соотношение тепла и влаги, расчитывали по формуле: ГТК = ∑осадков с $t > 10^0$ ×10 / ∑ $t > 10^0$, где ∑ осадков с $t > 10^0$ - сумма осадков при температуре выше 10^0; ∑ $t > 10^0$ – сумма температур выше 10^0.

Отбор растительных образцов вели по фазам онтогенеза: отрастание, трубкование, колошение, молочно-восковая спелость. Листья отбирали со средней части побега. Исследования

по изучению состояния устьиц проводили с помощью микроскопа «Биолам М». Определяли количество устьиц на участке, расположенном на нижней стороне листа, площадью 1 см² в пятикратной повторности в каждом сорте.

Результаты и обсуждение

За исследуемый период 2010-2012 годы, были рассчитаны гидротермические коэффициенты (табл. 1). 2010 год характеризовался как сухой, прослеживался колоссальный дефицит влаги. Гидротермический коэффициент равнялся 0.4. В 2011 году сложились более благоприятные погодные условия, ГТК составил 1,2, и этот период характеризуется как достаточное увлажнение. В 2012 году в соответствии с ГТК (0.6) зафиксирован засушливый вегетационный период.

Таблица 1

Гидротермические коэффициенты по годам исследования

Оценка периода вегетации	Годы	ГТК
Сухой период	2010	0.4
Достаточное увлажнение	2011	1.2
Недостаточное увлажнение	2012	0.6

Проведенные исследования показали, что величина и число устьиц на единице поверхности у растений озимой пшеницы слабо варьирует в разных частях листовых пластинок. Однако существует связь между количеством устьиц и их величиной – чем больше устьиц, тем они мельче. Количество устьиц изменялось в зависимости от фазы онтогенеза, сорта, орографических условий, а также от метеорологических условий года.

Чтобы определить оптимальные значения по количеству устьиц в листьях озимой пшеницы в конкретную фазу онтогенеза, нами был рассчитан устьичный коэффициент. Если число устьиц превышает этот показатель, это значит, что растение плохо переносит засушливые условия. Если количество устьиц не превышает введенный параметр, то растения нормально адаптировались к условиям среды.

Устьичный коэффициент рассчитывается по формуле: $К_у = N / ГТК * 0.01$, где $К_у$ – устьичный коэффициент; N – среднее число устьиц; ГТК – гидротермический коэффициент; 0.01 – постоянная составляющая.

Таким образом, в 2010 году при ГТК равном 0.4 количество устьиц на листьях растений озимой пшеницы варьировало от 5856 шт./см² в период отрастания до 9110 шт./см² в период колошения /цветения. Повышение температуры воздуха увеличивает их число на листьях. Орографические факторы слабо влияли на данный показатель. Различия отмечены только у сортов ‘Одесская 267’ и ‘Синтетик’ на плакоре в период отрастания. В фазу трубкования у сорта ‘Ариадна’ и ‘Богданка’ выявлена значительная разница между количеством устьиц по рельефу. В период колошения/цветения практически все сорта не отличались между собой по данному показателю (табл. 2).

Таблица 2

Количество устьиц (шт./см²) и устьичные показатели в процессе онтогенеза в зависимости от позиции рельефа за 2010 год

Позиция рельефа	Сорт						
	Белгородская 12	Одесская 267	Корочанка	Богданка	Ариадна	Синтетик	Норма
Отрастание Т=15.8°С							
Плакор	6474-161	5856-146	7327-183	6092-152	6444-161	5962-149	119
Склон 1-3°	5928-148	6898-172	6788-169	6558-163	6354-158	7750-193	129
Склон 3-5°	6058-151	6542-163	6628-165	6156-153	6308-157	7154-178	131
Трубкование Т=17.8°С							
Плакор	7034-175	8122-203	8950-223	7126-178	**6320-158**	7774-194	171
Склон 1-3°	8574-214	8462-211	8954-223	8364-209	8326-208	8342-221	200
Склон 3-5°	8254-206	8192-204	8230-205	7948-198	**7372-184**	**7454-186**	188
Колошение/цветение Т=21.4°С							
Плакор	8420-210	8396-209	8644-216	7618-190	7814-195	7924/198	181
Склон 1-3°	8190-204	8756-218	8618-215	8216-205	**7536-188**	7744/193	192
Склон 3-5°	8512-212	8873-221	9110-227	9092-227	**7728-193**	8673/216	193
$НСР_{95}$ фактор А – рельеф – 272.4; В – фаза – 272.4; С – сорт – 385.3							

В процессе онтогенеза у сортов озимой пшеницы выявлена достоверно существенная разница между количеством устьиц. Так, в период отрастания существенная разница выявлена между сортами ‘Одесская 267’ (5856 шт./см²) и ‘Корочанка’ (7327 шт./см²) на плакоре; на

склоне максимум отмечен у сорта ‘Синтетик’ (7154-7750 шт./см²), а минимум у сорта ‘Белгородская’ 12 (5928-6058 шт./см²). В фазу трубкования достоверные различия зафиксированы на плакоре между сортами ‘Ариадна’ (6320 шт./см²), ‘Белгородская’ 12 (7034 шт./см²), ‘Богданка’ (7126 шт./см²) и ‘Корочанка’ (8950 шт./см²). В условиях склоновой микрозональности крутизной 1-3° выделен сорт ‘Корочанка’ (8954 шт./см²), на участке 3-5° – ‘Ариадна’ (7372 шт./см²), ‘Синтетик’ (7454 шт./см²). У сортов ‘Ариадна’ и ‘Синтетик’ устьичные показатели находятся в пределах нормы. В период колошения/цветения получена существенная разница между сортами ‘Корочанка’ (8644 шт./см²) и ‘Богданка’ (7618 шт./см). В условиях склона наиболее устойчивым оказался сорт ‘Ариадна’ (7536-7728 шт./см²).

В 2011 году также, как и в 2010 году получены достоверно низкие значения по количеству устьиц в период отрастания (3795-3933 шт./см²) по сравнению с другими фазами онтогенеза (табл.3). Однако в связи с более низкой температурой в фазу отрастания (13.1°С) в 2011 году в целом число устьиц было меньше, чем в аналогичном периоде в 2010 году. Согласно устьичным показателям растения в этом году на всех вариантах хорошо адаптировались к условиям среды. Следует отметить, что в период трубкования (при средней температуре – 17.3°С) количество устьиц было в среднем больше, чем в фазу колошения / цветения (при средней температуре – 20.6°С). Это можно объяснить тем, что в период колошения / цветения выпало избыточное количество атмосферных осадков (ГТК – 1.8), что привело к снижению числа устьиц. Известно, что склон прогревается интенсивнее плакора, поэтому у всех сортов в фазу колошения / цветения, за исключением Белгородской 12, отмечено наибольшее количество устьиц в условиях склона 3–5° (7168-8560 шт./см²).

Таблица 3

Число устьиц (шт./см²) и устьичные показатели в процессе вегетации в зависимости от позиции рельефа в 2011 г.

Позиция рельефа	Сорт						
	Белгородская 12	Одесская 267	Корочанка	Богданка	Ариадна	Синтетик	Норма
Отрастание Т=13.1°							
Плакор	4408-36	3936-32	4560-38	3558-29	3036-25	3276-27	39
Склон 1-3°	3818-31	3112-25	4620-38	3620-30	3366-28	3248-27	43
Склон 3-5°	4810-40	4240-35	4220-35	3220-26	3304-27	3808-31	43
Трубкование Т=17.3°С							
Плакор	6344-52	7338-61	6460-53	6180-51	5992-49	5312-44	57
Склон 1-3°	7728-64	7632-63	7088-59	6390-53	7534-62	6132-51	66
Склон 3-5°	6662-55	7494-62	7538-62	6044-50	6760-56	6960-58	62
Колошение/цветение Т=20,6°С							
Плакор	4256-35	5394-44	5486-45	4752-39	6082-50	5634-46	60
Склон 1-3°	6460-53	5694-47	6858-57	6198-51	6284-52	5844-48	64
Склон 3-5°	5796-48	7590-63	**8560-71**	7294-60	7168-59	7364-61	64
Молочно-восковая спелость Т=20.2°С							
Плакор	6570-54	5980-49	5922-49	7144-59	5994-49	5898-49	59
Склон 1-3°	6282-52	5956-49	6758-56	6478-53	5330-44	5878-48	60
Склон 3-5°	6806-56	5804-48	6192-51	6348-52	6108-50	5880-49	57
$НСР_{95}$ фактор А – рельеф – 287.2; В – фаза – 331.7; С – сорт – 406.2							

Проведенная сравнительная характеристика сортов озимой пшеницы по числу устьиц показала, что в каждой исследуемой микрозоне были выявлены сорта с большим и меньшим количеством устьиц. Так, в период отрастания существенная разница обнаружена на плакоре между сортами ‘Ариадна’ (3036 шт./см²) и ‘Корочанка’ (4560 шт./см²), на участке склона 1–3° – ‘Корочанка’ (4620 шт./см²) и ‘Одесская 267’ (3112 шт./см²), в условиях склона 3–5° – ‘Богданка’ (3220 шт./см²) и ‘Белгородская 12’ (4810 шт./см²). В фазу трубкования достоверные различия получены на плакоре между сортами ‘Одесская 267’ (7338 шт./см²) и ‘Синтетик’ (5312 шт./см²), в микрозоне крутизной 1–3° наиболее устойчивым был ‘Синтетик’ (6132 шт./см²), в условиях склона 3–5° – между сортами ‘Корочанка’ (7538 шт./см²) и ‘Богданка’ (6044 шт./см²). В период колошения/цветения меньшее количество устьиц зафиксировано у сорта ‘Белгородская 12’ (4256 шт./см² на плакоре, 5796 шт./см² на склоне крутизной 3–5°) и ‘Одесская 267’ в условиях склона 1–3° (5694 шт./см²). На этапе молочно-восковой спелости меньше всех адаптировался сорт ‘Богданка’ (7144 шт./см²) на плакоре. Минимальное число устьиц зафиксировано у сорта ‘Ариадна’ (5330 шт./см²) на участке склона 1–3°.

В 2012 году получены неполные данные исследования. Это связано с тем, что на склоне в период посева и после него сохранялась засушливые условия, которые привели к недостатку доступной влаги для растений. В связи с этим появились недружные всходы, особенно на

участке склона крутизной 3–5°. Перезимовка усилила негативные последствия засушливых условий осени и привела к еще большему изреживанию посевов. На участке склона 3–5° отмечались лишь единичные растения.

Таблица 4

Число устьиц (шт./см²) и устьичные показатели в процессе вегетации в зависимости от позиции рельефа в 2012 г.

Позиция рельефа	Сорт						
	Белгородская 12	Одесская 267	Корочанка	Богданка	Ариадна	Синтетик	Норма
Отрастание Т=16.5°С							
Плакор	5169-86	4975-82	5391-89	**4421-73**	**4499-74**	5057-84	79
Склон 1-3°	5445-90	5974-99	5765-96	5448-90	5917-98	5814-96	86
Трубкование Т=21°С							
Плакор	7644-127	7517-125	8330-138	8585-143	7338-122	8423-140	114
Склон 1-3°	9097-151	9550-159	8431-140	9248-154	**7823-130**	8040-134	133
Колошение/цветение Т=20°С							
Плакор	8286-138	8018-133	9677-161	9571-159	9550-159	9763-162	120
Склон 1-3°	10426-173	10451-174	9048-150	10600-176	8977-149	9972-166	128
Молочно-восковая спелость Т=21.6°С							
Плакор	9815-163	8239-137	8010-133	8220-137	8236-137	9095-151	118
Склон 1-3°	9534-158	8362-139	8549-142	9457-157	9135-152	9760-162	120
$НСР_{95}$ фактор А – рельеф – 488.9; В – фаза – 691.4; С – сорт – 846.8							

Количество устьиц варьировало в процессе онтогенеза (табл. 4). Достоверно минимальное количество устьиц зафиксировано в фазу отрастания по всем сортам (4894-4985 шт./см²). В период трубкования число устьиц возросло и в среднем составило 8139-8531 шт./см²; на этапе колошения / цветения - 9310-10079 шт./см². Согласно устьичным коэффициентам более устойчивыми к засухе были сорта озимой пшеницы ‘Богданка’ и ‘Ариадна’ на плакоре в фазу отрастания. Кроме того, сорт ‘Ариадна’ лучше противостоял засушливым условиям на участке склона 1–3° в период трубкования. В процессе вегетации проявлялись различия между сортами по числу устьиц. Так, в период трубкования достоверно меньшее количество устьиц на всех вариантах выявлено у сорта ‘Ариадна’ (4499 шт./см²); в фазу колошения / цветения существенная разница обнаружена между сортами ‘Одесская 267’ (8018 шт./см²) и ‘Синтетик’ (9763 шт./см²) на плакоре, сорт ‘Ариадна’ был устойчивее на участке склона 1–3° (8977 шт./см²); на этапе молочно-восковой спелости засушливые условия хуже перенесли сорта ‘Белгородская 12’ (9534-9815 шт./см²) и ‘Синтетик’ (9095-9760 шт./см²).

Анализ данных таблицы 5 показывает, что количество устьиц у сортов озимой пшеницы по элементам рельефа меняется неравномерно.

Таблица 5

Влияние абиотических факторов на изменение количества устьиц (шт./см²) у сортов озимой пшеницы за 2010-2012 гг.

Сорт	Вариант	2010 год	2011 год	2012 год
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Белгородская 12	Плакор	7309	5394	7828
	Склон 1-3°	7564	6072	8375
	Склон 3-5°	7641	5268	
Одесская 267	Плакор	7458	5662	7687
	Склон 1-3°	8039	5598	8084
	Склон 3-5°	7869	5782	
Фея	Плакор	8307	5357	8352
	Склон 1-3°	8120	6023	7448
	Склон 3-5°	7956	6033	
Корочанка	Плакор	6945	5659	8199
	Склон 1-3°	7713	5671	8688
	Склон 3-5°	7732	5726	
Богданка	Плакор	7193	5276	7656
	Склон 1-3°	7405	5878	7713
	Склон 3-5°	7136	5835	
Ариадна	Плакор	7053	5030	8834
	Склон 1-3°	7945	5275	7646
	Склон 3-5°	7637	5753	

Окончание таблицы 5

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Синтетик	Плакор	5053	5030	8834
	Склон 1-3°	5945	5275	7646
	Склон 3-5°	5637	5753	
	$НСР_{95}$	363,4	344,7	735,7

Так, в сухом 2010 году количество устьиц варьировало от 7377 до 7797 шт./см²; в 2012 году – от 7992 до 8092 шт./см². В то время как в благоприятном 2011 году их число было меньше и составило 5396-5753 шт./см². В 2010 году наиболее адаптировались к засухе сорта 'Богданка' на плакоре (6945 шт./см²), 'Ариадна' и 'Белгородская 12' в микрозоне 1–3° (7405 и 7564 шт./см²). В 2011 году у сорта 'Синтетик' наблюдалось минимальное число устьиц на плакоре и части склона 1-3° (5030 и 5275 шт./см²). В условиях склона 3–5° лучшим был сорт 'Белгородская 12' (5268 шт./см²). В 2012 году на плакоре хуже всех переносил засуху сорт 'Синтетик' (8834 шт./см²). В агроландшафтном контуре 1–3° наиболее устойчивым был сорт 'Корочанка' (7448 шт./см²).

Урожайность сортов озимой пшеницы в среднем за период исследований 2010-2012 годов варьировала по вариантам от 8.6 до 28.0 ц/га. Максимальной она отмечена у сортов 'Ариадна' и 'Синтетик' на плакоре – 28.0 ц/га, минимальная – у сорта 'Одесская 267' на склоне 3–5° – 8.6 ц/га. Средние показатели урожайности на плакоре были выше, чем в условиях склона. В микрозоне крутизной 1–3° разница с плакором составила 9.1 ц/га. В условиях склона 3–5° урожайность составляла от 8.6 до 16.3 ц/га. В среднем она была на 10.6 ц/га ниже, чем на плакоре. (табл. 6). В каждой микрозоне разница между сортами по урожайности не выявлена.

Таблица 6

Влияние орографических факторов на урожайность сортов озимой пшеницы, ц/га (среднее за 2010-2012 гг.)

Сорт	Плакор	Склон 1–3°	Склон 3–5°	Разница от плакора к склону	
				1–3°	3–5°
Белгородская 12	23.7	19.3	15.1	4.4	8.6
Одесская 267	20.9	14.1	8.6	6.8	12.3
Корочанка	24.8	13.1	11.3	11.7	13.5
Богданка	27.6	17.2	16.3	10.4	11.3
Ариадна	28.0	13.7	13.6	14.3	14.4
Синтетик	28.0	12.2	13.0	15.8	15
Среднее	23.8	14.7	13.2	9.1	10.6
$НСР_{95}$ 19.5 фактор А – рельеф – 7.4; В – сорт – 11.3					

Выводы

1. За время исследований сложились неоднородные погодные условия: в 2010 году ГТК равнялся 0.4 (сухой период), в 2011 – 1.2 (достаточное увлажнение), в 2012 году – 0.6 (засушливый период).

2. Различие климатических условий сказалось на количестве устьиц у сортов озимой пшеницы. Их число увеличивается с повышением температуры воздуха по фазам онтогенеза. Количество устьиц достоверно изменялось в зависимости от фазы онтогенеза, сорта, орографических факторов, а также от метеорологических условий года.

3. Для выявления наиболее устойчивых сортов озимой пшеницы, был рассчитан устьичный коэффициент. Согласно ему более адаптированными к засухе оказались сорта озимой пшеницы 'Богданка' и 'Ариадна'.

3. Урожайность сортов озимой пшеницы изменялась по годам исследования и в среднем за 2010-2012 годы составляла 23.8 ц/га на плакоре, 14.7 ц/га на склоне 1–3° и 13.2 ц/га в условиях склона 3–5°. Это связано с влиянием ряда факторов. Главными из них остаются метеорологические условия и экологические факторы, которые изменяются в зависимости от позиций рельефа. Максимальная урожайность наблюдалась у сортов 'Ариадна' и 'Синтетик' на плакоре – 28.0 ц/га, минимальная – у сорта 'Одесская 267' на склоне 3–5° – 8.6 ц/га.

Список литературы

1. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. – СПб.: СПбГУ, 2002. – 244 с.

2. Чернавская Н.М. Периодические явления в фотосинтезе / Н.М. Чернавская, Д.С. Чернавский // Успехи физических наук. – 1960. – №3. – С. 627–651.

3. Каталог мировой коллекции ВИР: Засухоустойчивость сортов земляники ананасной в условиях Северо-Запада РСФСР и Краснодарского края / Под. ред. Г.Б. Удовенко. – Ленинград, 1989. – 20 с.

DEFINITION OF ECOLOGICAL TOLERANCE SORTS OF WINTER WHEAT BY METHOD OF STOMATAL ANALYSIS IN DIFFERENT GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS

L.G. Smirnova, I.I. Mikhailenko

Belgorod Research Institute of Agricuture of Russian Academy of Agrarian Sciences, 58.Octabr'skaya St., Belgorod, 308001, Rusia

E-mail: lidya.smirnova@yandex.ru

During cultivation of winter wheat it is necessary to consider its ecological tolerance to unpropitious environmental conditions. It is known that diversity of landscape elements creates a heterogeneous ecological environment, which differs in chemical, physical, mineral soil formation processes, the water regime in the soil, microclimate conditions. Thus, in plants of winter wheat different degrees of adaptation to the ecological factors of the environment are observed. These researches are devoted to studying of the stomatal apparatus as indicators of tolerance of plants. Application of the method of stomatal analysis allows estimating physiological state of plants in arid conditions.

Key words: slope microzonation, ecological tolerance, winter wheat, stomatal apparatus, productivity of winter wheat.

УДК 575.22; 502.4

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ КЛОПА *EURYGASTER INTEGRICEPS* В УСЛОВИЯХ АГРОЦЕНОЗОВ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ[1]

Э.А. Снегин, К.Д. Курносова

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

E-mail: snegin@bsu.edu.ru

На основе фенетического подхода и анализа ДНК-маркеров (*ISSR*) проведено изучение генетической структуры популяций клопа вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Puton), обитающих в условиях агроценозов юга Среднерусской возвышенности. Определен уровень изменчивости и вычислена степень дифференциации популяций. Выдвигается предположение о форме естественного отбора в изучаемых группах.

Ключевые слова: *Eurygaster integriceps*, вредитель, популяции, генетическая структура, агроценозы.

Введение

Предлагаемая вашему вниманию работа посвящена изучению генетической изменчивости популяций клопа вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Puton), который является опасным вредителем растений семейства злаковых. Известно, что исследования в этом направлении тесно связаны с успешным осуществлением программы защиты сельскохозяйственных растений от вредных насекомых. В этой связи изучению генетической структуры данного вида посвящено ряд работ, проведенных, как на основе анализа фенотипической изменчивости [1, 2, 3], так и с использованием молекулярных маркеров [4, 5, 6, 7]. Цель настоящих исследований состояла в изучении особенностей фенофондов и генофондов популяций *E. integriceps* в различных агроценозах юга Среднерусской возвышенности.

Материал и методы

Исследования проводилась в пяти пунктах Белгородской области (табл. 1).

Таблица 1

Описание пунктов сбора *Eurygaster integriceps*

Пункт	Описание	Дата сбора
1. Прохоровка	Ячменное поле в окрестностях с. Прохоровка (Прохоровский район).	август 2011
2. Скородное	Пшеничное поле, находящееся между с. Скородным и с. Холодным (Губкинский район).	август 2011 г.
3. ЛГОК	Пшеничное поле вблизи отвалов Лебединского ГОК (Губкинский район).	июнь 2011 г.
4. Белгород	Овсяное поле в пределах городской черты г. Белгорода, район аэропорта.	август 2012 г.
5. Ракитное	Ячменное поле вблизи с. Ракитное (Ракитянский район).	август 2011г.

Видовую принадлежность собранных особей определяли по ключевым морфологическим признакам и строению половой системы [8].

Для фенетического анализа нами были использованы цветовые вариации кутикулы, а также степень выраженности рисунка щитка, переднеспинки и надкрылий. Всего проанализировано 346 особей, у которых выделено 10 фенотипов (рис. 1, таблица 2). В пределах первых семи фенотипов встречаются особи с различной степенью окраски кутикулы (темные, светлые и промежуточные формы) с элементами рисунка. Три оставшиеся формы (8, 9, 10) характеризуются однотонной окраской без рисунка. Стоит отметить, что выявленные цветовые варианты рассматриваются нами как проявление модификационной изменчивости.

[1] Работа выполнена при поддержке МО РФ, госзадание № 4.8480.2013.

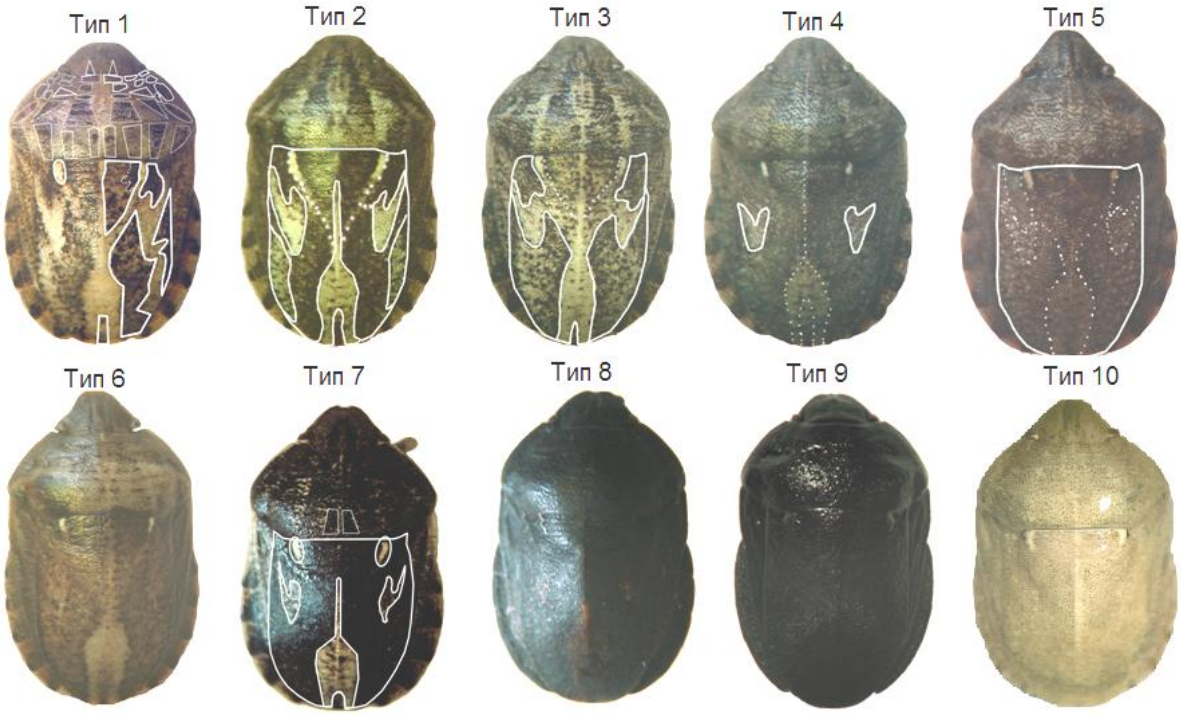


Рис.1. Фенотипы *E. integriceps* (описание приводится в таблице 2; светлыми линиями выделены некоторые элементы рисунка)

Таблица 2

Описание фенотипов *E. integriceps*

Фенотип	Описание
1	Четко выраженный светлый рисунок, все элементы которого соединяются между собой.
2	Четко выраженный светлый рисунок, все элементы которого явно разделены между собой.
3	Четко выражена верхняя часть рисунка, нижние парные пятна размыты.
4	Неясно выражены нижнее одиночное пятно и парные верхние, остальные элементы рисунка отсутствуют.
5	Неясно выражены верхние элементы рисунка и нижнее непарное пятно, нижних парных пятен нет.
6	Неясно выражены верхние элементы рисунка, слабо заметны нижние парные пятна, нижнее непарное пятно выражено четко.
7	Окраска кутикулы темная, очень контрастно выделяются верхние парные пятна и нижнее непарное пятно.
8	Черная окраска кутикулы с коричневато-кирпичными нечетко выраженными пятнами.
9	Черная окраска кутикулы, без каких-либо светлых пятен.
10	Однотонная светло-коричневая окраска кутикулы без выраженных пятен.

Генетический анализ проводился с использованием метода полимеразной цепной реакции – метод *ISSR* (*Inter simple sequence repeats*) [9]. ДНК выделяли из фрагментов брюшка насекомого с лизирующим буфером, содержащим протеиназу К. Амплификацию проводили в термоциклере MyCycler (Bio-Rad), используя праймер *SAS–1* (5'-*GTGGTGGTGGTGGC*-3').

Реакцию проводили в 25 мкл смеси, содержащей 20 нг геномной ДНК, ПЦР-буфер (67 мМ трис-*HCl* (*pH* 8.8), 16 мМ $(NH_4)_2SO_4$, 5 мМ β-меркаптоэтанол, 7 мМ ЭДТА, 3 мМ *MgCl*), 0.25 мМ *dNTP*, 0.5 мкМ праймера, 1 единица *Taq* ДНК полимеразы (ингибированной для горячего старта). Реакция проходила в следующих условиях: «горячий старт» – 2 мин/94 °С, 40 циклов (денатурация -30 с/94 °С, отжиг праймера – 30 с/55 °С, синтез – 2 мин/72°С), дополнительный синтез – 10 мин/72 °С, охлаждение до 4 °С. Продукты ПЦР разделяли с помощью электрофореза в 2 % агарозном геле с использованием ТАЕ буфера (охлажденного до +4 °С), 100 В – 45 мин. Блоки окрашивали бромистым этидием.

По картинам амплифицированных фрагментов, полученных в ходе электрофореза составляли бинарные матрицы, где присутствие полосы обозначалось как «1» (аллель *p*), отсутствие «0» (аллель *q)*. У данного вида нами обнаружено 16 локусов.

Всего нами были проанализированы генотипы 121 особи. Обработка полученных данных проводилась с использованием программы GenAlEx [10].

Результаты исследований

Согласно данным, представленным в таблице 3, практически во всех изученных группах, за исключением четвертой («Белгород»), преобладают особи с фенотипом, который относится к типу 2. В четвертой же популяции наибольшую частоту имеет тип 6, для которого характерна слабая выраженность элементов рисунка переднеспинки и щитка. Так же, только в этой группе, встречается тип 10, который характеризуется светлой окраской кутикулы и отсутствием элементов рисунка. Такие отличительные особенности группы «Белгород», вероятно, вызваны обитанием на овсяном поле, которое является более осветленным биотопом по сравнению с пшеничными и ячменными агроценозами.

Таблица 3

Частоты фенотипы в изученных популяциях *E. integriceps*

Популяция	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5	Тип 6	Тип 7	Тип 8	Тип 9	Тип 10
1. «Прохоровка»	0.042	0.396	0.063	0.125	0.083	0.208	0.021	0.021	0.042	0.000
2. «Скородное»	0.057	0.425	0.057	0.161	0.069	0.195	0.000	0.023	0.011	0.000
3. «ЛГОК»	0.041	0.378	0.027	0.189	0.041	0.284	0.041	0.000	0.000	0.000
4. «Белгород»	0.079	0.286	0.063	0.032	0.111	0.317	0.016	0.000	0.000	0.095
5. «Ракитное»	0.095	0.392	0.054	0.108	0.081	0.203	0.027	0.014	0.027	0.000

Для оценки степени фенотипического разнообразия популяций был вычислен индекс Шеннона (табл. 4), согласно которому наиболее разнообразными являются популяции «Белгород» (4) и «Ракитное» (5). Показатель μ (среднее число фенотипов), который показывает количество разных фенотипов выборке с учетом их частот, также наиболее высок именно в этих группах. Самой мономорфной оказалась популяция, обитавшая вблизи отвалов Лебединского ГОК (3). Доли редких фенотипов ($h\mu$) во всех изученных группах достоверно не отличаются.

Таблица 4

Значение показателей биологического разнообразия в изученных группах

Выборка	*N*	m (число фенотипов)	I_{sh} (индекс Шеннона)	μ (среднее число фенотипов)	$h\mu$ (доля редких морф)
1. «Прохоровка»	48	9	1.76	7.15±0.52	0.21±0.06
2. «Скородное»	87	8	1.63	6.23±0.36	0.22±0.04
3. «СГОК»	74	7	1.53	5.53±0.33	0.21±0.05
4. «Белгород»	63	8	1.74	6.64±0.38	0.17±0.05
5. «Ракитное»	74	9	1.77	7.16±0.42	0.20±0.05

Примечание: показатели μ и $h\mu$ оценены по Л.А. Животовскому [11].

Для получения представления о генетической структуре популяций изучаемого вида, как уже было сказано, нами был проведен межмикросателлитный анализ ДНК (метод *ISSR*). В таблице 5 приведены данные об уровне гетерозиготности исследованных локусов. Согласно полученным данным по изменчивости локусов популяции сильно отличаются друг от друга (табл. 5). Так, например, в первой группе наиболее изменчивыми оказались локусы 11 и 14, во второй группе – локусы 6 и 16, в третьей группе – локусы 6 и 10, в четвертой группе – локусы 10, 12 и 15, а в пятой группе – 11, 13, 15. При этом, если оценивать усредненные значения, вычисленные по всем популяциям, то наиболее изменчивыми оказались локусы 6 и 15, а самыми мономорфными были локусы с 1-го по 4-й.

Таблица 5

Уровень ожидаемой гетерозиготности (*He*) и процент полиморфных *ISSR*-локусов ДНК (*P*) в изучаемых популяциях *E. integriceps*

Локусы	Популяции				
	1 (*N*=25)	2 (*N*=23)	3 (*N*=25)	4 (*N*=25)	5 (*N*=23)
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1	0.116	0.000	0.000	0.000	0.126
2	0.078	0.000	0.000	0.040	0.126
3	0.224	0.000	0.040	0.040	0.043
4	0.040	0.043	0.289	0.040	0.043

Окончание таблицы 5

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
5	0.289	0.166	0.289	0.289	0.126
6	0.320	0.484	0.447	0.377	0.241
7	0.224	0.126	0.289	0.116	0.166
8	0.257	0.166	0.224	0.224	0.204
9	0.224	0.085	0.116	0.257	0.204
10	0.349	0.043	0.498	0.491	0.241
11	0.465	0.000	0.189	0.224	0.401
12	0.320	0.000	0.426	0.498	0.311
13	0.153	0.373	0.402	0.153	0.401
14	0.426	0.241	0.189	0.289	0.204
15	0.320	0.373	0.320	0.498	0.401
16	0.116	0.495	0.377	0.078	0.000
He (сред)	0.245±0.031	0.162±0.045	0.256±0.040	0.226±0.043	0.202±0.032
P (%)	100	68.75	87.50	93.75	88.75

При этом стоит отметить, что данные, полученные по фенотипической изменчивости и по изменчивости ДНК-локусов в целом для популяций, отчасти не совпадают. Так, по ДНК-локусам самыми изменчивыми оказались группы 1 и 3, а по окрасочным признакам – 1 и 5. Самой мономорфной по локусам ДНК является группа «Скородное» (2), а по фенетическим показателям – группа «ЛГОК» (3). В этой связи хотелось бы подчеркнуть, что такое несоответствие, вероятно, обусловлено тем, что вариации окрасочных признаков у данного вида больше обеспечиваются модификационной изменчивостью генотипа, тогда как полиморфизм ДНК обусловлена различиями в последовательности нуклеотидов у разных особей.

В дальнейшем нами была оценена степень генетической близости между исследуемыми популяциями. С этой целью на основе данных о частотах *p* аллеля ДНК были построены полигоны Дебеца (рис. 2), а также проведен кластерный анализ с использованием значений генетических расстояний, рассчитанных по Неи [12] (рис. 3). Согласно построенным схемам наиболее генетически близкими являются группы «Прохоровка» (1) и «Ракитное» (5), а также «ЛГОК» (3) и «Белгород» (4). Наиболее мономорфная популяция из пункта «Скородное» (2) дистанцировалась от остальных групп.

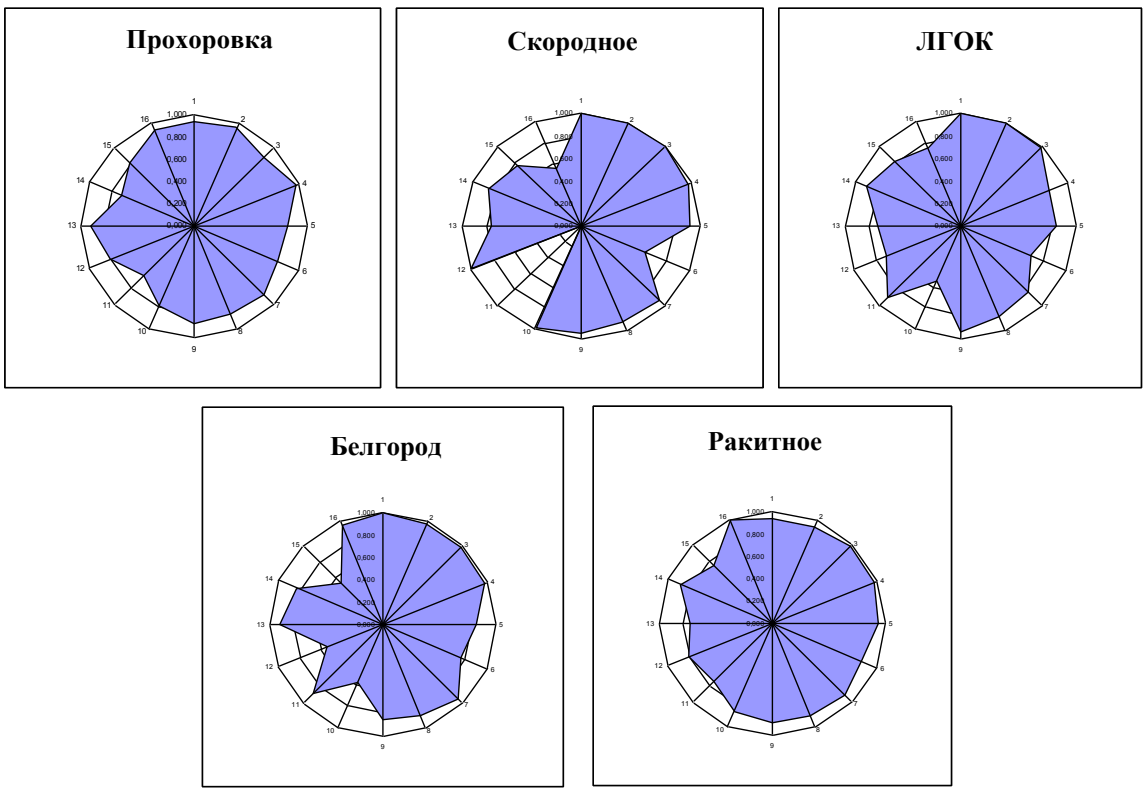


Рис. 2. Полигоны Дебеца, построенные по совокупности частот *p*-аллеля 16 локусов ДНК в популяциях *E. integriceps*

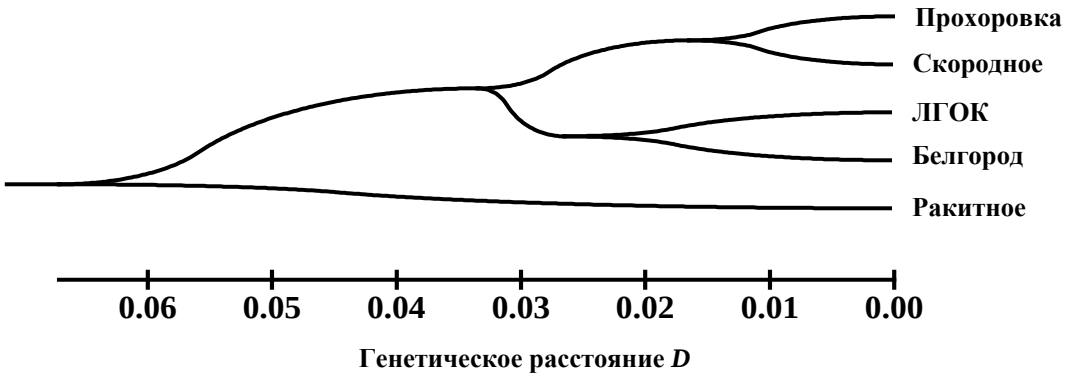


Рис. 3. Дендрограмма генетических расстояний по Неи (Nei, 1972) (UPGMA) между популяциями *E. integriceps*

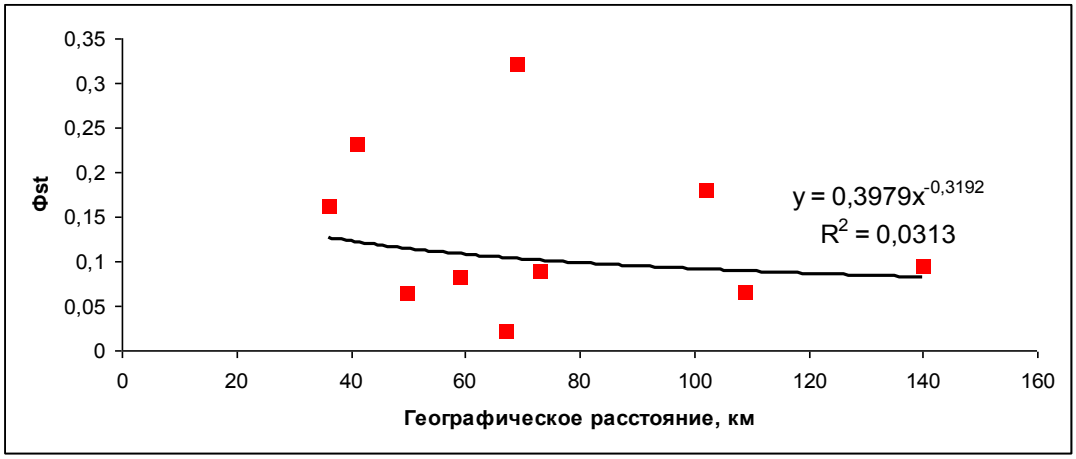


Рис. 4. Значение показателя дифференциации $Ф_{st}$ между парами популяций *E. integriceps* в зависимости от географического расстояния между ними

Тем не менее, степень генетической дифференциации изученных популяций, оцененная с помощью анализа молекулярной дисперсии (AMOVA) [13], оказалась незначительной (табл. 6). Так, например, уровень внутрипопуляционной изменчивости в группах значительно превзошел межпопуляционную (87% против 13% соответственно). При этом, средний поток генов между популяциями (*Nm*) составил чуть больше трех особей за поколение, а индекс дифференциации *Фst* =0.131. Эти факты говорят с одной стороны о значительной миграционной активности изучаемых популяций, а с другой стороны свидетельствуют о сходных векторах естественного отбора, вызванных, вероятно, похожими условиями существования, которые сложились в монокультурных агроценозах.

Таблица 6

Значения молекулярной дисперсии (AMOVA) по ДНК-локусам в популяциях *E. integriceps*

Источник изменчивости	Число степеней свободы (*df*)	Сумма квадратов (*SS*)	Средний квадрат (*MS*)	Дисперсия (*V*)	%	$Ф_{st}$	*P*	*Nm*
Между популяциями	4	46.821	11.705	0.380	13	0.131	0.010	3.009
Внутри популяций	116	291.510	2.513	2.513	87			
Итого	120	338.331	14.218	2.893				

Кроме того, проведенный нами анализ регрессии между попарными оценками индекса $Ф_{st}$ и значениями географических расстояний между популяциями не выявил корреляционной зависимости между этими двумя показателями (рис. 4; R=–0,177). Это говорит о преобладании в изученных группах стабилизирующей формы отбора, который нарушает эффект изоляции расстоянием.

В заключение стоит отметить, что данная работа является отправной точкой для изучения генетических процессов, происходящих в популяциях *E. integriceps* в районе исследования. В дальнейшем предполагается охватить большее количество популяций и задействовать несколько различных типов молекулярных маркеров, что позволит получить более достоверную картину состояния популяционных генофондов данного вида в условиях агроландшафтов юга Среднерусской возвышенности.

Список литературы

1. Фасулати С. Р. Внутривидовая изменчивость и роль антропогенных факторов микроэволюции у вредной черепашки // Материалы 2-го Всероссийского съезда по защите растений «Резистентность вредных организмов к пестицидам». – СПб.: ВИЗР, 2005. – С. 74–77.

2. Махоткин А. Г., Махоткина Л. Я. К вопросу о связи фенотипической изменчивости и резистентности вредной черепашки к инсектицидам // Материалы Международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем». – Краснодар, 2006. – Вып. 4. – С. 420–422.

3. Киль В. И. К вопросу о мониторинге резистентности популяций клопа вредная черепашка к инсектицидам по фенам рисунка и окраски имаго // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества: материалы II Международной научно-практической интернет-конференции «Актуальные вопросы энтомологии». – Ставрополь: АГРУС, 2009. – Вып.5. – С. 220-223.

4. Saeedi Z., Esmaili M., Abd-Mishani C. E. A. Detection of DNA polymorphisms between populations of *Eurygaster integriceps* Put. in Iran using *RAPD-PCR* // Iranian J. Agricult. – 1999. – Vol. 30(2). – P. 331-340.

5. Киль В. И., Гронин В. В., Крутенко Д. В., Исмаилов В. Я. О полиморфизме *RAPD*-маркеров у различных таксонов полужесткокрылых (Hemiptera) // Сельскохозяйственная биология. – 2008, № 1. – С. 70-76.

6. Киль В. И. Полиморфизм ДНК популяции клопа вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put (Hemiptera: Scutelleridae) по *RAPD*- и *ISSR*-маркерам // Труды международной конференции «Информационные системы диагностики, мониторинга и прогноза важнейших сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур». – СПб.-Пушкин, 2008. – С. 45-46.

7. Киль В. И. ДНК технологии в защите сельскохозяйственных растений от вредных насекомых – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2009. – 160 с.

8. Определитель насекомых европейской части СССР/ под ред. Г.Я. Бей-Биенко. Т.1 – Л.: Наука, 1964. – 937 с.

9. Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) – anchored polymerase chain reaction amplification // Genomics. – 1994. – Vol. 20, № 2. – P. 176-181.

10. Peakall R., Smouse P.E., GenAlEx V5: Genetic Analisis in Excel. Population genetic software for teaching and reseach. Australion National University. – Canberra, Australia, 2001. – http://www.anu.edu.au./BoZo/GenAlEx/.

11. Животовский Л. А. Популяционная биометрия – М.: Наука, 1991. – 271 с.

12. Nei M. Genetic distance between populations // The American Naturalist. – 1972. – Vol. 106, № 949. – P.283-292.

13. Excoffier L., Smouse P. E., Quattro J. M., Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data // Genetics. – 1992. – № 131. – P. 479-491.

GENETIC STRUCTURE OF THE BUG POPULATION (*EURYGASTER INTEGRICEPS*) IN THE AGRICULTURAL LANDS OF THE SOUTH MID-RUSSIAN UPLAND

E.A. Snegin, K.D. Kurnosova

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

E-mail: snegin@bsu.edu.ru

On the basis of phenetic approach and analysis of DNA markers (ISSR) study of the genetic structure of populations of the bug (*Eurygaster integriceps* Puton), living in the conditions of agricultural lands in south Mid-Russian Upland, was conducted. The level of variability has been identified and the degree of differentiation of populations was calculated. The assumption about the form of natural selection in the groups studied has been put forward.

Key words: bug, pest, population, genetic structure, agricultural lands.

УДК 631.468

СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ КСЕРОФИЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ [1]

С.П. Бухкало

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Россия, 626150, Тюменская область, г. Тобольск, ул. им. Академика Юрия Осипова, 15

E-mail: spbukhkalo@mail.ru

Проведен сравнительный анализ состава, структуры и условий обитания беспозвоночных на южном склоне коренной террасы Иртыша. Гидротермический режим исследованного участка соответствует условиям сухих степей. В составе беспозвоночных присутствуют ксерофильные виды, а в трофической структуре увеличивается доля фитофагов.

Ключевые слова: Западная Сибирь, население беспозвоночных, ксерофильное сообщество, коренная терраса.

Введение

Ведущими факторами, определяющими природную зональность, и границы между природно-климатическими зонами служат соотношение количества солнечной радиации и осадков, поступающих на поверхность суши. Эту величину М.И. Будыко [1] выразил в виде радиационного индекса сухости, который выражает отношение выпавших на единицу площади осадков к количеству испарившихся. Изолиния этой величины, близкая к 1.0, совпадает с границей между лесной и степной зонами. Небольшие участки как лесной, так и степной растительности могут встречаться за пределами климатического оптимума, образуя интразональные группировки. Как правило, такие сообщества формируются в результате антропогенного воздействия или мезоклиматических особенностей чаще всего связанных с рельефом. Принципиально отличающиеся от макроклиматических характеристик по гидротермическому режиму почв участки встречаются на склонах террас и гор различной экспозиции, где могут формироваться специфические условия. Своеобразные ксерофильные сообщества встречаются в континентальных районах северо-востока Азии на склонах южной экспозиции среди преобладающей субарктической растительности, на почвах с многолетней мерзлотой и достаточно хорошо изучены [2, 3].

В районе Тобольска подобные местообитания встречаются на склоне коренной террасы и имеют антропогенное происхождение. Имеется документальное свидетельство, что в начале XVIII века для предотвращения водной эрозии склона коренной террасы, на которой был построен Кремль, воды Иртыша были отведены «на 2 версты к югу» [4] по новому руслу. Так образовался осушенный участок поймы в подгорной части Тобольска, а примыкающие к нему склоны террасы южной экспозиции крутизной около 30° стали зарастать ксерофитной растительностью. На исследованном участке склона разреженный растительный покров (проективное покрытие около 50%) состоит преимущественно из полыни холодной, встречающейся только здесь, редких низкорослых кустов шиповника и одиночных злаков – ковыля и пырея. В почвах присутствуют признаки, указывающие на их развитие характерное для аридных областей – карбонатные конкреции – «журавчики», что придает им щелочную реакцию с pH 8.0. В почвах разнотравного луга на коренной террасе кислотность составляла 5.0.

На склоне имеются небольшие по протяженности (до ½ склона) и глубине (до 2 м) с задернованной поверхностью овраги. Растительность в них кроме злаков, представлена мезофильными видами – земляникой, душицей и другими. Кусты шиповника имеют большую сомкнутость и высоту. Особенности гидротермического режима, формирующегося в сообществах склона южной экспозиции, целесообразно представлять в сравнении с аналогичными показателями почв суходольного луга, расположенного на коренной террасе.

Материал и методы

Материалом для настоящей работы послужили в основном исследования почвенной мезофауны проведенные в конце второй начале третьей декады октября в 2007–12 гг., допол-

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президиума РАН «Живая природа» № 12-П-4-1074.

ненные весенними и летними учетами, выполненными в разные годы [5]. Видовое разнообразие представляет объединенный результат учетов педо- и герпетобионтов ловушками Барбера [6]. Измерение температуры проводились 6 раз в сутки терморегестраторами DS 1921 G-F5. Влажность почвы (содержание гигроскопической воды) определяли по Е.В. Аринушкиной [7].

Гидротермический режим почв на этом участке склона принципиально отличается от травянистых сообществ, расположенных на коренной террасе. Период с положительными температурами почвы на глубине 5 см длится с третей декады марта до конца октября, а на террасе этот показатель почти на 1.5 месяца короче за счет более позднего прогревания весной. Максимальное значение температура достигает в июле – 38 °С, что на 12 °С выше по сравнению с террасой и превышает порог переносимый многими беспозвоночными. Сумма положительных среднесуточных температур составляет свыше 3000 °С, это почти на 800 °С больше чем в травянистых сообществах коренной террасы. Различие суммы эффективных температур (более 10 °С) между сравниваемыми биотопами составляет около 900 °С.

Для оценки возможных пределов изменения влажности почвы в вегетационный период на склоне были отобраны пробы в середине июля (в продолжительный период без осадков) и в октябре во время отбора проб. Летом, влажность почвы на глубине 5–7 см, изменяется от 6.4 до 9.6 % при среднем значении 7.4 %. Осенью этот показатель увеличивается в 3 раза и составляет 20.5–24.8 % при среднем значении 22.1 %. Весной (в апреле) влажность достигает почти 34 %. Осенью, в те же сроки, влажность почвы травянисто сообщества на коренной террасе была близкой и составляла около 20 %.

В овраге, влажность почвы в самый засушливый период была почти в два раза выше по сравнению со склоном и составляя 13.6 %, а осенью достигала 29 %. Более высокие показатели влажности связаны не только с уменьшением количества солнечной радиации достигающей поверхности почвы из-за высокой сомкнутости растительного покрова, но и действию гравитационных сил, благодаря которым, влага вдоль поверхности склона оврага стекает к тальвегу. По теплообеспеченности почва в овраге близка к показателям разнотравного луга. Сумма положительных среднесуточных температур составляет около 2500 °С, близкое значение имеет и максимальная температура на глубине 5 см – 25.5 °С. Безморозный период длится около 7 месяцев и начинается в первой декаде апреля на 2 недели позже чем на склоне.

За время исследований на склоне выявлено около 65 видов беспозвоночных. В основном это жуки, представленные 46 видами из 13 семейств. В овраге разнообразие беспозвоночных было выше около 100 видов, среди которых жуки составляли свыше 80 % из 23 семейств. Высокая динамическая активность герпетобионтов отмечена весной (апрель-май) в овраге уловистость беспозвоночных достигала почти 130 экземпляров на 100 л/сут. против 17 в середине лета. На склоне высокая численность герпетобионтов отмечена в середине лета (третья декада июля) белее 340 экземпляров на 100 л/сут., а весной этот показатель составлял около 60 экземпляров. Резкое увеличение количества в середине лета произошло за счет жужелицы *Poecilus sericeus* достигшей 254 экз.

Межгодовые колебания плотности популяций почвенных беспозвоночных в осенних учетах на склоне изменялись от 70 до 350 экз./м² и зависели в основном от численности энхитреид и жуков доля которых в структуре населения никогда не опускалась ниже 20%, а в абсолютном выражении изменялась от 40 до 150 экз./м². В апреле 2008 г. плотность популяций почвенных беспозвоночных достигала 486 экз./м² в основном за счет энхитреид (236 экз./м²). Тогда же были отмечены и дождевые черви в количестве 12 экз./м². Летом 2007 года численность почвенных беспозвоночных достигала 160 экз./м², из них свыше 74 % приходилось на жуков.

В овраге плотность почвенных беспозвоночных была существенно выше и изменялась от 260 до 1210 экз./м². Здесь постоянно присутствовали малощетинковые черви, численность которых оказывала существенное влияние на структуру населения. Их количество изменялось у энхитреид от 70 до 1030 экз./м². Постоянно в учетах встречались дождевые черви с численностью от 2 до 22 экз./м², представленные преимущественно *Aporrectodae caliginosa*.

Среди жуков самыми многочисленными как по количеству, так и видовому разнообразию в исследованных биотопах склона были три семейства: жужелицы, стафилины и долгоносики, составляющие около половины видового состава беспозвоночных. В этих семействах встречаются степные виды, у жужелиц – это массовый *Poecilus sericeus*, у долгоносиков – *Otiorrhynchus velutinus*, *O. raucus*, *Trachhyphloeus parallelus*, *T. aristatus*, *Sitona lineellu*, у стафилин – *Bledius procerulus* [8]. Кроме этих видов, только в исследованных биотопах обитают чернотелка *Oodescelis polita*, костянка *Hessebius* sp. и равноногие раки, причем последние встречаются только на склоне.

При значительных различиях в температуре, теплообеспеченности и сезонных колебаниях влажности почвы условия обитания на склоне близки к экстремальным показателям гидротерми-

ческого режима степных сообществ. Различия в гидротермическом режиме зональных, южнотаежных сообществ, по сравнению со склонами достигает еще большей величины. Сумма положительных температур в почвах елово-пихтового зеленомошно-кисличного леса расположенного на коренной террасе составляет около 1000 °С [9].

Находясь почти в центре подзоны южной тайги, и в соответствующих ей макроклиматических условиях, существование ксерофильного сообщества уникально и по определению В.В. Алехина [10] является экстразональным, удаленным на сотни километров от зональных аналогов и укладывается в схему их образования. Причем, достаточно точно установленное время начала его формирования, позволяет изучить особенности ценогенеза.

Исследования состава и структуры животного населения почв осенью на протяжении 6 лет начиная с 2007 г. показали, что средняя плотность популяций почвенных беспозвоночных на склоне изменяется в 5 раз – от 70 до 350 экз./м². Столь значительные колебания численности вызваны в основном динамикой олигохет (от 0 до 256 экз./м²) и жуков (от 40 до 150 экз./м²).

Анализ межгодовых колебаний погодных условий выявил, что существенный рост численности энхитреид в осенних учетах на склоне происходит в годы, когда количество осадков в сентябре превышает климатический показатель для этого месяца. В 2008, 2012 годах количество осадков в сентябре на 33 и 63 % превышало климатическую норму, а плотность популяций энхитреид составляла 256 и 64 экз./м² соответственно (рис. 1). В остальные годы количество осадков колебалось на уровне от 63 до 92 % от климатической нор-мы, а численность червей не превы-шала 16 экз./м².

Рис. 1. Межгодовая динамика плотности энхитреид (экз./м²) и количества осадков (% от климатической нормы) в сентябре в почвах склона южной экспозиции

В овраге наблюдается та же тенденция, только количественные показатели беспозвоночных на много выше по сравнению с обитателями почв склона (рис. 2). Плотность популяций беспозвоночных изменяется от 260 до 1210 экз./м², а у энхитреид эта величина изменяется в пределах от 70 до 1050 экз./м². Увеличение численности беспозвоночных сопровождается и ростом таксономического разнообразия. Количество семейств жуков увеличивается почти в два раза с 11 на склоне до 20 в овраге, число видов с 60 до 100, соответственно.

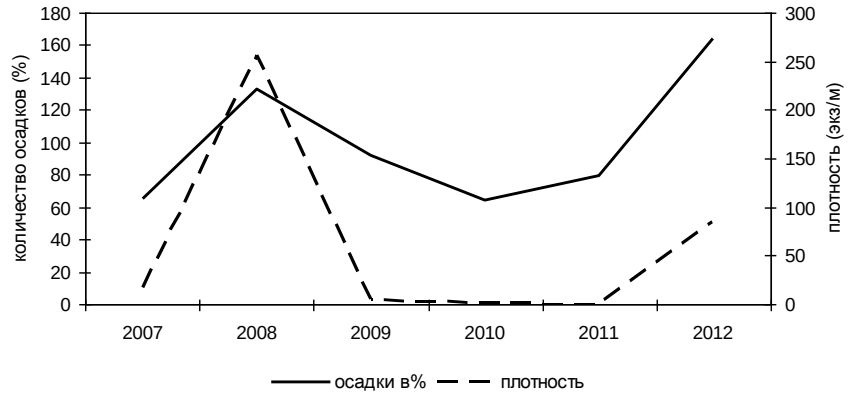


Рис. 2. Межгодовая динамика плотности энхитреид (экз./м²) и количества осадков (% от климатической нормы) в сентябре в почвах оврага на склоне южной экспозиции

Выявленные различия связаны с особенностями гидр-термического режима сравниваемых участ-ков и, прежде всего, увеличением влажно-сти почв.

Увеличивается разнообразие почвообитающих, преимущественно корнегрызущих личинок жуков, которые представлены: пластинчатоусыми, щелкунами, златками, долгоносиками и пилюльщиками. Только в ксерофильных сообществах встречаются жуки-чернотелки Другие так-

соны отмечены не регулярно и в меньшем количестве, но их распространение приурочено к зональным ксерофильным местообитаниям – равноногие раки, термофильные костянки.

Динамика трофической структуры почвенных беспозвоночных на склоне изменяется в широких пределах на всех уровнях. У сапрофагов представленных только энхитреидами, эта величина колеблется в пределах от 0 до 33% (табл. 1). Хищники составляют от 11 до 55% и представлены главным образом обитателями почвы. Причем среди них много видов, чье пространственное распространение связано с аридными территориями [11]. К таковым относятся костянка рода *Hessebius sp.*, распространенная в Средней Азии [12]. Признаком аридности служит высокое участие фитофагов в трофической структуре населения, которые составляют от 11 до 76%.

Таблица 1

Трофическая структура животного населения беспозвоночных в почвах склона (в % массы)

Трофическая структура	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Сапрофаги	1.0	33.7	0.5	0.4	0	4.4
Фитофаги	67.3	37.8	54.4	11.6	37.8	76.5
Хищники	27.9	24.9	41.6	18.2	55.0	11.3
Неопределенный	3.8	3.6	3.5	69.8	7.2	7.8
Всего (%)	100	100	100	100	100	100
Всего (масса, г/м²)	5.08	2.78	1.96	1.07	1.03	4.47

В трофической структуре животного населения почв оврага наблюдаются с одной стороны, признаки большей устойчивости с другой, значительные различия от таковых показателей полученных на склоне (табл. 2). Так, сапрофаги только в 2010 году составляли 14%. В остальные годы их участие изменялось от 48 до 87%%. Что касается фитофагов, то в овраге в этот период они имели максимальное значение – 63 %, а в другие годы их участие в трофической структуре варьировало от 7 до 33%. На склоне в 2010 году этот показатель был минимальный за весь период исследований. Хищные беспозвоночные так же имели высокий показатель (20%) в 2010 году. В другие годы их доля в трофической структуре не превышало 10%.

По всем рассматриваемым признакам животное население беспозвоночных в 2010 году выделяется из исследованного временного ряда, как на склоне, так и в овраге. Плотность и масса беспозвоночных имела самые низкие показатели за время исследовании и составляли: на склоне – 82 экз./м² и 1074 мг/м², а в овраге – 256 экз./м² и 2480 мг/м². В этот год с мая по октябрь выпало осадков на 109 мм меньше климатической нормы. Учитывая более высокую теплообеспеченность можно предположить, что в 2010 году сложились самые экстремальные условия для почвообитающих беспозвоночных. Таким образом, погодные условия вносят существенные коррективы в количественные показатели и структуру животного населения почв биотопов с повышенной теплообеспеченностью.

Таблица 2

Трофическая структура населения беспозвоночных в почве оврага склона южной экспозиции (в % от массы)

Трофическая структура	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Сапрофаги	55.5	70.4	48.5	14.0	87.5	77.2
Фитофаги	33.1	13.0	37.3	63.3	6.9	14.7
Хищники	9.8	11.7	8.8	20.4	3.1	6.2
Прочее	1.6	4.9	5.4	2.3	2.5	1.9
Всего (%)	100	100	100	100	100	100
Всего (масса, г/м²)	18.13	7.42	7.77	2.48	12.46	7.37

Заключение

В условиях повышенной солнечной радиации поступающей на поверхность склона и, как следствие, более высокой теплообеспеченности по сравнению с участками расположенными на поверхности коренной террасы, по некоторым температурным характеристикам участки исследованного склона близки к показателям метеостанций степной зоны юга Омской области [13]. Несмотря на большее количество осадков, по сравнению со степной зоной, основным лимитирующим фактором является содержание влаги в почве, которая, поступая только с осадками, в значительной мере расходуется на испарение и сток к основанию склона под действием гравитационных сил. Изменения в рельефе сказывается на влажности почвы, что в свою очередь отражается на составе и плотности растительного покрова. В этой связи, больше влаги будет получать почва оврага за счет увеличения линии водосбора, а межгодовые флюктуации количества осадков на протяжении вегетационного периода будут определять плотность популяций чувствительных к влажности беспозвоночных и, тем самым, влиять на их структуру.

Население беспозвоночных исследованных сообществ обладает радом признаков характерных для сухих степей. В трофической структуре происходит замещение сапрофагов, преобладающих в сообществах южной тайги, на фитофагов характерных для аридных сообществ [14]. На суровые, специфические условия, формирующиеся на поверхности склона, указывает преобладание среди жизненных форм беспозвоночных собственно почвенных. В таксономическом составе присутствуют ксерофильные виды характерные для степных сообществ.

Выражаю благодарность сотрудникам – Важениной Н.В., Галич Д.Е., Сергеевой Е.В. за помощь при сборе и первичной обработке материалов.

Литература

1. Будыко М.И. Климатические факторы внешнего физико-географического процесса // Труды Гл. геофиз. обсерватории. – Л., 1950. – Вып. 19 (81) – С. 25–40.

2. Алфимов А.В. Термический режим верхних слоев почвы в основных экосистемах пояса редколесий бассейна Верхней Колымы // Пояс редколесий верховий Колымы (район строительства Колымской ГЭС). – Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1985. – С. 9–29.

3. Бухкало С.П. Население беспозвоночных степных и лугово-степных сообщесв Верхней Колымы // Экология, продуктивность и генезис травянистых экосистем Дальнего Востока. – Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 1990. – С. 138–148.

4. Вычугжанин А. Шведский след в древней столице Сибири // Полтава. Судьбы пленных и взаимодействие культур / Под ред. Т. Тоштендаль-Салычева, Л. Юнсон. – М., 2009. – С. 99–106.

5. Гиляров М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: Наука, 1987. – С. 12–29.

6. Barber H.S. Traps for cave-inhabiting insect // J. Elish. Mitchell. Science Soc. – 1931. – № 3. Vol. 46. – P. 259–266.

7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 489 с.

8. Бухкало С.П., Сергеева Е.В., Семёнов В.Б. Фауна жуков-стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) центральной части южной тайги Западной Сибири // Евразиатский энтомологический журнал. – 2012. – Т. 11. – № 4. – С. 343–353.

9. Бухкало С.П. Многолетняя динамка населения почвообитающих беспозвоночных долины и коренной террасы Иртыша // Проблемы почвенной зоологии. Материалы XVI Всероссийского совещания по почвенной зоологии (4–7 октября 2011 г., Ростов-на-Дону). – Масква–Ростов-на-Дону: Изд-во КМК, 2011. – С. 21–23.

10. Алехин В.В. Теоретические проблемы фитоценологии и степеведения. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 216 с.

11. Сергеева Е.В. Видовое разнообразие губоногих многоножек (Chilopoda) подзоны южной тайги Западной Сибири // Тобольск научный – 2010: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Тобольск, Россия, 12–13 ноября 2010 г.). – Тобольск: «Полиграфист», 2010. – С. 37–39.

12. Фарзалиева Г.Ш. Фауна и хорология многоножек (Myriapoda) Урала и Приуралья: Автореф. Дис … канд. биол. наук. – Пермь, 2008. – 24 с.

13. Справочник по климату СССР. Выпуск 17. Тюменская и Омская области. Часть II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 276 с.

14. Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. – М.: «Мысль», 1975. – 222 с.

THE STRUCTURE OF INVERTEBRATE'S POPULATIONS OF THE XEROPHILOUS COMMUNITIES OF SOUTHERN TAIGA OF THE WESTERN SIBERIA

S.P. Bukhkalo

Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, 15, imeni Akademika Yuriya Osipova St., Tobolsk, Tyumen Region, 626150, Russia

E-mail: spbukhkalo@mail.ru

A comparative analysis of the composition, structure and condition inhabit invertebrates on the south slope rock terrace of the Irtysh River was carried out. Hydrothermal conditions investigation places according to the dry steppe. In the composition invertebrates are presence xyrophilous species, in trophic structure predominate phytophagous.

Key words: Western Siberia, invertebrate population, xirophilous communities, rock terrace.

УДК 595.76. (470.322)

К ИЗУЧЕНИЮ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA, INSECTA), СОБРАННЫХ НА ВНЕШНИХ СТЕНАХ ДОМА

М.Н. Цуриков

Воронежский государственный университет, заповедник «Галичья гора», Россия, 399240, Липецкая обл., Задонский р-н, с. Донское, ул. Набережная д. 223, кв. 2

E-mail: mntsurikov@rambler.ru

На стенах одного дома было зафиксировано 12152 экз. 559 видов из 64 семейств жесткокрылых. Доказано, что весной число садящихся и заползающих на стены дома жуков намного превышает уровень летнего и особенно осеннего увеличения этого значения. Доказано, что апрель–май является периодом максимальной численности и наибольшего богатства видов исследуемой группы. Отмечена закономерность смещения в течение сезона времени максимальной активности жесткокрылых, садящихся на стены дома (с апреля по июль – утром и вечером, а осенью в середине дня). Показано, что сбор жуков на стенах дома является самым эффективным методом фаунистических исследований жесткокрылых, так как только за два сезона было отловлено 21.5% видового состава Липецкой области. В обсуждаемую группу входит от 12.3% до 57.6% видов из 17 других групп жесткокрылых, выделенных на территории урочища «Морозова гора».

Ключевые слова: Coleoptera, методика исследования, сезонная динамика

Введение

Целью настоящей работы был анализ состава и динамики численности имаго жесткокрылых, садящихся или заползающих на стены дома. Кроме этого ставилась задача оценить эффективность метода сбора на стенах дома для проведения фаунистических исследований.

В литературе начала прошлого века можно найти описания огромных скоплений Coccinellidae на внешних стенах зданий [1–4], а также упоминание о локализации на стенах деревянных построек отдельных видов Ptinidae [5]. Случаи отлова энтомологами на стенах домов отдельных видов жесткокрылых общеизвестны, однако примеров планомерных сборов жуков со стен зданий автором в литературе обнаружено не было.

Материал и методы исследования

Основной материал для настоящей работы был собран с 13.04 по 10.08, а также с 1.09 по 30.11.2005 г. и с 29.03 по 8.12.2006 г. на территории центральной усадьбы заповедника «Галичья гора» (урочище «Морозова гора»). В эти периоды ежедневно, чаще всего утром, в середине дня и вечером проводили учеты имаго жесткокрылых, садящихся и заползающих на стены дома, расположенного на опушке дубравы. Точное указание часов проведения учетов нецелесообразно, так как время рассвета и заката солнца в течение сезона значительно изменялось. Всего в 2005–06 гг. было проведено 1099 учетов и зафиксировано 11646 экз., 531 вид из 61 семейства. Продолжительность каждого учета составляла 10 минут, в течение которых собирали всех сидящих на стенах жуков методом стряхивания в емкость с прямоугольным верхним краем, что позволяло плотно прижимать ее к стене. Для активных и хорошо летающих жуков (Cantharidae, Malachiidae, Anthicidae и некоторые виды Chrysomelidae) применяли треугольный сачок [6]. Площадь исследуемой поверхности стен дома составляла 55 м². Стены дома обращены к северу, востоку и югу и имели желтовато–розовую окраску, варьирующую между B1 и D1 по шкале цветов, применяемых при описании биологических объектов [7]. Наряду с систематическими сборами, были обобщены данные индивидуальных учетов на стенах дома, производимых время от времени с 1996 по 2010 гг., поэтому в результате настоящего исследования на стенах одного дома было обнаружено 12152 экз. 559 видов из 64 семейств жесткокрылых.

Результаты определения значительной части собранных в процессе работы жесткокрылых были проверены специалистами. При этом часть материала была идентифицирована путем тщательной сверки с видами из фондовой коллекции заповедника «Галичья гора» и личной коллекции автора, подавляющее большинство которых в разные годы были проверены или определены ведущими специалистами России, Беларуси, Германии, Украины и Чехии [8]. Графики, диаграмма и гистограмма построены с помощью программы Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

В составе жесткокрылых, обнаруженных на стенах дома наибольшее число видов отмечено у Staphylinidae, Curculionidae и Chrysomelidae (рис. 1).

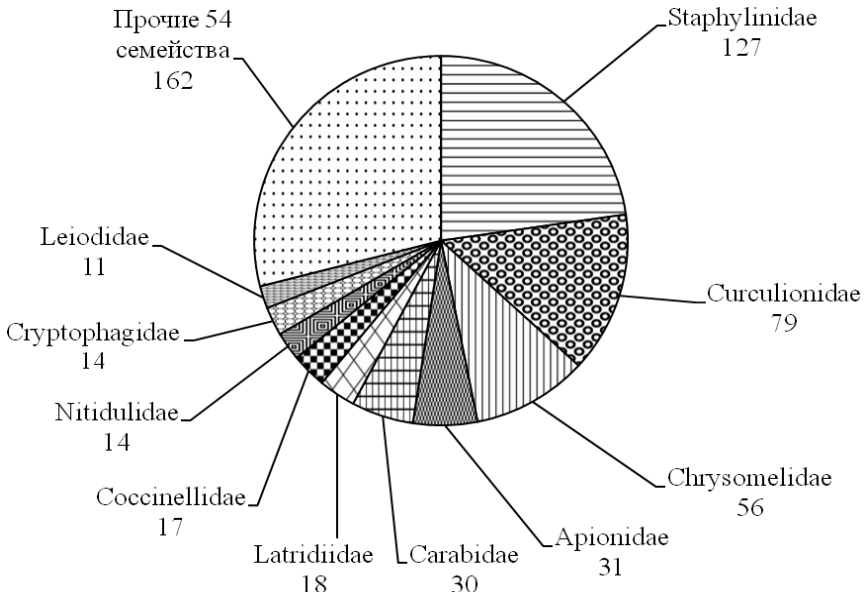


Рис. 1. Структура жесткокрылых, отмеченных на стенах дома с 1996 по 2010 гг. (указано число видов)

Большинство жесткокрылых садятся на стены дома в периоды перелетов по воздуху, чему свидетельством были сотни визуальных наблюдений. Среди зафиксированных на стене жуков был обнаружен и ряд представителей не летающих видов, в том числе *Carabus cancellatus* Ill. (Carabidae); *Otiorhynchus ligustici* (L.), *O. ovatus* (L.), *O. raucus* (F.) (Curculionidae), заползавших на стены с поверхности почвы, что обогатило сборы.

Сравнение материалов 2005–06 гг. показало, что число особей и видов жесткокрылых, садящихся или заползающих на стены, было наибольшим в апреле–мае. При этом нередко периоды огромных сборов чередовались с днями, когда были обнаружены единичные особи жуков, что может быть связано с резкой переменой погодных условий. Учитывая ежедневные изменения числа садящихся на стены дома жуков, для построения кривой их активности в течение сезона, были вычислены средние значения на каждую декаду месяца (рис. 2).

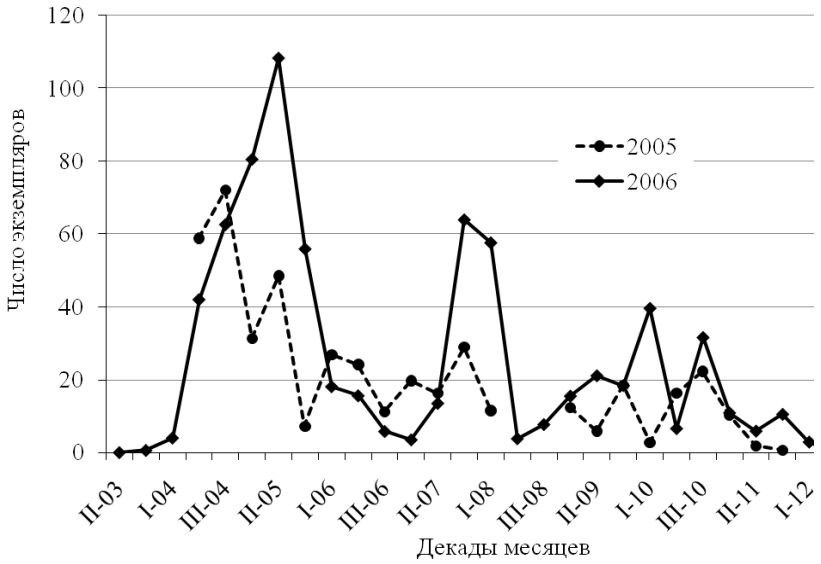


Рис. 2. Сезонная динамика численности жесткокрылых, обнаруженных на стенах дома в 2005 и 2006 гг.

В результате оказалось, что весной численность садящихся и заползающих на стены дома жуков было намного больше, чем летом и особенно осенью. Характер кривой сезонной динамики численности садящихся на стены жесткокрылых в значительной степени зависит от особенностей активности наиболее многочисленных видов (рис. 3).

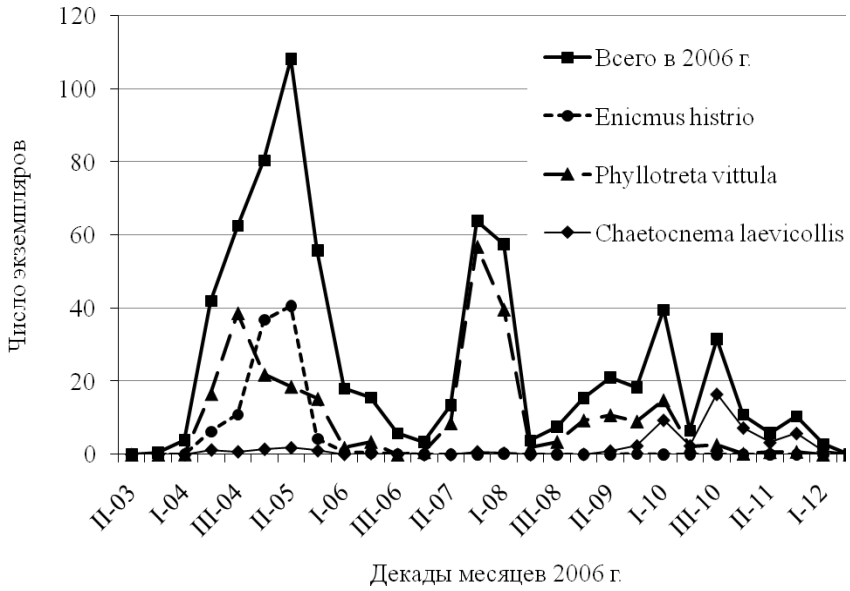


Рис. 3. Сезонная динамика численности Coleoptera, а также наиболее многочисленных видов этого отряда (Enicmus histrio, Phyllotreta atra и Chaetocnema laevicollis), обнаруженных на стенах дома, в 2006 гг.

Используя материалы учетов жесткокрылых в различное время дня, удалось выделить общие закономерности смещения периодов их максимальной активности на протяжении сезона. С апреля по июль, когда температура воздуха в середине дня достаточно высока, пик лёта жуков отмечается в период с более комфортной температурой (утро и вечер). Осенью, после снижения температуры воздуха, время наибольшей активности жуков наблюдается в полдень (наиболее теплое время суток). Полученные данные согласуются с описанными ранее закономерностями влияния на активность насекомых колебаний температуры воздуха [9–10].

На территории урочища «Морозова гора» нами ранее был выявлен видовой состав ряда прочих групп жесткокрылых [8], что дало возможность сравнить списки видов этих групп с составом видов жуков, отмеченных на стенах дома (рис. 4).

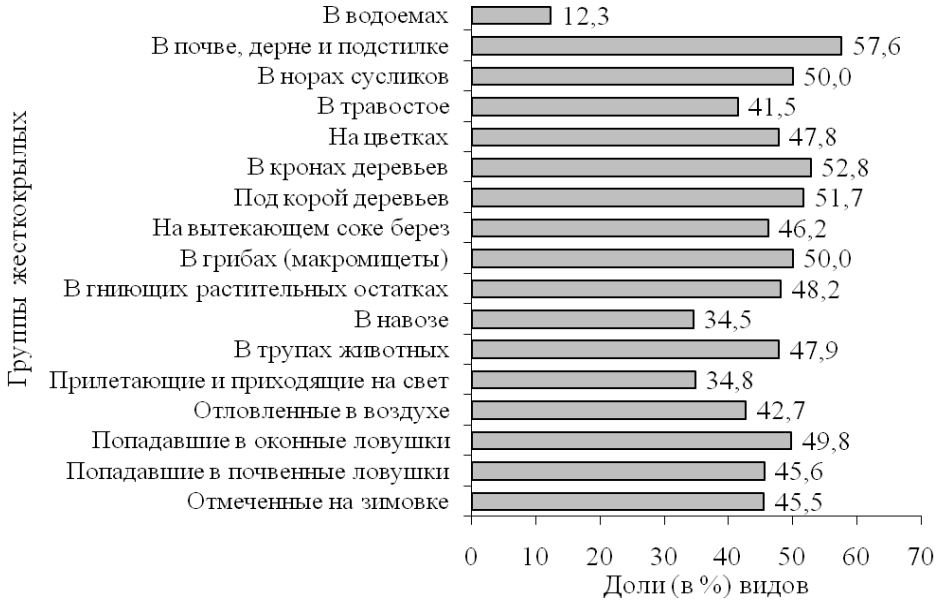


Рис. 4. Доли (в %) видов различных групп жесткокрылых, отмеченных на стенах дома

В итоге стало очевидным, что на стенах дома можно обнаружить значительную долю видов большинства выделенных на территории урочища «Морозова гора» групп Coleoptera. Исключение составляют жесткокрылые, отмеченные в водоемах, что объясняется морфологическими особенностями лапок многих видов жуков этой группы (отсутствуют приспособления для прикрепления к вертикальным поверхностям). Обнаружение на стенах относительно небольшой доли жесткокрылых, прилетающих и приходящих на свет (световая ловушка была расположена на этой же стене дома, но таким образом, что ее свет не попадал на стену.), по-видимому, связано с различием уровней оптимальной для активности видов этих групп температуры воздуха. При превышении среднесуточной температуры воздуха значения +15°С, численность жуков, садящихся на стены дома резко уменьшается, а уловы световой ловушкой резко возрастают (рис. 5).

Рис. 5. Сезонные изменения среднесуточной температуры воздуха и динамика численности Coleoptera, отмеченных на стенах дома и попавших в световую ловушку в 2006 гг.

Таким образом, период наибольших уловов световой ловушкой в целом совпадает с периодом низких сборов на стенах дома, поэтому для выявления видового состава жесткокрылых полезно использовать одновременно оба эти метода.

Сбор имаго жуков на стенах дома оказался самым эффективным методом фаунистических исследований Coleoptera из всех, когда-либо применявшихся в данном регионе. Этим методом только за два сезона (2005–06 гг.) было отловлено 26.6% видового состава жесткокрылых урочища «Морозова гора» и 21.5% видового состава Липецкой области (по их состоянию на 2010 г.). В 2005 г. на стенах было обнаружено 369 видов, а в 2006 г. – 365 видов. Для сравнения можно привести данные двух ловушек (световой и миграционной), которые за все годы работы собрали наибольшее число видов жуков (523 и 545 соответственно). Самый крупный улов световой ловушкой с лампой накаливания (100 W) был зафиксирован в аномально сухом и теплом 2010 г. – 368 видов, а в среднем на свет прилетает (по данным за 15 лет работы) – 182.2 вида. Самый большой улов миграционной ловушкой (Цуриков, Цуриков, 2001), представляющей собой систему из 10 почвенных ловушек без крышек с направляющими пластинами, составил 262 вида (1996 г.) при среднем значении – 210.4 вида в год.

Применение в течение 1995–2010 гг. световых ловушек, а также проведение в 2005–06 гг. сборов на стене привело к обнаружению 1030 видов жесткокрылых (51.6% видового состава урочища «Морозова гора» и 41.7% видового состава Липецкой области).

Выводы

1. Большинство видов жуков попадают на стены домов в периоды перелетов по воздуху.
2. Максимальная численность и наибольшее видовое разнообразие Coleoptera, садящихся или заползающих на стены дома, отмечено с апреля по май.
3. В самый теплый период года (апрель–июль) пики лета жуков отмечаются утром и вечером, а осенью максимальная летная активность наблюдается в середине дня.
4. Периоды наибольших уловов световой ловушкой в целом совпадают с периодами низких сборов на стенах домов, что свидетельствует о целесообразности применения одновременно обоих методов.
5. Сбор имаго жуков на стенах дома является одним из самых эффективных методов фаунистических исследований, так как в течение двух сезонов на стенах было отмечено 21.5% видов, выявленных на территории Липецкой области за всю историю изучения.

Благодарность

Автор выражает глубокую благодарность В.Б. Чернышеву за ценные советы при подготовке данной работы.

Список литературы

1. Кобельт В. Географическое распространение животных в холодном и умеренном поясе северного полушария / пер. с нем. СПб.: А.Ф. Девриен, 1903. – 643 с.
2. Remisch F. Zur Lebensweise der Adalia bipunctata L. in Saazer Hopfenbaugebiete. Z. f. wiss. Insektenbiol. 6. Berlin, 1910. – P. 242–244.
3. Добржанский Ф.Г. Скопления и перелеты у божьих коровок (Coccinellidae) // Известия отделения прикладной энтомологии с. хоз. Ученого Комитета. – 1922. – Т. 2. С. 103–124.
4. Фабр. Ж.А. Инстинкт и нравы насекомых. Т.2. М.: Терра, 1993. – 612 с.
5. Якобсон Г.Г. Определитель жуков. Практическая энтомология. Вып. 7. М.–Л.: Гос. Изд-во сельскохоз. и колх.-кооперат. лит-ры, 1931. – 454 с.
6. Цуриков М.Н., Цуриков С.Н. Природосберегающие методы исследования беспозвоночных животных в заповедниках России: Труды Ассоциации особо охраняемых природных территорий Центрального Черноземья России. – Тула: Гриф и К°, 2001. – Вып. 4. – 130 с.
7. Moser M. Kleine Kryptogamenflora. Pilze. Innsbruck: Veb Gustav Fischer Verlag Jena, 1967. – 443 s.
8. Цуриков М.Н. Жуки Липецкой области. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2009. – 332 с.
9. Яхонтов В.В. Экология насекомых. М.: Высшая школа, 1969. – 488 с.
10. Чернышев В.Б. Экология насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.

TO THE STUDY OF COLEOPTERA (COLEOPTERA, INSECTA) COLLECTED ON EXTERIOR HOUSE WALLS

M.N. Tsurikov

Voronezh State University, Nature Reserve «Galychya Gora», 223, Naberezhnaya St., Donskoye Vill., Zadonsky Dist., Lipetsk Reg., 399240, Russia

E-mail: mntsurikov@rambler.ru

12152 specimens of 559 species belonging to 64 Coleoptera families were registered on the walls of a house. It was proved that in the spring the number of beetles settling on the walls of the house much exceeds the same index in the summer and particularly in the autumn. It was established that the period April to May is the time when the group under study displays the highest possible number and variety of species. A pattern of time shift in the maximum activity of the Coleoptera settling on the walls of the house was revealed (April to July – in the morning and in the evening, in the autumn – the afternoon hours). It was demonstrated that collecting beetles on exterior house walls is the most efficient method of faunistic research on Coleoptera as 2 seasons were enough to catch 21.5% of the species composition to be found in Lipetsk Oblast. The group under analysis includes from 12.3% to 57.6% of the species referring to 17 other Coleoptera groups found on the territory of Morozova Gora.

Key words: Coleoptera, research technique, seasonal dynamics.

УДК 59.009/574.21

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТ ВСТРЕЧАЕМОСТИ АНОМАЛИЙ У ЖУЖЕЛИЦ (CARABIDAE)[1]

Ю.А. Присный

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

E-mail: prisniy_y@bsu.edu.ru

В рамках представленной работы проведена оценка состояния особо охраняемых природных территорий Белгородской области на основе частоты встречаемости морфологических аномалий у жужелиц. Выявлено, что территории участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье», участка «Калюжный яр» природного парка «Ровеньский», а также урочищ «Бекарюковский бор» и «Гнилое» являются относительно чистыми. Непосредственная близость агроценозов к ООПТ «Лисья гора» обуславливает наличие здесь всплеска аномалий у герпетобионтных насекомых, что указывает на неблагополучное состояние среды на данной территории.

Ключевые слова: ООПТ, Белгородская область, жужелицы – Carabidae, мертвоеды – Silphidae , биоиндикация, аномалии жилкования надкрылий.

Введение

Как известно, особо охраняемые природные территории (ООПТ) – это участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, имеющие особое значение, изъятые решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [1]. Из этого следует, что живые объекты, обитающие на данных территориях не должны подвергаться никакому отрицательному антропогенному воздействию. На практике же часто можно наблюдать непосредственную близость ООПТ к агроценозам или промышленным предприятиям, что, несомненно, пагубно сказывается на представителях биоты.

В связи с тем, что ряд ООПТ Белгородской области, такие как «Лес на Ворскле», «Бекарюковский бор», «Лисья гора», «Гнилое» и «Калюжный яр», были включены в состав Изумрудной сети Европы (Emerald Network Europe) [2], нами была проведена оценка состояния данных экосистем.

На территории Белгородской области подобные работы ранее проводились на участке «Ямская степь» заповедника «Белогорье», расположенного в непосредственной близости к Лебединскому горнообогатительному комбинату [3–7].

Материал и методы исследования

Исследования проводились в следующих пунктах:

1) участок «Лес на Ворскле»государственного природного заповедника «Белогорье». Нагорная дубрава, расположенная на правом берегу р. Ворскла в Борисовском районе Белгородской области. Техногенное воздействие на данную территорию практически отсутствует из-за отсутствия в Борисовском районе крупных промышленных предприятий и значительной удаленности (более 1 км) малых предприятий. Линия почвенных ловушек была выставлена по дну балки в дубраве в мае–июле (600 ловушко-суток) 2010 г. (50°36’45” с. ш. 35°58’50” в. д.).

2) ООПТ «Бекарюковский бор». Естественный фрагмент сосновых лесов на меловых склонах, сформированных меловой разновидностью сосны обыкновенной, расположен на правом берегу р. Нежеголь в Шебекинском районе Белгородской области. От промышленного центра г. Шебекино «Бекарюковский бор» удален более чем на 10 км. Линия почвенных ловушек была выставлена вдоль опушки плакорной дубравы, примыкающей к бору с северо-востока, вблизи с. Нижнее Березово-Второе, возле заброшенного яблоневого сада, в мае–августе 2013 г. (50°26’55” с. ш. 37°05’20” в. д.) (900 ловушко-суток).

3) ООПТ «Лисья гора». Нагорная дубрава, расположенная на правом берегу р. Оскол в Валуйском районе Белгородской области. От промышленных предприятий территория удалена бо-

[1] Работа выполнена при поддержке МО РФ, госзадание № 4.8480.2013.

лее чем на 8 км. Линия почвенных ловушек была выставлена в дубраве между поймой и склоном, в 20-30 м от опушки, граничащей с сельскохозяйственнымм угодьями, в мае–августе 2013 г. (50°13’15” с. ш. 38°00’35” в. д.) (900 ловушко-суток).
4) ООПТ «Гнилое». Байрачная дубрава в окр. пос. Викторополь Вейделевского района Белгородской области. С запада, севера и востока дубрава обрамлена сельскохозяйственными угодьями, с юга – расположен участок ковыльно-тырсовой степи. От ближайших предприятий дубрава удалена более чем на 10 км. Линия почвенных ловушек была выставлена на расстоянии 200 м вглубь леса от опушки в мае–августе 2013 г. (50°04’30” с. ш. 38°31’21” в. д.) (900 ловушко-суток).
5) Участок «Калюжный яр» природного парка «Ровеньский». Кальцефитная степь, расположенная на правом берегу р. Айдар, в 1,5 км севернее пос. Ровеньки. Данная территория удалена от промышленных предприятий более чем на 50 км. Линия почвенных ловушек была выставлена на склоне участка в мае–июле 2012 г. (49°57’05” с. ш. 38°53’38” в. д.) (600 ловушко-суток).

Основным материалом для исследования служили насекомые жесткокрылые (Coleoptera) семейства жужелицы (Carabidae), дополнительно анализировались мертвоеды (сем. Silphidae). Они входят в группу герпетобионтов – обитателей поверхности почвы, ее верхнего горизонта и растительного опада. Эти насекомые являются хищниками и некрофагами, стоящими у вершины экологической пирамиды, что способствует накоплению в их телах различных токсических веществ. Обладая рядом четко выраженных морфологических признаков и способностью аккумулировать в своих телах токсические вещества, включая мутагены, нарушающие ход морфогенеза, жужелицы и мертвоеды служат удобным объектом для оценки качества среды.

Сбор материала проводился при помощи линий почвенных ловушек Барбера, являющихся оптимальным способом учета герпетобионтных насекомых. В каждом обследованном пункте выставлялась одна линия из 10 ловушек, расстояние между ловушками составляло 5 м. Техника установки почвенных ловушек – традиционная [8, 9].

В течение полевого сезона в «Лесу на Ворскле» и «Калюжном яру» была произведена одна выборка (июль), в «Бекарюковском бору», «Лисьей горе» и «Гнилом» – по две выборки (июнь и август).

Определение насекомых производилось по Определителю насекомых Европейской части СССР [10] и по Определителю жесткокрылых Среднего Поволжья [11], уточнение номенклатуры – по электронной базе данных [12].

Анализ состояния экосистем проводился по методике, предложенной Ю.А. Присным [13]. Данная методика позволяет проводить интегральную оценку уровня воздействия масштабных и площадных источников загрязнения среды на живые организмы и среду их обитания.

Среди анализируемых насекомых отмечались особи с морфологическими аномалиями групп «общие аномалии» и «уродства» [14]. Среди множества форм аномалий внешних признаков и собственно уродств наиболее легко обнаруживаемыми и не связанными с механическими воздействиями или нарушением гидротермических условий в период развития, являются аномалии жилкования надкрылий (рис.). Они проявляются в нарушении хода точечных бороздок или килей на внешней поверхности надкрылий. Имея общую природу у разных видов, данные аномалии удобны в диагностических целях, поскольку позволяют накапливать достаточный статистический материал даже в тех случаях, когда каждый из видов оказывается малочисленным в том или ином месте учета.

Статистическая обработка включала вычисление средних с ошибкой выборок [15].

Оценка состояния исследуемой экосистемы проводилась по 5-ти балльной шкале, приводимой в использованной методике экспресс-оценки состояния среды (табл. 1) [14].

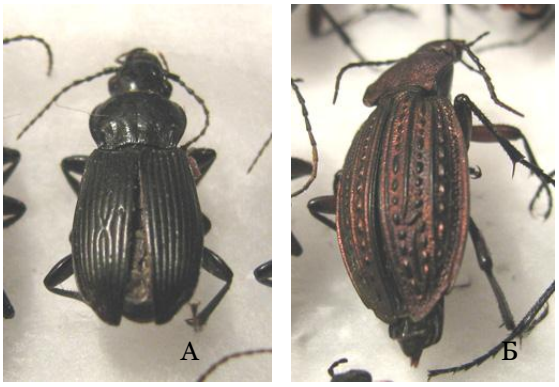


Рис. Примеры аномалий жилкования у жужелиц *Pterostichus melanarius* (Ill.) (А) и *Carabus cancellatus* Ill. (Б)

Таблица 1

Оценочная шкала качества среды на основе частот появления морфологических аномалий у жужелиц (Carabidae)

Доля особей с морфологическими аномалиями, %	Баллы	Характеристики состояния среды обитания
<1.70	I	отличное / до слабого загрязнения
1.71-2.55	I-II	хорошее / умеренное загрязнение
2.56-3.40	II	
3.41-4.25	II-III	удовлетворительное / критическое загрязнение
4.26-5.10	III	
5.11-5.95	III-IV	плохое / сильное загрязнение
5.96-6.80	IV	
6.81-7.65	IV-V	очень плохое / очень сильное загрязнение
>7.65	V	

Результаты и их обсуждение

В результате анализа жужелиц, отловленных почвенными ловушками в местах учетов, были получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

Количество и доля (в %) особей жужелиц с выявленными морфологическими аномалиями в пунктах учетов

Виды	«Лес на Ворскле» 2010 г.	«Бекарюковский бор» 2013 г.	«Лисья гора» 2013 г.	«Гнилое» 2013 г.	Природный парк «Ровеньский» 2008 г.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Abax ater Villers		2-0			
Amara aenea (Deg.)			2-0		
Amara consularis (Duft.)					1-0
Amara guenseli (Schoenh.)					1-0
Amara ingenua (Duft.)					2-0
Amara similata (Gyll.)					2-0
Anisodactylus nemorivagus (Duft.)					1-0
Anisodactylus signatus (Pz.)					3-1
Brachinus crepitans (L.)					7-0
Calathus ambiguus (Pk.)					2-0
Calathus erratus (C. Sahlb.)		1-0			
Calathus erratus (C. Sahlb.)					10-0
Calathus fuscipes (Gz.)					17-1
Calathus halensis (Schall.)		8-0	0-1		6-0
Calathus melanocephalus (L.)					4-1
Carabus cancellatus Ill.	16-0	3-0	44-3	5-0	
Carabus convexus F.				8-0	
Carabus estreicheri F.-W.					5-0
Carabus granulatus L.	112-2	2-0	10-0		
Carabus nemoralis Mull.				1-0	
Carabus stscheglovi Mann.				25-0	
Curtonotus aulicus (Panz.)			1-0		1-0
Cymindis angularis (Gyll.)					2-0
Leistus ferrugineus (L.)					4-0
Licinus depressus (Pk.)				1-0	
Odontonyx sturmi Duft.					3-0
Platynus assimilis (Pk.)			3-0	1-0	
Poecilus cupreus (L.)			0-1	2-0	
Poecilus versicolor (Sturm.)	2-1		1-0		109-1
Pterostichus anthracinus (Ill.)					1-0
Pterostichus gracilis (Dej.)					1-0
Pterostichus melanarius (Ill.)	78-3		7-0	1-0	3-0
Pterostichus niger (Schall.)	2-0	1-0	4-1		
Pterostichus nigrita (Pk.)	5-0		1-0		1-0

Окончание таблицы 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Pterostichus oblongopunctatus (F.)	62-0	1-0	17-1		
Synuchus vivalis (Ill.)					6-0
Taphoxenus gigas (F.-W.)					8-2
Zabrus spinipes (F.)					2-0
Норма-аномалия (экз.): Всего (экз.):	277-6 283	18-0 18	90-7 97	44-0 44	202-6 208
Доля особей с аномалиями (%) и ошибка выборки:	2.17±0.87	0±0.0	7.22±2.63	0±0.0	2.88±1.16

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что среднее значение доли особей жужелиц с выявленными морфологическими аномалиями, отловленных в дубраве «Лес на Ворскле» (см. табл. 2), подтверждает чистоту данной территории, и состояние среды здесь может быть обозначено в соответствии со шкалой как «хорошее».

Состояние среды на территории природного парка «Ровеньский» (см. табл. 2) в соответствии со шкалой может быть оценено как «хорошее / умеренно загрязненное». Учитывая то, что в 1986 году территория Ровеньского района подверглась радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС и здесь отмечалось повышенное содержание изотопов йода и цезия в почвах, можно предполагать наличие здесь небольшого остаточного следа и, соответственно, некоторого увеличения здесь анализируемого показателя.

Отсутствие особей с аномалиями среди жужелиц, отловленных в пунктах «Бекарюковский бор» и «Гнилое» (см. табл. 2), с одной стороны, свидетельствует о чистоте данных территорий, но, с другой стороны, выборки из этих пунктов были количественно малы. Наряду с этим можно привести значения доли особей с аномалиями среди мертвоедов (род Silpha) из этих пунктов (табл. 3). Как видно, также как и у жужелиц, у немногочисленных мертвоедов тоже отсутствуют особи с аномалиями. На данный момент, на наш взгляд, можно принять, что «Бекарюковский бор» и «Гнилое» – территории, не подверженные загрязнению, но следует продолжить мониторинг этих особо охраняемых территорий.

Таблица 3

Количество и доля (в %) особей мертвоедов с выявленными морфологическими аномалиями в пунктах учетов

Виды	ООПТ «Бекарюковский бор», 2013 г.	ООПТ «Лисья гора», 2013 г.	ООПТ «Гнилое», 2013 г.
Silpha carinata Hbst.	9-0	160-12	9-0
Silpha obscura (L.)		31-0	2-0
Норма-аномалия (экз.): Всего (экз.):	9-0 9	191-12 203	11-0 11
Доля особей с аномалиями (%) и ошибка выборки:	0±0.0	5.91±1.66	0±0.0

Значение доли особей с аномалиями среди жужелиц в пункте «Лисья гора» (см. табл. 2) свидетельствует о том, что состояние данной территории соответствует «плохому / сильно загрязненному». Значение доли особей с аномалиями среди мертвоедов (см. табл. 3) также высоко. На наш взгляд, это обусловлено непосредственной близостью участка к агроценозу, где применяются яды и удобрения. В данном случае отчетливо прослеживается результат отсутствия буферной зоны между сельхозугодьями и ООПТ.

Заключение

Полученные в результате проведенного исследования данные согласуются с выдвинутыми ранее утверждениями, что на незатронутых антропогенным загрязнением естественных территориях доля особей жужелиц с аномалиями в выборках не превышает 3% [14; 16]. Обозначенные ООПТ на территории Белгородской области находятся в «хорошем» состоянии, за исключением припойменного участка «Лисья гора», где, на наш взгляд, рекомендуется создать буферную зону, с учетом миграционных способностей беспозвоночных-герпетобионтов, шириной не менее 50 м.

Список литературы

1. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ (ред. от 27.12.2009) «Об особо охраняемых природных территориях» (принят ГД ФС РФ 15.02.1995).
2. Государственный природный заповедник «Белогорье» включен в Изумрудную сеть Европы [Электронный ресурс]. – Режим доступа к изд.: http://www.zapoved.ru/news/906/ (дата обращения 24.08.2013 г.). – Систем. требования: IBM PC; Internet Explorer.
3. Присный Ю.А. Морфологические аномалии жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в промышленной зоне региона КМА // Проблемы и перспективы общей энтомологии. Тезисы докладов XIII съезда Русского энтомологического общества, Краснодар, 9-15 сентября 2007 г. – Краснодар, 2007. – С. 295-296
4. Присный Ю.А., Корнилов А.Г. Оценка радиусов влияния промобъектов ГОКов на объекты животного мира // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: Материалы III Международной научной конференции, 20-24 октября 2008 г. – М.; Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2008. Ч. 2. – С. 95-96.
5. Присный Ю.А. Оценка генотоксичности загрязняющих веществ для насекомых в зоне влияния Лебединского ГОКа // Проблемы региональной экологии. – 2009. – №1. – С 64-68.
6. Присный Ю.А. Использование мертвоедов (Silphidae) в биоиндикации состояния «Ямской степи» // Биоразнообразие и роль особо охраняемых природных территорий в его сохранении: матер. междунар. науч. конф., посвящ. 15-летию гос. природ. заповедника «Воронинский» (п. Инжавино Тамбовской области, 16-19 сент. 2009 г.) / Мин-во природ. ресурсов и экологии РФ, Мин-во образования и науки РФ, Администрация Тамб. обл., Упр. охраны окр. среды и природопользования Тамб. обл., Гос. природ. заповедник «Воронинский», Мичуринск. гос. пед. ин-т, Тамб. гос. ун-т им. Г.Р. Державина / Отв. ред. Гудина А.Н. – Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2009. – С. 166-169.
7. Присный А.В., Мусина А.В., Присный Ю.А. Карабидокомплекс заповедного участка «Ямская степь» и прилежащих территорий в зоне влияния Лебединского горно-обогатительного комбината // Научные ведомости БелГУ. – 2010. – №3 (74). Сер. «Естественные науки». Вып. 10. – С. 34-40.
8. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высш. шк., 1971. – 424 с.
9. Голуб В.Б., Негробов О.П. Методы сбора наземных беспозвоночных и составление коллекций. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1998. – 28 с.
10. Определитель насекомых Европейской части СССР: В 5 т.: Т. 2. Жескокрылые и Вееерокрылые / Под общ. ред. Г.Е. Бей-Биенко. – М.; Л.: Наука, 1965. – 668 с.
11. Исаев А.Ю. Определитель жесткокрылых Среднего Поволжья (ч. I, Adephaga и Myxophaga). – Ульяновск: Ульяновск. отд. РЭО, 2002. – 83 с.
12. Fauna Europaea [Электронный ресурс]. – Режим доступа к изд.: http://www.faunaeur.org/ (дата обращения 24.08.2013 г.). – Систем требования: IBM PC; Internet Explorer.
13. Присный Ю.А. Методика экспресс-оценки состояния среды на основе частоты появления морфологических аномалий у жужелиц // 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», 2010. – С. 220.
14. Присный Ю.А. Классификация аномалий жесткокрылых насекомых (Coleoptera) / Ю.А. Присный // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2009. – №11 (66). Вып. 9-1. – С. 72-81.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: «Агропромиздат». – 1985 г. – 350 с.
16. Присный, А.В. Морфологические аномалии колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) // Этомол. обозрение. – 1983. – Т. 52, вып. 4. – С. 690-701.

ASSESSMENT OF PROTECTED AREAS OF THE BELGOROD REGION ON THE BASIS OF FREQUENCY OF OCCURRENCE OF ANOMALIES IN GROUND BEETLES (CARABIDAE)

Yu. A. Prisniy

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

E-mail: prisniy_y@bsu.edu.ru

Within of the present work evaluated the status of Protected Areas of the Belgorod region based on the frequency of occurrence of morphological anomalies in ground beetles. It was revealed that the territories of the area «Les on Vorskla» of the reserve «Belogorie», area «Kalyuzhniy Yar» of the natural park «Rovensky», stows «Bekaryukovsky Bor» and «Gniloye» are relatively clean. The close proximity of agricultural lands to protected areas «Lisya Gora» leads to the existence of the splash of anomalies here in ground beetles, indicating that the poor state of the environment in the area.

Key words: protected areas, Belgorod region, Carabidae, Silphidae, bioindication, anomalies.

УДК 639.12.598.2(470.325)

ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЧИСЛЕННОСТИ БЕЛГОРОДСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ СЕРОГО ГУСЯ (*ANSER ANSER* L.) И ЛЕБЕДЯ-ШИПУНА (*CYGNUS OLOR* GMEL.)

В.В. Червонный

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

E-mail: chervonny@bsu.edu.ru

В статье проанализирована динамика ареала и численности белгородских популяций серого гуся и лебедя-шипуна на основе материалов учетов водоплавающих птиц, которые, начиная с 2000 г., проводились Белгородохотуправлением. На основе этих данных, выявлены пространственно-временные особенности динамики населения рассматриваемых видов на территории Белгородской области.

Ключевые слова: орнитофауна, вид, белгородская популяция серого гуся и лебедя-шипуна.

Введение

Серый гусь в XVII в. был обычным видом на современной территории Белгородской области. В это время гусиные ловли имели настолько серьезное значение, что местами они сдавались на оброк [1]. В конце следующего столетия гуси продолжали оставаться обычным видом во многих местах лесостепи. Они гнездились по Северскому Донцу, Тихой Сосне и другим рекам, протекающим по современной территории Белгородской области.

В XIX в. серьезное значение имел промысел гусей, которых добывали сетями в большом количестве. В 30-х годах XIX столетия в донских степях на хлеба налетало столько гусей, что жители сгоняли их с полей палками [2]. В начале XX века на рассматриваемой территории серый гусь был истреблен. Во второй половине XX в. он был обычным пролетным видом, а в конце этого столетия на территории Белгородской области серый гусь отмечается как редкий гнездящийся вид [3].

Лебеди в старину водились во многих районах лесостепи. В XIII в. в Курском княжестве существовали лебединые ловы, когда этих птиц добывали сетями в большом количестве. Но в конце XVIII в в Курской губернии лебеди не гнездились [1].

Специальных исследований современного состояния популяций рассматриваемых видов на территории Белгородской области не проводилось. В опубликованных работах [4, 5, 6, 7] содержатся лишь фрагментарные сведения о сером гусе и лебеде-шипуне. Настоящая статья предполагает хотя бы до некоторой степени восполнить этот пробел.

Методика и материал

Каждое биологическое явление в популяции, а в особенности динамика ее населения, может быть правильно оценено только в свете статистических данных, без которых нельзя исследовать жизнь популяции [8] . В особенности, это касается лебедя-шипуна, который включен в Красную книгу Белгородской области, территория которой находится на севере его гнездового ареала [9].

Серый гусь на территории Белгородской области является объектом охоты. Но численность его в последние годы, в среднем, примерно в три раза меньше «краснокнижного» вида. Поэтому была поставлена задача изучить современное состояние популяции этих видов на на территории Белгородской области. Для этого использованы данные спецслужб охотнадзора, полученные в результате проведения учетов водоплавающих птиц по выводкам по общепринятой методике [10]. Регулярные учеты серого гуся начали проводить с 2000 г., а лебедя-шипуна – с 2004 г. Кроме того, использованы опросные сведения, и так же собственные наблюдения.

Известно, что численность населения любого вида зависит от многих причин. Одна из наиболее главных – площадь биотопа пригодного для обитания вида. Однако в разных административных районах Белгородской области она существенно отличается. Кроме того, даже в разных водоемах одного и того же района, качество биотопа (его кормовые и защитные условия) не одинаково. Но для его оценки мы не располагаем сведениями, так как в пределах области такую работу осуществить практически невозможно. Поэтому для того, что бы хотя бы в общем сравнить потенциальную емкость водно-болотных угодий для изучаемых видов, мы рассчитали удельную площадь этого биотопа на 1000 га общей площади каждого администра-

тивного района и среднюю многолетнюю плотность населения их на 1000 га общей площади биотопа в каждом административном районе. Однако, на протяжении рассматриваемого периода, изучаемые виды в разных административных районах встречались разное число лет, поэтому средняя многолетняя плотность их рассчитывалась для тех лет, когда птицы обитали на их территории.

С учетом этого, в зависимости от продолжительности пребывания изучаемых видов в административных районах Белгородской области, мы выделили четыре «возрастных» типа поселений серого гуся и лебедя-шипуна. К первому типу отнесены административные районы, на территории которых сформировались устойчивые поселения изучаемых видов, населяющих эти районы на протяжении 8–10 лет (У).

Поселения рассматриваемых видов, гнездящихся в течение 6–7 лет, отнесены ко второму «возрастному» типу – относительно устойчивые (ОУ).

Третий «возрастной» тип поселений, где гуси и лебеди встречались 4–5 лет, представляет собой группу неустойчивых поселений (НУ).

Поселения, которые на протяжении всего изучаемого периода во время учета водоплавающих птиц встречались эпизодически, отнесены к четвертому «возрастному» типу (К).

Результаты исследований

Белгородская область относится к малообеспеченным водным регионам России. Менее одного процента территории области занято поверхностными водами, которые находятся в бассейнах Днепра и Дона [11]. Площадь водно-болотных угодий в области составляет 38.2 тыс. га, из которых 65% расположено в бассейне Дона, и примерно, 35% – в бассейне Днепра. Притоками Дона являются 92 реки, притоками Днепра – 39. Общая протяженность речной сети на территории бассейна Дона примерно в 3 раза больше чем в бассейне Днепра. Однако, доля рассматриваемого биотопа на изучаемой территории существенно отличается. В бассейне Дона водно-болотные угодья составляют 12.3% от его общей площади, а в бассейне Днепра доля их почти в два раза больше (21.5%). Примерно такая же разница наблюдается при сравнении площади биотопа, приходящегося на 1000 га средней площади административных районов, расположенных в этих бассейнах (11.9 га и 23.4 га, соответственно).

Структура водно-болотных угодий в рассматриваемых бассейнах рек существенно отличается. В Донском бассейне около 60% водно-болотных угодий приходится на водные угодия и 40% на болота, а в Днепровском – 46% и 54% (соответственно).

Очевидно, что особенности биотопов в сравниваемых бассейнах рек отражаются и на особенностях популяций серого гуся и лебедя-шипуна. Прежде всего, следует отметить, что средняя многолетняя плотность населения обоих видов в бассейне Дона примерно в 1,6 раза больше чем в бассейне Днепра. Одной из возможных причин может служить разница в структуре водно-болотного биотопа, который в бассейне Дона представлен, в основном, водными угодьями (около 60%), в то время как на территории Днепровского бассейна на их долю приходится 46%. Но в разных частях сравниваемых бассейнов рек, эти две составляющие биотопа существенно отличаются.

Как видно из таблицы 1, среди районов, расположенных в бассейне Днепра доля водных угодий наибольшая в Ракитянском районе (62.8%), на территории которого зарегистрирована наибольшая средняя многолетняя плотность серого гуся (11.4 особи). Поселения этого вида существовали на протяжении 10 лет, поэтому они относятся к первому «возрастному» типу (табл. 1). Рассматриваемый район так же отличается и высокой плотностью лебедя-шипуна. В соседнем Краснояружском районе площадь водных угодий примерно в два раза меньше, чем в Ракитянском. Соответственно уменьшилась и средняя плотность населения изучаемых видов: серого гуся в 2 раза, а лебедя-шипуна в 1.3 раза. Причем поселения первого вида в Краснояружском районе были относительно устойчивые, а второго – неустойчивые.

В другом, смежном с ним Грайворонском районе, удельная площадь акватории и болот существенно не отличается. По сравнению с Краснояружским районом, она больше в 1.5 раза и примерно настолько же больше и плотность населения серого гуся в первом районе (табл. 1).

Таким образом, на протяжении изучаемого периода, серый гусь гнездился в трех административных районах, расположенных в бассейне Днепра. Общая площадь водно-болотных угодий на их территории составила 46.3% от общей площади этого биотопа в Днепровском бассейне. В остальных четырех районах «удельный вес» двух компонентов биотопа распределяется примерно поровну: около 44–50% приходится на акватории и 50–55% на болота. На территории этих районов гуси во время 12-летних учетов не были учтены (табл. 1).

Таблица 1

Общая характеристика водно-болотных угодий бассейна Днепра и населения серого гуся и лебедя-шипуна на территории Белгородской области

Административные районы	Площадь биотопа (га)		в том числе:		Средняя многолетняя плотность на 1000 га биотопа		«Возрастной» тип поселений	
	абс.	на 1000 га адм. района	площадь водных угодий (%%)	площадь болот (%%)	серого гуся	лебедя-шипуна	серого гуся	лебедя-шипуна
Ивнянский	1756	20.2	46.5	53.5	-	14.5	-	У x)
Борисовский	1087	16.7	43.6	56.4	-	3.7	-	НУ
Грайворонский	2032	23.8	45.6	54.3	9.6	6.5	НУ	ОУ
Краснояружский	1976	41.2	31.1	68.8	5.7	7.4	ОУ	НУ
Ракитянский	2183	24.2	62.8	37.2	11.4	9.4	У	ОУ
Яковлевский	3092	28.4	44.5	55.5	-	4.0	-	ОУ
Прохоровский	1236	9.0	49.3	50.7	-	9.4	-	НУ
Всего в Днепровском бассейне	13351	23.4	46.2	53.8	8.9	7.8		

x) Возрастной тип поселений: 1 тип (8–10 лет) – устойчивые – У; 2 тип (6–7 лет) – относительно устойчивые – ОУ; 3 тип (4–5 лет) – неустойчивые – НУ; 4 тип (2–3 года) – кратковременные – К.

Лебедь-шипун на территории Днепровского бассейна начиная с 2004 г. встречался ежегодно во всех административных районах. Максимальная плотность его населения была зафиксирована в Ивнянском районе. В среднем за 8 лет она составила 14–5 особей, а минимальная – в Борисовском и Яковлевском районах (около 4.0 особей на 1000 га биотопа). В первом районе сформировалась устойчивая группировка этого вида, в трех других – относительно устойчивая, в остальных трех – неустойчивая (табл. 1).

На протяжении изучаемого периода на территории Днепровского бассейна сформировалось три «возрастных» типа поселений изучаемых видов. Однако, площадь их у серого гуся и лебедя-шипуна существенно отличается.

У первого вида доля каждого «возрастного» типа поселений составляет около трети от общей площади биотопа, освоенного гусем.

У лебедя-шипуна более половины гнездового ареала занимают относительно устойчивые «возрастные» поселения (54.7), а доля неустойчивых поселений составляет примерно треть общей площади водно-болотных угодий Днепровского бассейна. Наименьшую площадь занимают устойчивые поселения (табл. 1).

Площадь гнездового ареала днепровской микропопуляции лебедя-шипуна, более чем в два раза больше таковой серого гуся. Доля устойчивых поселений в микропопуляции гуся почти втрое больше. В то время, как доля поселений второго типа у лебедя примерно в два раза больше чем у гуся. А если сравнить абсолютное значение рассматриваемого параметра, то эта разница в микропопуляции лебедя будет почти четырехкратной в пользу лебедя. «Удельный вес» неустойчивых поселений у обоих видов в бассейне Днепра составляет примерно треть освоенного ими биотопа.

В Донском бассейне наибольшая плотность серого гуся (14.9 особей) и лебедя-шипуна (20.7 особей) наблюдалась в тех административных районах, где «удельный вес» водно-болотных угодий находился в основном в пределах 70–90% водно-болотного биотопа. В двух других административных районах, где доля акватории составила примерно 60% водно-болотного биотопа, средняя плотность обоих видов существенно не отличалась (табл. 2).

Таблица 2

Общая характеристика водно-болотных угодий бассейна Дона и населения серого гуся и лебедя-шипуна на территории Белгородской области

Административные районы	Площадь биотопа (га)		в том числе		Средняя многолетняя плотность на 1000 га биотопа		«Возрастной»x) тип поселений	
	абс.	На 1000 га адм. района	площадь водных угодий (%%)	площадь болот (%%)	серого гуся	лебедя-шипуна	серого гуся	лебедя-шипуна
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
Белгородский	2539	17.2	42.3	57.7	-	4.8	-	У x)

Окончание таблицы 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
Корочанский	2327	15.9	52.8	47.2	-	6.1	-	У
Шебекинский	1868	10.2	49.6	50.3	6.4	1.9	ОУ	НУ
Валуйский	3504	20.9	42.4	57.6	5.4	4.4	У	У
Волоконовский	1356	10.5	53.4	46.3	-	11.1	-	ОУ
Губкинский	1113	7.5	80.7	19.3	11.7	18.4	НУ	ОУ
Красненский	342	4.0	92.0	8.0	26.3	46.8	НУ	К
Красногвардейский	1703	9.7	66.5	33.5	6.7	12.2	ОУ	НУ
Новооскольский	2595	18.5	58.3	41.6	9.2	22.1	ОУ	У
Старооскольский	727	4.9	79.4	20.6	-	24.1	-	ОУ
Чернянский	1185	9.6	42.5	57.4	-	5.7	-	К
Алексеевский	1483	8.6	60.8	39.2	12.6	5.3	ОУ	У
Вейделевский	1591	11.7		32.4	-	28.4	-	У
Ровеньский	2429	17.7	42.0	57.9	39.8	19.3	У	У
Всего в Донском бассейне	24762	11.9	59.4	40.6	14.8	12.6		

[x)] Классификация «возрастных» типов поселений (см. табл. 1).

Как видно из таблицы 2, в шести других административных районах доля акватории находилась в пределах 42–53%. В двух из них (Валуйском и Шебекинском) плотность гуся составила 5.9 особей. В остальных четырех административных районах этой группы, во время учета водоплавающих птиц, гуси не были обнаружены (табл. 2). Лебеди обитали во всех административных районах рассматриваемой группы, средняя плотность населения которых на этой территории составила 5.7 особей. В местах совместного обитания изучаемых видов, средняя многолетняя плотность серого гуся составила 14.8 особей, а плотность лебедя-шипуна – 16.3 особи , то есть у обоих видов она была почти одинакова.

В бассейне Дона самая «старшая» и устойчивая возрастная группа гусей сформировалась на юго-востоке Белгородской области – в Валуйском и Ровеньском районах, где они встречались на протяжении 9–12 лет (соответственно). Площадь населения этой «возрастной» группы составила около 40% водно-болотных угодий Донского бассейна. Следует отметить, что Ровеньский район – единственный в области, где гуси встречались ежегодно на протяжении всего изучаемого периода. Возможно, это является одной из причин того факта, что на его территории среднемноголетняя плотность населения гуся самая большая в Белгородской области (39.8 особей). Определенную роль в жизни изучаемых видов сыграл организованный в Ровеньском районе природный парк, территория которого хорошо охраняется.

Относительно устойчивые поселения гусей занимали примерно половину площади гнездового ареала донской микропопуляции вида, а на долю неустойчивых поселений приходилось около 10%. Таким образом, на протяжении изучаемого периода в бассейне Дона гуси освоили 61% водно-болотных угодий.

Лебедь-шипун на этой территории встречался во всех административных районах. Но, «возраст» поселений этого вида и их площадь существенно отличаются. В донской микропопуляции лебедя преобладали устойчивые поселения, то есть на большей части рассматриваемой территории он встречался ежегодно на протяжении всего 8-летнего периода (табл. 2). Площадь относительно устойчивых и неустойчивых поселений лебедя почти одинакова (12.9 и 14.4%, соответственно), а доля кратковременных поселений была примерно в два раза меньше.

Следует отметить, что в административных районах Донского бассейна, где «удельный» вес водных угодий находился, в основном, в пределах 70–80%, наблюдалась высокая плотность изучаемых видов. У гуся она составила 15 особей, а у лебедя-шипуна – 26 особей на 1000 га водно-болотных угодий, а там, где « удельный» вес акватории находился в пределах 50–60%, плотность гуся и лебедя была одинакова (9 особей).

Для выявления особенностей микропопуляции изучаемых видов, обитающих в бассейнах Днепра и Дона, сравним их «возрастную» структуру и площадь каждого из типов этой структуры. Площадь ареала лебедя-шипуна в обоих бассейнах в 1.6–2 раза больше, чем аналогичный показатель серого гуся, обитающего на их территории.

Существенно отличается и «возрастная» структура ареала микропопуляций этих видов. Наибольшая разница наблюдается при сравнении «удельного» веса устойчивых поселений, который в донской микропопуляции лебедя был в 5 раз больше, чем в днепровской микропопуляции этого вида. Доля относительно устойчивых поселений в донской микропопуляции так же в 4 раза больше. В то время как доля неустойчивых поселений лебедя больше в днепровской микропопуляции примерно в два раза.

Другая ситуация наблюдается при рассмотрении «возрастной» структуры сравниваемых микропопуляций серого гуся. У этого вида доля устойчивых поселений, обитающих в бассейне Днепра и бассейне Дона почти одинакова (35% и 40%), а доля неустойчивых поселений в донской микропопуляции примерно в 1.5 раза больше чем в днепровской микропопуляции.

Противоположная картина наблюдается при сравнении «удельного» веса неустойчивых поселений серого гуся, доля которых в днепровской микропопуляции примерно в 3 раза больше, чем в донской микропопуляции.

Таким образом, «возрастная» структура рассматриваемых видов в сравниваемых микропопуляциях существенно отличается.

Среднемноголетние данные, рассмотренные выше, дают обобщенную картину процессов, происходящих в микропопуляциях гуся и лебедя. Поэтому проанализируем динамику популяционных параметров, которая происходила в бассейне Днепра и Донском бассейне на протяжении изучаемого периода (табл. 3).

Таблица 3

Динамика ареала и численности серого гуся и лебедя-шипуна в бассейне Днепра и Донском бассейне

Год	Днепровский бассейн						Донской бассейн					
	Площадь ареала вида (%)		Число особей		Плотность на 1000 га биотопа		Площадь ареала вида (%)		Число особей		Плотность на 1000 га биотопа	
	Гусь	Лебедь	Гусь	Лебедь	Гусь	Лебедь	Гусь	Лебедь	Гусь	Лебедь	Гусь	Лебедь
I период												
2000	31.1		50		12.0		53.7		295		22.2	
2001	31.0		62		14.9		59.7		326		22.0	
2002	31.2		38		9.1		33.2		288		35.0	
2003	31.0		42		10.1		40.4		242		24.2	
В среднем в I периоде	31.1		48		11.5		47.0		288		25.8	
II период												
2004	46.3	82.6	53	81	8.6	7.3	56.7	87.8	97	278	6.9	12.8
2005	30.0	68.9	41	59	10.2	6.4	50.7	42.9	87	262	6.9	11.3
2006	31.5	82.6	46	56	10.9	5.1	42.9	87.0	57	305	5.4	14.2
2007	31.5	76.9	48	71	11.4	6.9	25.3	71.0	52	193	8.3	11.0
В среднем во II периоде	34.8	77.8	47	67	10.3	6.4	44.0	85.0	73	260	6.8	12.3
III период												
2008	15.2	61.9	7	74	3.4	9.0	32.9	73.9	77	240	9.5	13.1
2009	16.3	100.0	5	124	2.3	9.3	31.3	91.1	78	322	10.1	14.3
2010	16.3	90.7	5	101	2.3	8.3	33.7	98.6	92	245	11.0	10.0
2011	16.3	77.1	16	112	7.3	10.9	27.8	92.5	115	344	16.7	15.0
В среднем в III периоде	16.0	82.2	8	103	3.5	9.4	32.0	89.0	90	288	12.0	13.0

Как видно из таблицы 3, в 2001 г. численность серого гуся, обитающего в бассейнах Днепра и Дона, была максимальной за весь период исследований. После 2001 г., на этой территории происходит в основном направление уменьшения численности гуся. В днепровской микропопуляции гуся площадь ареала в первом периоде составляла примерно треть общей площади водно-болотных угодий Днепровского бассейна. В донской микропопуляции, в первые два года (2000–2001 гг.), этот вид освоил 54–60% биотопа, а в 2002–2003 гг. площадь его ареала уменьшилась до 33–40%. В первом периоде плотность населения гуся в днепровской микропопуляции составляла в среднем 11.5 особей на 1000 га биотопа, а в донской микропопуляции она была больше в 2.2 раза. Как видно, процессы, происходящие в сравниваемых микропопуляциях гуся в первом периоде существенно отличались.

Начиная со второго периода, мы располагаем данными о двух видах. В рассматриваемые годы (2004–2007 гг.), численность днепровских микропопуляций серого гуся и лебедя-шипуна была относительно стабильной и составляла в среднем 47 и 67 особей (соответственно), то есть разница была почти 1.5-кратной в пользу лебедя. Однако плотность населения первого

вида на 1000 га биотопа, освоенного им, во втором периоде была в 1.6 раза больше аналогичного показателя второго вида. Объясняется это тем, что гусь в эти годы освоил примерно треть биотопа, а лебедь вдвое большую часть водно-болотных угодий бассейна Днепра.

В бассейне Дона, наоборот, средняя плотность населения лебедя во втором периоде была в 1.8 раза больше, чем в микропопуляции гуся, а разница численности составила примерно 3.5 крат в пользу лебедя. Площадь ареала гуся в Донском бассейне во втором периоде направленно снижалась и составила в среднем 44% от общей площади биотопа, а лебедь освоил почти в два раза боьшую площадь водно-болотных угодий Донского бассейна.

В третьем периоде в днепровской микропопуляции серого гуся происходит резкое сокращение его численности, которая, по сравнению со вторым периодом, уменьшилась более чем в 5 раз. Численность микропопуляции лебедя, обитающего на этой территории, наоборот, за эти же годы увеличилась в 1.5 раза. Таким образом, в бассейне Днепра в третьем периоде лебедей было почти в 13 раз больше, чем гусей. Однако, разница плотности населения сравниваемых видов, обитающих в бассейне Днепра, в третьем периоде составляла всего лишь 2.5 крат в пользу лебедя.

Процессы, происходящие в микропопуляциях изучаемых видов, в третьем периоде в бассейне Дона существенно отличались от тех событий, которые наблюдались у этих видов, обитающих в бассейне Днепра.

Прежде всего, следует отметить, что численность обоих видов в третьем периоде, по сравнению со вторым периодом, в донских микропопуляциях увеличилась, тем не менее лебедя здесь в это время было примерно в 3 раза больше, чем гуся. Однако, средняя плотность гуся и лебедя в бассейне Дона в третьем периоде существенно не отличалась (см. табл. 3).

В заключение, сравним численность и площадь ареала изучаемых видов на всей территории Белгородской области (рис.).

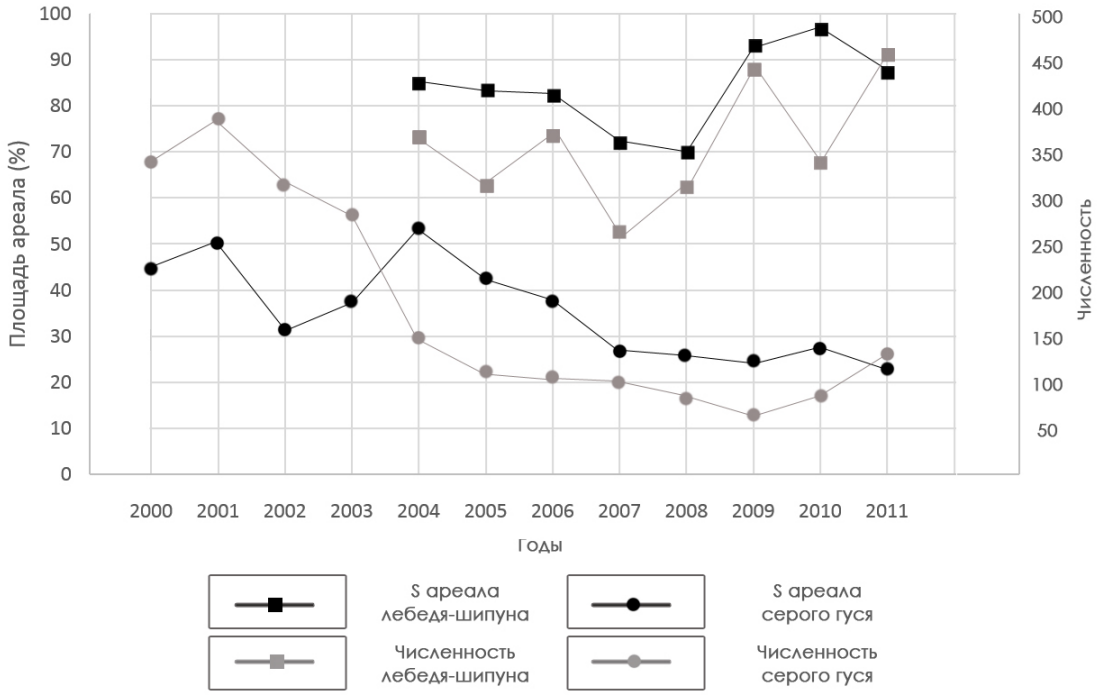


Рис. Динамика ареала и численности серого гуся и лебедя-шипуна в Белгородской области

Очевидно, что донскиая группировка серого гуся и лебедя-шипуна, где находится большая часть водно-болотных угодий Белгородской области, по сравнению с днепровской, вносит больший вклад в формирование тех процессов, которые происходят в белгородской популяции серого гуся и лебедя-шипуна на всей территории Белгородской области.

Как видно из рисунка 1, численность белгородской популяции серого гуся в первом периоде (2000–2003 гг.) была максимальной за все годы исследований. В 2001 году она достигла своего пика. В первом периоде почти все поголовье белгородской популяции гуся обитало на территории Донского бассейна (86%). Во втором периоде (2004–2007 гг.), по сравнению с первым периодом, средняя численность гуся на территории Белгородской области сокращается примерно в три раза.

В 2005 г. происходит незначительное сокращение численности гуся и примерно на этом уровне она остается в последующие два года. Таким образом, второй период можно назвать периодом относительной стабилизации численности белгородской популяции серого гуся.

Процессы, происходящие в днепровской и донской микропопуляциях гуся во втором периоде, изменили долю каждой из них в формировании общего запаса этого вида на территории Белгородской области. В первые два года (2004 и 2005 гг.) в Донском бассейне обитало в среднем 66% общей численности вида в Белгородской области, а в 2006–2007 гг. доля донской микропопуляции уменьшается до 55%. Следовательно, в последние два года почти половина белгородской популяции гуся гнездилась в бассейне Днепра и чуть больше в бассейне Дона.

Из изложенного видно, что доля днепровской микропопуляции гуся в 2006–2007 гг., по сравнению с первым периодом увеличилась примерно в три раза.

Во втором периоде в Белгородской области обитало в среднем 326 лебедей, а гусей почти в три раза меньше. В начале (2004 г). и конце (2007 г.) рассматриваемого периода, эта разница составила примерно 2.5 крат в пользу лебедя. Причем численность белгородской популяции гуся направленно уменьшалась, а в популяции лебедя она носила разнонаправленный характер. В результате этого процесса запас первого вида в конце второго периода, по сравнению с его началом, на территории Белгородской области сократился в 1.5 раза. Примерно такая же ситуация наблюдалась и в популяции лебедя численность которой сократилась почти в 1.4 раза.

Во втором периоде лебеди освоили в среднем 82% водно-болотных угодий Белгородской области, а гуси в два раза меньшую площадь. В этом периоде почти все лебеди, обитающие на территории Белгородской области, были сосредоточены в бассейне Дона (80%).

Процессы, происходящие в третьем периоде (2008–2011 гг.) в белгородских популяциях изучаемых видов существенно отличались. Численность лебедя носила скачкообразный характер, но, тем не менее, в конце периода по сравнению с его началом она увеличилась в 1.5 раза. Такая же разница рассматриваемого параметра наблюдалась и в белгородской популяции серого гуся. У этого вида в первые два года третьего периода она была стабильной, а в последние два года рассматриваемого периода в белгородской популяции гуся наметилась тенденция к увеличению его численности.

В начале и конце третьего периода численность белгородской популяции лебедя превышала таковую серого гуся в 3.5–3.7 раза. Причем, в 2009 и 2010 гг. лебедь освоил почти все водно-болотные угодья области (95%), а площадь гнездового ареала серого гуся в эти годы была в 3.5 раза меньше чем у лебедя. Причем, рассматриваемый параметр у гуся в третьем периоде, по сравнению со вторым, сократился примерно в 1.5 раза.

В бассейне Дона в третьем периоде обитала почти вся белгородская популяция гуся (92%) и большая часть популяции лебедя (74%).

В заключение рассмотрим роль некоторых факторов, оказывающих влияние на популяции серого гуся и лебедя-шипуна.

Среди факторов, отрицательно влияющих на состояние популяций изучаемых видов можно выделить следующие: весеннее выжигание растительности по берегам водоемов, бесконтрольный спуск прудов и массовое использование сетей при незаконном лове рыбы. Роль этих факторов в жизни популяций изучаемых видов примерно одинакова. Однако, роль такого хищника, как норка, в жизни популяций изучаемых видов существенно отличается. В последние три года (2009–2011 гг.) численность норки на территории Белгородской области возросла примерно в два раза и в 2011 г. достигла 2327 особей. Средняя плотность этого хищника в Днепровском бассейне составляла 9.7 особей на 1000 га водно-болотных угодий, а в бассейне Дона она была почти в четыре раза меньше. Поэтому «пресс» норки на популяции водоплавающих птиц на первой территории намного больше чем на второй. При этом масштабы воздействия этого хищника на серого гуся и лебедя-шипуна существенно отличаются. Это можно объяснить тем, что лебедь, в среднем, примерно в три раза крупнее, чем гусь [9], поэтому у него больше возможностей защитить своих птенцов, чем у гуся.

Определенную роль в рассматриваемой экосистеме «хищник-жертва» играет и соотношение потенциальных жертв. В бассейне Дона на долю серого гуся приходится 24% общей численности изучаемых видов, а в бассейне Днепра его доля в три раза меньше, пэтому, дне-

провская микропопуляция гуся испытывает большее «давление» норки, чем донская микропопуляция. Особенно, если учесть, что в бассейне Дона на одну норку приходится в среднем около одной особи обоих видов, а в Днепровском бассейне это соотношение примерно в три раза меньше. Поэтому, не случайно, численность днепровской микропопуляции гуся в последние годы резко сократилась, а численность лебедя на этой же территории была относительно стабильной.

Кроме того, необходимо учесть и тот факт, что гусь на территории Белгородской области является объектом охоты. Однако, в летне-осенний сезон добывается незначительное число птиц, которые гнездятся на территории Белгородской области. Основная масса серого гуся отстреливается во время весенней миграции. Приведем один пример. В 2011 г. в период проведения весенней охоты в Белгородской области было добыто 205 особей этого вида. Во время летнего учета водоплавающих птиц по выводкам на территории Белгородской области было учтено 130 гусей, то есть гнездилось примерно 50 пар взрослых особей.

Заключение

Анализ современного состояния населения серого гуся и лебедя-шипуна показал, что на территории Белгородской области сформировались две относительно устойчивые группировки этих видов. Одна гнездится в бассейне Днепра, а другая – в бассейне Дона.

Численность днепровской и донской микропопуляций серого гуся в конце изучаемого периода, по сравнению с его началом, сократилась: в бассейне Днепра примерно в 5 раз, а в бассейне Дона – почти в 3 раза.

Численность лебедя-шипуна, наоборот, увеличилась в днепровской микропопуляции в 1.4 раза, а в донской – в 1.2 раза.

В 2011 г. на территории Белгородской области обитало 130 особей серого гуся и 456 особей лебедя-шипуна, то есть численность «краснокнижного» вида в этом году была в 3.5 раза больше численности серого гуся, который является объектом охоты, а в 2012 г. эта разница была почти 7-кратной в пользу лебедя.

Одним из главных факторов разнонаправленного характера изменения численности изучаемых видов является разномасштабное «давление» норки на их популяции, которая наносит больший ущерб популяции гуся, чем популяции лебедя. Подтверждением этому служит тот факт, что в донской группировке на одну норку приходится в среднем одна особь этих видов, а в бассейне Днепра в три раза меньше.

Список литературы

1. Кириков С.Б. Изменения животного мира в природных зонах СССР (степная зона и лесостепь). – М., Издательство АН, 1959 – 174 с.

2. Кириков С.Б. Человек и природа степной зоны. – М., 1983 – 245с.

3. Корнилова О.Ю. Новые виды орнитофауны заповедного участка «Лысые горы» // Сб. Орнитологические исследования в Северной Евразии: Тезисы XII международной орнитологической конференции Северной Евразии. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006 – С. 276–277.

4. БудниченкоА.С. Биотопическое распределение и плотность гнездящихся птиц Белгородской области // Сб. Охрана фауны позвоночных животных лесостепной и степной зон европейской части СССР. – Курск – 1980 г. – С. 83–107.

5. Москвитин С.А. Сохранение и воспроизводство ресурсов водоплавающей дичи, гнездящейся на территории Белгородской области // Материалы VIII Международной научной экологической конференции. – Белгород, 2004 – С. 138–139.

6. Корнилова О.Ю. Дополнение к списку водоплавающих птиц заповедного участка «Лысые горы» // Сб. тезисов: Гусеобразные птицы Северной Евразии: Тезисы докладов третьего международного симпозиума (6–10 октября, 2005 г., Санкт-Петербург, Россия). – Картфабрика ВСЕ ГЕИ, 2005 г. – С. 156–157.

7. Червонный В.В. Современное состояние популяции серого гуся (*Anser anser* L.) на территории Белгородской области // Материалы XII Международной научно-практической экологической конференции. Россия, Белгород, 2012 г. – С. 230–231.

8. Северцов С.А. Динамика населения и приспособительная эволюция животных. Изд-во АН СССР. – М.-Л., 1941. – 315 с.

9. Линьков А.Б. Охотничьи водоплавающие птицы России. – М., Типография ЗАО «Локус Станди», 2002. – 268 с.

10. Приклонский С.Г., Панченко В.Г. Учет водоплавающих птиц // Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. – Рязань: Изд-во «Московский рабочий», 1973 – С. 236–252.

11. География Белгородской области / Общ. научн. ред. Г.Н. Григорьев. – Белгород: Изд-во БГУ, 1997. – 143 с.

DYNAMICS OF DIFFUSION AND NUMBER OF THE BELGOROD POPULATION OF THE GREY-LAG GOOSE (*ANSER ANSER* L.) AND THE MUTE SWAN (*CYGNUS OLOR* GMEL.)

V.V. Chervonny

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

In the article dynamics of a geographic range and number of the Belgorod populations of the grey-lag goose and mute swan on the basis of materials of counts of a waterfowl which, since 2000, were kept by the Belgorod control of the hunting economy is analysed. On the basis of these data, spatio-temporal features of dynamics of the population of considered species in the Belgorod Region are revealed.

Key words: avifauna, Belgorod population of the grey-lag goose and the mute swan.

УДК 591.111.7

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЯДЕРНЫХ ГЕМОЦИТОВ *CYPRINUS CARPIO* L. И *RANA RIDIBUNDA* PALL. В РАЗНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

И.С. Буковцова [1], С.Д. Чернявских [1], До Хыу Кует [1], Во Ван Тхань [2]

[1] Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: Chernyavskikh@bsu.edu.ru

[2] Педагогический университет, Вьетнам, г. Хошимин, р-н 5, ул. Донг Вонг, 280

В работе проведен сравнительный анализ поглотительной способности ядерных эритроцитов и лейкоцитов *Cyprinus carpio* и *Rana ridibunda* в отношении клеток дрожжей (*Saccaromyces cerevisiae*), частиц агломерированного латекса и сенной палочки (*Bacillus subtilis*) в разные сезоны года. Установлено, что в зимний и осенний периоды, на фоне напряжения адаптационных реакций, вызванного сезонными изменениями метеорологических параметров, происходит усиление фагоцитарной активности у ядерных эритроцитов сазана и лягушки к клеткам дрожжей и частицам латекса, у лейкоцитов – ко всем объектам фагоцитарной реакции. Сенную палочку красные клетки крови *Cyprinus carpio* и *Rana ridibunda* наиболее активно поглощают в весенний и летний сезоны, белые клетки крови сазана – летом. У эритроцитов сазана зимой регистрируется самый высокий показатель ФИ в отношении всех изучаемых объектов, у лягушки – зимой и осенью в отношении *Saccaromyces cerevisiae*. У белых клеток крови *R. ridibunda* отмечен самый высокий фагоцитарный индекс к дрожжам осенью, к сенной палочке – летом, по сравнению с другими сезонами. ФИ у лейкоцитов лягушки в осенний и зимний сезоны к клеткам дрожжей выше, чем к латексу и сенной палочке.

Ключевые слова: ядерные эритроциты, лейкоциты, фагоцитарная активность, фагоцитарный индекс.

Введение

Согласно современным представлениям, сезонные ритмы являются одной из форм приспособительных реакций организма к циклическим изменениям окружающей среды и присущи всем уровням биологической организации. Они составляют универсальную временную основу, необходимую для интеграции сложных биологических систем, образованных из осциллирующих элементов. В норме архитектоника биоритмов определяется фазовой синхронизацией функциональной готовности эффекторных механизмов с ритмами функционального запроса [1, 2, 3]. Многие физиологические показатели непрерывно меняются в течение года как прямое или непрямое следствие сезонных изменений среды [4, 5]. В научной литературе достаточно подробно описаны циркануальные колебания для показателей системы крови и иммунитета у млекопитающих животных и человека [6, 7, 8], у представителей низших позвоночных животных сезонные изменения вышеназванных показателей изучены недостаточно.

Целью работы было изучение поглотительной способности ядерных гемоцитов *Cyprinus carpio* L. и *Rana ridibunda* Pall. в разные сезоны года.

Объекты и методы исследования

В работе использовали периферическую кровь сазана (*C. carpio*) (30 особей) и лягушки озёрной (*R. ridibunda*) (30 особей). Объектами исследования служили ядерные эритроциты и лейкоциты.

Исследования были проведены в осенний, зимний, весенний и летний периоды.

Животных предварительно наркотизировали эфиром. Забор крови проводили у лягушки из сердца, у сазана из хвостовой вены. В качестве антикоагулянта использовали гепарин в количестве 10 ед./мл. крови. Полученную кровь центрифугировали 10 мин при 400 g. Собирали нижнюю часть плазмы, богатую лейкоцитами и лейкоцитарное кольцо. Фракцию, обогащенную лейкоцитами, а также суспензию эритроцитов разбавляли изотоническим раствором NaCl (0.8% для сазана, 0.6% для лягушки) [9].

Для исследования поглотительной способности гемоцитов использовали клетки дрожжей (*Saccaromyces cerevisiae*), частицы агломерированного латекса диаметром 0.8 мкм и вегетативные клетки сенной палочки (*Bacillus subtilis*) [10, 11]. Суспензии лейкоцитов, а также эритроцитов с объектами фагоцитарной реакции в соотношениях 1:50 помещали в пробирки и

инкубировали при комнатной температуре в течение 30 мин, встряхивая пробирки с гемоконцентратом через каждые 5 мин. Затем делали мазки, фиксировали клетки этиловым спиртом, окрашивали азур-эозином по-Романовскому. Подсчитывали процент фагоцитирующих эритроцитов и лейкоцитов (фагоцитарная активность) и среднее число объектов фагоцитоза, поглощенных одним фагоцитом (фагоцитарный индекс) [12]. Во избежание неточностей при подсчете поглощенных частиц, связанных с затруднениями в определении их локализации (внутри или на поверхности клетки) использовали увеличение 100×.

Полученный цифровой материал был обработан статистически с использованием персонального компьютера. При определении достоверности разницы между группами использовали аргумент Стьюдента и таблицы Фишера-Снедекора. Результаты рассматривали как достоверные, начиная со значения $p<0.05$ [13].

Результаты и их обсуждение

Результаты поглотительной способности ядерных эритроцитов *C. carpio* и *R. ridibunda* в отношении частиц латекса, *S. cerevisiae* и *B. subtilis* в разные сезоны года представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели поглотительной способности ядерных эритроцитов *Cyprinus carpio* L. и *Rana ridibunda* Pall.

Объект фагоцитоза	Показатели поглотительной способности, ед. изм.	Период исследования	Вид животного	
			C. carpio	*R. ridibunda*
Частицы латекса	ФА, %	Осенний	32.60±2.05	28.60±1.30
		Зимний	44.00±2.08 $^{\alpha}$	34.50±1.50 $^{\alpha}$
		Весенний	26.75±3.85 $^{\beta}$	20.25±3.52 $^{\alpha\beta}$
		Летний	26.50±2.50 $^{\beta}$	30.00±2.20 $^{\mu}$
	ФИ, отн. ед.	Осенний	1.01±0.01	1.01±0.08
		Зимний	1.11±0.01 $^{\alpha}$	1.03±0.01
		Весенний	1.03±0.04	1.00±0.04
		Летний	1.01±0.03 $^{\beta}$	1.03±0.03
Дрожжи	ФА, %	Осенний	29.66±2.90	51.42±0.57 *
		Зимний	38.66±1.85 $^{\alpha *}$	49.75±2.39*
		Весенний	27.75±7.59	35.75±2.89 $^{\alpha\beta *}$
		Летний	20.00±1.00 $^{\alpha\beta *}$	29.50±3.50 $^{\alpha\beta}$
	ФИ, отн. ед.	Осенний	1.04±0.03	1.30±0.02*
		Зимний	1.10±0.02	1.24±0.02 $^{\alpha *}$
		Весенний	1.02±0.08	1.02±0.03 $^{\alpha\beta}$
		Летний	1.05±0.01 $^{\beta}$	1.03±0.06 $^{\alpha\beta}$
Сенная палочка	ФА, %	Осенний	33.66±6.22	35.77±2.67 $^{*\circ}$
		Зимний	32.50±2.50 *	36.00±2.00°
		Весенний	37.25±7.59	43.33±1.76 $^{\alpha\beta *\circ}$
		Летний	34.00±2.00 $^{*\circ}$	34.50±2.50 $^{\mu}$
	ФИ, отн. ед.	Осенний	1.03±0.06	1.08±0.04 $^{\circ}$
		Зимний	1.06±0.03 *	1.01±0.02 $^{\circ}$
		Весенний	1.04±0.08	1.05±0.02
		Летний	1.04±0.02	1.00±0.02

Примечание. Здесь и в табл. 2: ФА – фагоцитарная активность; ФИ – фагоцитарный индекс. Представлены значения M±m; достоверность различий * – по сравнению с частицами латекса, $^{\circ}$ – по сравнению с клетками дрожжей, $^{\alpha}$ – по сравнению с осенним периодом, $^{\beta}$ – по сравнению с зимним периодом, $^{\mu}$ – по сравнению с весенним периодом по t-критерию Стьюдента ($p<0.05$).

Как видно из таблицы, ядерные эритроциты сазана наиболее активно фагоцитируют инертные частицы латекса в зимний период. В осенний, весенний и летний сезоны ФА красных клеток крови *C. carpio* к данному объекту на 26.0, 39.2 и 39.7% ниже, чем зимой. Среднее число поглощенных одним эритроцитом сазана частиц в зимний сезон на 9.0 и 9.0% выше по сравнению с осенним и летним периодами. По данным некоторых авторов особенно опасен для карповых переход из зимнего в весенний сезон, так как после длительной зимовки рыбы обычно ослаблены. Резкие перепады температур величиной более 6°С негативно влияют на физиолого-биохимический и иммунологический статус рыб, вызывая не только температурный стресс, но и температурный шок [14].

В отношении дрожжевых клеток самый высокий показатель фагоцитарной активности эритроцитов *C. carpio* выявлен также в зимний период, осенью и летом его значения на 23.3 и 48.3% ниже, чем зимой. В свою очередь, ФА красных клеток крови сазана к клеткам дрожжей на 32.6% ниже в летний период по сравнению с осенним сезоном. Фагоцитарный индекс эритроцитов *C. carpio* в отношении *S. cerevisiae* летом ниже, чем зимой на 4.5%.

Циркануальных колебаний показателей поглотительной способности эритроцитов сазана в отношении сенной палочки не выявлено.

В зимний период ФА эритроцитов сазана к дрожжевым клеткам и сенной палочке на 12.1 и 26.1% ниже, чем к частицам латекса. Летом фагоцитарная активность красных клеток крови Cyprinus carpio в отношении дрожжевых клеток также ниже на 24.5%, а в отношении *B. subtilis* – на 28.3% выше, чем к частицам латекса.

В летний сезон сенная палочка поглощается эритроцитами сазана на 41.2% активнее, чем дрожжевые клетки. Вероятнее всего это связано с тем, что в летний период в водной среде бурно развиваются микробиологические процессы. Определяющими экологическими факторами активизации микроорганизмов являются уровень рыбоводной эвтрофикации и температура воды, влияющие на рост численности различных групп бактерий [15].

Самый высокий показатель фагоцитарной активности эритроцитов *R. ridibunda* в отношении латекса выявлен в зимний период. Осенью и весной его значения на 17.1 и 41.3% ниже, чем зимой. В весенний сезон ФА к частицам латекса на 29.2 и 32.5% ниже, чем в осенний и летний периоды. Циркануальных колебаний среднего числа объектов фагоцитоза, поглощенных одним эритроцитом лягушки в отношении частиц латекса не выявлено.

К дрожжевым клеткам ФА красных клеток крови лягушек зимой на 28.1 и 40.7% выше, чем весной и летом. В свою очередь данный показатель у эритроцитов Rana ridibunda осенью на 42.6% выше, чем летом. ФИ красных клеток крови лягушек в зимний, весенний и летний периоды ниже, чем в осенний сезон на 4.6, 21.5 и 20.7% соответственно.

В весенний и летний периоды среднее число дрожжевых клеток, поглощенных одним эритроцитом лягушки, на 17.7 и 16.9% ниже, чем в зимний сезон.

К сенной палочке ФА эритроцитов *R. ridibunda* в весенний период на 17.4, 16.9 и 20.4% соответственно выше, чем в осенний, зимний и летний сезоны. Сезонных колебаний ФИ у эритроцитов лягушки не зарегистрировано.

К клеткам дрожжей ФА эритроцитов *R. ridibunda* в осенний и зимний периоды на 30.4 и 27.6% выше, в весенний сезон – на 17.5% ниже, чем к *B. subtilis*. В осенний и зимний сезоны ФИ красных клеток крови лягушек в отношении сенной палочки на 16.9 и 18.5% ниже, чем в отношении *S. cerevisiae*.

Более высокая фагоцитарная активность к дрожжевым клеткам по сравнению с латексом и сенной палочкой у лягушек, возможно, связана с наличием видового иммунитета у этих животных, так как одним из мест обитания дрожжевых клеток являются природные воды, являющиеся одной из сред обитания амфибий [16].

Данные, отражающие поглотительную способность лейкоцитов у *C. carpio* и *R. ridibunda*, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели поглотительной способности лейкоцитов

Объект фагоцитоза	Показатели поглотительной способности, ед. изм.	Период исследования	Вид животного	
			C. carpio	*R. ridibunda*
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Частицы латекса	ФА, %	Осенний	29.22±2.82	22.72±1.28
		Зимний	32.00±1.52	26.50±1.70
		Весенний	6.25±1.31 $^{\alpha\beta}$	12.50±1.50 $^{\alpha\beta}$
		Летний	17.00±2.20 $^{\alpha\beta\mu}$	10.25±0.06 $^{\alpha\beta}$
	ФИ, отн. ед.	Осенний	1.03±0.03	1.05±0.08
		Зимний	1.02±0.02	1.01±0.02
		Весенний	1.00±0.01	1.04±0.05
		Летний	1.00±0.03	1.02±0.02
Дрожжи	ФА, %	Осенний	24.33±2.02	41.71±2.68*
		Зимний	28.66±1.85	34.00±3.48
		Весенний	8.75±1.54 $^{\alpha\beta}$	9.50±1.70 $^{\alpha\beta}$
		Летний	25.00±1.30 $^{*\mu}$	11.50±1.30 $^{\alpha\beta}$

Окончание таблицы 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Дрожжи	ФИ, отн. ед.	Осенний	1.05±0.02	1.17±0.04
		Зимний	1.02±0.02	1.04±0.04 α
		Весенний	1.03±0.01 *	1.05±0.03 α
		Летний	1.04±0.01	1.04±0.03 α
Сенная палочка	ФА, %	Осенний	23.33±1.85	26.88±1.54 * ○
		Зимний	27.00±0.01 *	23.50±1.50 ○
		Весенний	8.75±2.10 α β	7.00±1.10 * α β
		Летний	11.00±1.10 * ○ α β	14.00±2.00 α β μ
	ФИ, отн. ед.	Осенний	1.01±0.02	1.04±0.02 ○
		Зимний	1.03±0.01	1.00±0.01
		Весенний	1.03±0.02	1.00±0.01
		Летний	1.00±0.04	1.07±0.02 α μ

Как видно из таблицы, фагоцитарная активность лейкоцитов сазана в отношении латекса в зимний период на 80.5 и 46.9%, в осенний – на 78.6 и 41.8% выше, чем в весенний и летний сезоны соответственно. ФА белых клеток крови сазана к дрожжам в весенний период на 64.1, 69.5 и 65.0% ниже, чем в осенний, зимний и летний сезоны.

К сенной палочке фагоцитарная активность белых клеток крови *C. carpio* весной на 62.5 и 67.6%, летом – на 52.8 и 59.2% ниже, чем осенью и зимой. По показателям ФИ лейкоцитов сазана в отношении сенной палочки сезонных отличий не выявлено.

У белых клеток крови *C. carpio* к дрожжевым клеткам ФА выше в летний период на 32.0%, ФИ – в весенний сезон на 2.9% по сравнению с частицами латекса. Лейкоциты сазана в зимний и летний периоды на 15.6 и 35.3% более активно поглощают частицы латекса, чем сенную палочку.

У лейкоцитов лягушек, также как и у сазана, фагоцитарная активность к частицам латекса в весенний сезон ниже на 44.9 и 52.8%, чем в осенний и зимний периоды. Летом значения данного показателя ниже на 54.8 и 61.3%, чем осенью и зимой. По среднему числу частиц латекса, поглощенных одним лейкоцитом лягушки, сезонных отличий не выявлено.

Фагоцитарная активность белых клеток крови *R. ridibunda* в отношении дрожжевых клеток изменялась аналогично частицам латекса. Так, данный показатель в весенний и летний сезоны на 77.2 и 72.4% ниже, чем в осенний период и на 72.1 и 66.2% по сравнению с зимним сезоном. ФИ лейкоцитов лягушки к клеткам дрожжей в зимний, весенний и летний периоды ниже на 11.1, 10.3 и 11.1%, чем в осенний сезон.

ФА белых клеток крови *R. ridibunda* к сенной палочке весной и летом ниже на 70.2 и 40.4%, чем зимой и на 73.9 и 47.9%, чем осенью. Фагоцитарный индекс лейкоцитов лягушки, напротив, выше в летний сезон: на 2.8% по сравнению с осенним и на 6.5% по сравнению с весенним периодами. Наши результаты согласуются с данными [17] и [18, 19] согласно которым, по достижении температурного оптимума происходит вспышка численности возбудителей заболеваний, находящихся как в окружающей рыб водной среде, так и в самом организме рыб, что часто ведет к развитию инфекционного процесса. Общеизвестно, что именно летом наиболее активно идут процессы размножения возбудителей различных заболеваний. У *R. ridibunda* это может быть также связано с окончательным выходом из физиологического анабиоза и активизацией гемопоэза [20].

К сенной палочке ФА лейкоцитов лягушки осенью выше на 15.5%, весной – ниже на 44.0%, чем к частицам латекса. К *B. subtilis* фагоцитарная активность белых клеток крови *R. ridibunda* в осенний и зимний периоды на 35.5 и 30.8% ниже, чем к вегетативным клеткам дрожжей.

В осенний сезон у лейкоцитов лягушки в отношении сенной палочки, по сравнению с дрожжами, также ниже на 11.1% фагоцитарный индекс.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что зимой, по сравнению с другими сезонами, эритроцитами сазана и лягушки наиболее активно поглощаются частицы латекса и дрожжевые клетки, весной красными клетками крови *Rana ridibunda*

– сенная палочка. При сравнении фагоцитарной активности в отношении разных объектов фагоцитарной реакции также установлено, что самый высокий показатель у эритроцитов *Cyprinus carpio* зимой к частицам латекса, летом – к *Bacillus subtilis*, у эритроцитов лягушки – осенью и зимой к дрожжам, весной – к сенной палочке. Более высокий фагоцитарный индекс зарегистрирован у красных клеток крови сазана зимой ко всем изучаемым объектам, у лягушки – зимой и осенью к *Saccaromyces cerevisiae* (по сравнению с *B. subtilis* и латексом).

Фагоцитарная активность лейкоцитов *C. carpio* и *R. ridibunda* осенью и зимой выше, чем весной и летом, независимо от объекта фагоцитарной реакции. По среднему числу объектов фагоцитоза, поглощенных одним фагоцитом, у белых клеток крови сазана циркануальных колебаний не выявлено. У лягушки отмечается самый высокий ФИ лейкоцитов к дрожжам осенью, к сенной палочке – летом по сравнению с другими сезонами. В отношении *S. cerevisiae*, по сравнению с частицами латекса и *B. subtilis*, у лейкоцитов *R. ridibunda* в осенний и зимний сезоны зарегистрирован более высокий фагоцитарный индекс.

Список литературы

1. Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. В 2-х кн. Книга первая. – М.: Мир, 1982. – С. 297–412 с.

2. Эккерт Р., Рэндалл Д., Огастин Д. Физиология животных: механизмы и адаптации. – М.: Мир, 1992. – Т. 2. – С. 5–26.

3. Деряпа Н.Р., Мошкин М.П., Посный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. – М.: Медицина, 1985. – 208 с.

4. Immelmann K. Periodic processes in the propagation of the animal body // Studium generale; Zeitschrift für die Einheit der Wissenschaften im Zusammenhang ihrer Begriffsbildungen und Forschungsmethoden. – 1967. – Vol. 20(1). – P. 15–33.

5. Farner D.S., Follett B.K. Reproductive periodicity in birds // Hormones and Evolution. – London: Academic Press. – 1979. – P. 129–148.

6. Кузьмин П.Н. Сезонные биоритмы иммунобиологической реактивности организма в условиях Западной Сибири // Климато-медицинские проблемы и вопросы медицинской географии Сибири. – Томск, 1974. – Т.1. – С. 120–122.

7. Малафеева Э.В. К регуляции сезонных изменений уровня некоторых гуморальных неспецифических факторов иммунитета // Климато-медицинские проблемы и вопросы медицинской географии Сибири. – Томск, 1974. – Т. 1. – С. 128–130.

8. Житенева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А. Эволюция крови. – Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 2001. – 113 с.

9. Алмазов В.А., Рябов С.И. Методы функционального исследования системы крови // Медицинская литература – Л.: 1963. – 131 с.

10. Изучение поглотительной способности нейтрофилов крови с использованием инертных частиц латекса / С.Г. Потапова, В.С. Хрустиков, Н.В. Демидова, Г.И. Козинец // Проблемы гематологии и переливания крови. – 1977. – Т. XXII. – №9. – С. 58–59.

11. Адамова В.В., Чернявских С.Д. Морфофункциональные особенности ядерных эритроцитов и лейкоцитов *Cyprinus carpio* и *Rana ridibunda* в условиях умеренной гипотонии // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – Белгород, 2013. – № 10 (153). Вып. 23. – С. 103–106.

12. Метод вычисления абсолютных показателей фагоцитоза / М.Т. Александров, А. И. Кудрявицкий, Е.Г. Румянцева и др. // Лабораторное дело. – 1988. – №9. – С. 30–32.

13. Венчиков А.И., Венчиков В.А. Основные приемы статистической обработки результатов наблюдений в области физиологии. – М.: Медицина, 1974. – 152 с.

14. Исаева Н.М., Козиненко И.И. Иммуномодулирующее действие бактерий (их продуктов) на рыб // Вопросы Ихтиологии. – 1999. – Т. 39 – №4. – С.527–534.

15. Аморос Хименес Г.К. Сезонная динамика бактериальной микрофлоры сазана (*Cyprinus carpio*) в дельте Волги // Вестник Астраханского технологического института рыбной промышленности и хозяйства – М., 1993. – С. 93–96.

16. Жизнь растений. Энциклопедия в шести томах. Том 2. Грибы. – Просвещение, 1976. – 480 с.

17. Воробьев А.А., Кривошеник Ю.С., Быков А.С. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии. – М.: Мастерство, 2001. – 221 с.

18. Саморегуляция паразитарных систем, молекулярно-генетические механизмы / В.Д. Беляков, Д.Б. Голубев, Г.Д. Каминский, В.В. Тец. – Л.: Медицина, 1987. – 240 с.

19. Ферментативная активность бактерий в связи с их вирулентностью / В.Д. Тимаков, Д.Г. Кудлай, В.Г. Покровская, Т.И. Ларионова // Ж. Микробиология, эпидемиология и иммунобиология. – М.: Медицина, 1968. – №3. – С. 3–16.

20. Медведев Ж.А. О некоторых особенностях эритропоэза и старения эритроцитов лягушки // Цитология. – 1973. – Т. 15 – №8. – С. 963–975.

PHAGOCYTIC ACTIVITY OF NUCLEATED HAEMOCYTES OF *CYPRINUS CARPIO* L. AND *RANA RIDIBUNDA* PALL. IN DIFFERENT SEASONS OF THE YEAR

I.S. Bukovtsova [1], S.D. Chernyavskikh [1], Do Huy Kyet [1], Vo Van Thanh [2]

[1] Belgorod State National Research University, Russia, 308015, Belgorod, Pobedy St. 85
E-mail: Chernyavskikh@bsu.edu.ru.

[2] Ho Chi Minh city University of Education, Ward 4, An Duong Vuong S., Dist. 5, 280, Vietnam

Comparative analysis of phagocytic activity of nucleated erythrocytes and leukocytes of Cyprinus carpio and Rana ridibunda for Saccaromyces cerevisiae, latex and Bacillus subtilis in different seasons of the year has been shown in the article. It is established that phagocytic activity of nucleated erythrocytes of fish and frog for yeast and latex, and one of leukocytes for all phagocytic object, has gone more intensive in winter and autumn seasons. It is happened when adaptation reactions were strained because of season changes of meteorological parameters. Bacillus subtilis was absorbed more intensively by erythrocytes of Cyprinus carpio and Rana ridibunda in spring and summer seasons, by white blood cells – in the summer. The highest phagocytic index of fish erythrocytes for all objects was registered in the winter. One of frog erythrocytes for Saccaromyces cerevisiae was registered both in winter and autumn. The highest phagocytic index of white blood cells of Rana ridibunda for yeast was noted in the autumn, for Bacillus subtilis – in the summer in comparison with other seasons. Phagocytic index of frog leukocytes was higher for yeast that for latex and Bacillus subtilis in winter and autumn seasons.

Key words: nucleated erythrocytes, leukocytes, phagocytic activity, phagocytic index.

УДК 636.54:615.273

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИТОСОРБЕНТА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В РАМКАХ ДОКЛИНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

А.А. Шапошников, Г.Н. Клочкова, Л.Р. Закирова, А.М. Бронникова, В.С.Андреенков, И.И. Питюнова

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

E-mail: shaposhnikov@bsu.edu.ru; zakirova@bsu.edu.ru; slav-and@yandex.ru; pityunovaira@mail.ru

Проведен статистический анализ биохимических показателей сыворотки крови цыплят трех групп, выращенных с использованием фитосорбента в разных концентрациях. Согласно результатам, использование фитосорбента не оказывает негативного воздействия на биохимические показатели крови, что является доказательством его безопасного применения в качестве кормовой добавки.

Ключевые слова: фитосорбент, биохимия, сыворотка крови, цыплята-бройлеры.

Введение

Фитосорбенты – сорбенты на основе природных гидроалюмосиликатов, подвергнутых перестройке кристаллической решетки, а также на основе растительного сырья [1]. Они сочетают в себе высокую биологическую активность при сравнительно низкой стоимости производства, благодаря чему их применение в медицине, ветеринарной медицине и животноводстве является перспективным направлением научных исследований [2]. Значительный вклад в данную отрасль внесли кафедры биохимии и фармакологии с кафедрой общий химии Белгородского Государственного национального исследовательского университета, уже неоднократно проводившие эксперименты и публиковавшие статьи по данной теме [1, 2, 3].

Важной темой исследований на сегодняшний день является изучение влияния фитосорбентов на жизнедеятельность человека и животных, и, в частности, возможность их применения без риска нанесения вреда здоровью биологического объекта (пациента или сельскохозяйственного скота) [3].

Цели исследования – выявить влияние фитосорбента на биохимические показатели крови.

Материалы и методы

Был проведен анализ биохимических показателей 12-и проб сыворотки крови 4-х групп (по 3 пробы в каждой группе) цыплят-бройлеров кросса Hubbard F-15: контрольной группы (I) и групп, выращенных с применением 15, 20 и 25 грамм на килограмм корма (основного рациона) добавки фитосорбента (II, III и IV соответственно). Все биохимические исследования были выполнены на оборудовании нового поколения ведущих фирм-производителей (Cobas E 411, Olympus AU 680, Quanta 200 3D) на базе Белгородской областной больницы в центре коллективного пользования. Были определены общий белок, процентное содержание в нем альбумина и глобулинов, соотношение альбумин/глобулины, мочевая кислота, глюкоза, кальций, форфор, АСТ (аспартатаминотрансфераза), АЛТ (аланинаминотрансфераза), ГГТ (гамма-глютамилтранспептидаза), холестерол, ТАГ, ЛПВП (липопротеины высокой плотности), ЛПНП (липопротеины низкой плотности), ЛПОНП (липопротеины низкой плотности), коэффициент атерогенности, натрий, калий, хлор.

Результаты и их обсуждение

Для анализа применялись статистические методы сравнения выборок – критерий Стьюдента и регрессионный анализ. Результаты произведенного анализа представлены в табл.

Согласно критерию Стьюдента, каких-либо достоверных отличий в белковом обмене (общий белок, альбумин, глобулины) между группами не обнаружено.

Статистически достоверных отличий между группами в концентрации глюкозы также не обнаружено. Понижение уровня глюкозы в крови у цыплят IV-ой группы на 25% может быть

следствием интенсификации анаболических процессов и связанной и ними повышенной затратой энергии.

Таблица

Биохимические показатели белкового обмена сыворотки крови

Показатели	Ед. измерения	Группы(n = 3)			
		I	II	III	IV
Общий белок	г/л	33.23±1.83	33.73±0.84	32.23±3.66	31.90±1.41
Альбумин	%	57.51±1.27	58.61±1.81	57.39±1.63	57.31±0.14
α-1-глобулины	%	4.01±1.46	5.00±1.00	4.53±1.81	3.24±0.01
α-2-глобулины	%	8.76±0.86	10.52±2.80	11.12±1.97	10.31±0.88
β-глобулины	%	21.64±1.03	18.59±0.53	20.47±2.65	21.56±1.02
γ-глобулины	%	8.08±1.22	7.28±1.55	6.49±0.55	7.57±0.15
Соотношение А/Г[1]		1.35±0.06	1.42±0.11	1.35±0.09	1.33±0.01
Мочевая кислота	ммоль/л	309.73±88.2	232.77±79.14*	242.23±100.16*	173.95±11.10*
Глюкоза	ммоль/л	10.00±4.06	11.30±0.50	11.20±1.84	7.50±4.97
Кальций	ммоль/л	2.90±0.05	2.77±0.29	2.80±0.02	2.78±0.16
Фосфор	ммоль/л	4.00±1.04	3.42±0.50	3.18±0.17	3.33±1.65
АСТ	Ед/л	214.83±188.96**	418.17±98.28**	414.90±86.64**	399.10±134.01**
АЛТ	Ед/л	2.70±1.65	1.77±1.29	1.67±0.42	2.47±1.25
ГГТ	Ед/л	20.90±3.65	21.47±3.01	21.23±11.91	17.60±2.83
Холестерол	ммоль/л	2.67±0.83	2.87±0.23	2.43±0.21	2.27±0.85
ТАГ	ммоль/л	0.69±0.20	0.59±0.13	0.56±0.03	0.55±0.22
ЛПВП	ммоль/л	1.80±0.37	1.98±0.08	1.73±0.13	1.58±0.56
ЛПНП	ммоль/л	0.53±0.42	0.63±0.21	0.47±0.06	0.43±0.23
ЛПОНП	ммоль/л	0.33±0.06	0.27±0.06	0.27±0.06	0.27±0.12
Коэффициент атерогенности		0.47±0.12	0.47±0.06	0.40±0.00	0.43±0.12
Калий	ммоль/л	12.40±5.60	8.67±2.03	8.30±1.82	9.63±3.48
Натрий	ммоль/л	156.07±4.63	155.47±2.22	154.83±1.00	136.07±33.19
Хлор	ммоль/л	112.70±4.26	112.97±2.35	113.43±0.83	99.27±23.70

Примечание: [1] – А/Г – Альбумин/глобулины; * – r < -0.5; ** – r > 0.5

Сравнение выборок по критерию Стьюдента не выявило наличия достоверных отличий и в остальных показателях сыворотки крови (метаболитах минерального и липидного обменов).

Из рисунков 1 и 2 также видно, что наблюдалась средняя корреляция между процентным содержанием фитосорбента в корме и показателями концентрации мочевой кислоты/активности АСТ.

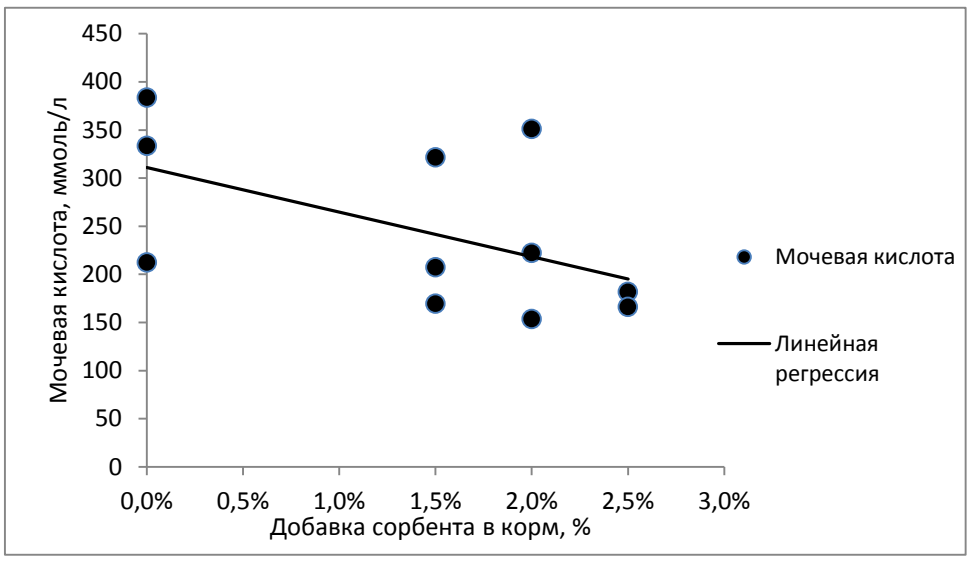


Рис. 1. Регрессионный анализ показателя мочевой кислоты

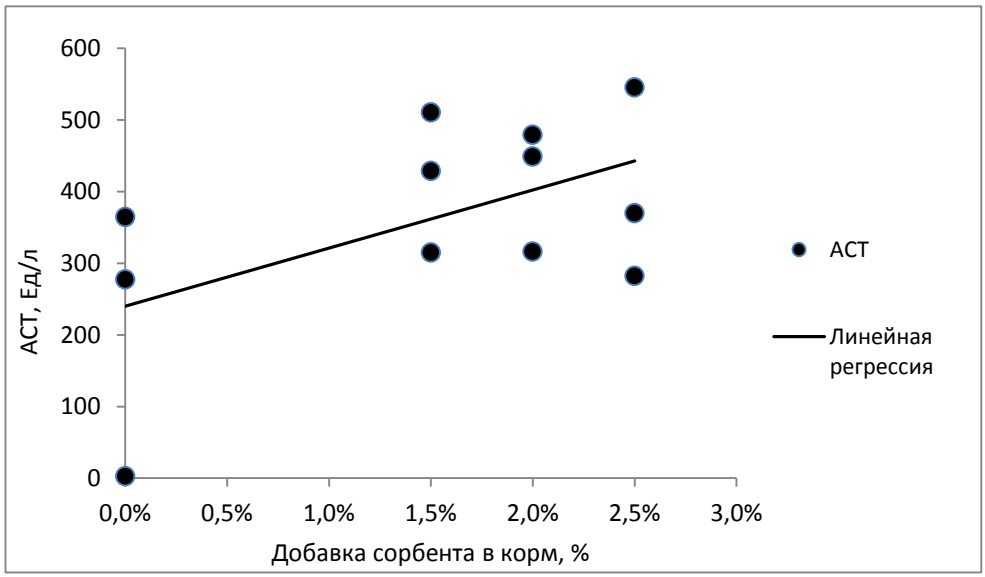


Рис. 2. Регрессионный анализ показателя АСТ

Мочевая кислота является продуктом обмена пуриновых оснований, входящих в состав сложных белков — нуклеопротеинов. Накопление мочевой кислоты в плазме крови приводит к аллергии, подагре и другим патологическим изменениям организма [4]. Замеченная тенденция к понижению концентрации (на 43.8% в IV группе по сравнению с контрольной) мочевой кислоты в плазме крови может быть показателем усиления работы почек цыплят-бройлеров.

АСТ – фермент, катализирующий реакцию трансаминирования с участием аспартата и α-кетоглутаратом. Как повышение, так и понижение АСТ являются признаками многих заболеваний [4]. Однако ни в одной группе показатель активности АСТ не превышал норму, поэтому тенденцию к его увеличению (r = 0.55, увеличивается на 85.8% в IV группе по сравнению с контрольной) можно объяснить интенсификацией белкового обмена.

Выводы

1. Выявлено наличие положительной корреляции средней силы между активностью АСТ и концентрацией фитосорбента в корме, однако показатели находятся в пределах нормы, и их увеличение может быть благоприятным признаком.

2. Выявлено наличие отрицательной корреляции средней силы между мочевой кислотой и концентрацией фитосорбента в корме, что, вероятно, является благоприятным признаком.

3. Статистически достоверных отличий в выборках не обнаружено, что является подтверждением безопасности применения фитосорбента в качестве пищевой добавки.

Список литературы

1. Шапошников А.А., Габрук Н.Г., Рюшина В.А. Фитосорбенты - свойства и применение // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья. – 22-24 сентября – Белгород, 2008. – С. 220-223.

2. Шапошников А.А., Липунова Е.А. Влияние полиминеральной сорбционно-активной добавки на рост и развитие цыплят-бройлеров // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья. – 22-24 сентября – Белгород, 2008. – С. 227-230.

3. Яковлева И.Н., Шапошников А.А., Мусиенко Н.А., Дронов В., Закирова Л.Р., Чернявских С.Д., Яковлев С.С. Морфофункциональный статус сельскохозяйственных птиц при использовании в рационе природного сорбента // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 9. – С. 29-31.

4. Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов / Коллектив авторов – Екатеринбург – Санкт-Петербург: Уральская ГСХА, НПП «АВИВАК», 2009. – 85 с.

STUDY OF PHYTOSORBENTS EFFECT ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM OF BROILER CHICKENS IN THE PRECLINICAL TRIAL

A.A. Shaposhnikov, G.N. Klochkova, L.R. Zakirova, A.M. Bronnikova, V.S. Andreenkov, I.I. Pityunova

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

E-mail: shaposhnikov@bsu.edu.ru; zakirova@bsu.edu.ru; slav-and@yandex.ru; pityunovaira@mail.ru

Statistical analysis of biochemical parameters of blood serum of chickens of three groups grown using phytosorbents in different concentrations has been carried out. According to the results, the use of phytosorbents has no negative effect on biochemical indicators of blood, which is proof of its safe use as a feed additive.

Key words: phytosorbents, biochemistry, blood serum, broiler chickens.

УДК 574.2

РОЛЬ КРАСНЫХ КНИГ В ВОПРОСАХ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

А.В. Гусев

Новооскольская станция юных натуралистов, Россия, 309640, г. Новый Оскол, ул. Володарского, 32

E-mail: sun@edunoskol.ru

Изложены результаты подсчёта размера взыскания за ущерб, причиняемый уничтожением охраняемых растений на одном гектаре степи и меловых обнажений.

Ключевые слова: Красная книга, объекты растительного мира, нерациональное природопользование, таксы для исчисления размера взыскания.

Введение

В Красную книгу России занесены редкие и исчезающие животные, растения и грибы, нуждающиеся в государственно-правовых действиях, направленных на их охрану. Её правовая база укрепилась после принятия Законов Российской Федерации (РФ) «Об охране окружающей природной среды» и «О животном мире» [1, 2, 3].

Но «Закон об охране объектов растительного мира», к сожалению, до сих пор не принят. Растительный мир – это основа природной среды обитания всех живущих на Земле организмов, источник самых разнообразных растительных ресурсов.

Между тем, воздействие человеческого общества на природные объекты все возрастает. Сокращаются площади, занятые естественными растительными сообществами, сокращаются ареалы растений [4].

В сложившейся ситуации Красная книга РФ, является пока единственным на федеральном уровне механизмом защиты объектов растительного мира произрастающих вне заповедных территорий.

Красная книга РФ явилась основным исходным документом для Красных книг субъектов федерации.

Создание и ведение региональных Красных книг стало важным природоохранным инструментом для продолжения исследований по инвентаризации редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов растительного мира.

К сожалению, решение первостепенных экономических задач отодвинуло на второй план значение их как научно-организационного фундамента государственных мероприятий по сохранению и восстановлению биоразнообразия.

В 2005 году вышла Красная книга Белгородской области.

Постановлением правительства Белгородской области утверждёны:

– перечень видов растений, заносимых в Красную книгу Белгородской области;

– перечень видов растений, требующих повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области;

– таксы для исчисления размера взыскания за ущерб, причинённый физическими и юридическими лицами незаконным добыванием, сбором, уничтожением объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Белгородской области;

– определены государственные органы к компетенции, которых отнесены действия по взысканию ущерба [5].

В результате увеличивающейся антропогенной нагрузки на природные объекты, не рационального природопользования уничтожаются охраняемые виды и места их произрастания. Потеря любой природной популяции, тем более вида, наносит невосполнимый урон биологическому разнообразию России и региона.

Степи лесостепной зоны отличаются высокой видовой насыщенностью. На одном квадратном метре можно насчитать до 70–80 видов сосудистых растений. Такого большого количества видов на единице площади нет, ни в каких других растительных сообществах. В этом отношении наши северные степи уникальны. Для сравнения приведём видовую насыщенность южных степей. Здесь на 1 кв. м растёт не более 12–15 видов растений [6].

Во флоре степи и меловых обнажений нашего региона насчитывается 26 видов сосудистых растений внесённых в Красную книгу РФ и 75 видов растений регионального списка Красной книги Белгородской области [4, 7].

Граждане, должностные и юридические лица должны нести ответственность за действия, ведущие к гибели, сокращению численности, нарушению среды обитания занесённых в Красную книгу объектов растительного мира и возмещать ущерб согласно действующему законодательству [7].

Целью нашей работы явился подсчёт размера взыскания за ущерб, причиняемый уничтожением охраняемых растений при распашке степи и меловых обнажений под посадку древесных культур на конкретной территории.

Перед нами стояли следующие задачи:

1) с помощью геоботанических исследований определить охраняемые виды и количество их вегетативных экземпляров на 1 кв. м степи и меловых обнажений;

2) подсчитать ущерб, наносимый уничтожением охраняемых растений на 1 кв. м исходя из таксы для исчисления размера взыскания за ущерб, причинённый физическими и юридическими лицами уничтожением объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Белгородской области, утверждённой Постановлением главы администрации Белгородской области от 22 апреля 2002 года № 204 «О Красной книге Белгородской области» [7];

3) определить площадь под бороздами, нарезаемыми для посадки древесных культур на одном гектаре степи и меловых обнажений и подсчитать ущерб, наносимый уничтожением охраняемых растений.

При постановке цели мы исходили из следующей гипотезы: распашка степных участков и меловых обнажений сопровождается значительным ущербом, связанным с уничтожением охраняемых растений.

Материал и методы

Нами применена простейшая методика подсчёта ущерба. В степи и на меловых обнажениях районов восточной и юго-восточной части Белгородской области проведены геоботанические исследования. В каждом случае мы закладывали по 10 метровых площадок (1×1 м) на бороздах в степи и на меловых обнажениях. Разбирали подпаханную, перевёрнутую дернину или мел, подсчитывали в них число охраняемых растений.

Для уточнения и сравнения данных рядом с первыми площадками закладывали вторые площадки на нетронутой степи и меловых обнажениях, на которых также подсчитывали число охраняемых растений.

Подсчитывали размер взыскания за ущерб, причиняемый уничтожением охраняемых растений на одной метровой площадке (1 кв. м) и 1 га.

Таксы для исчисления размера взыскания утверждённые постановлением правительства Белгородской области приведены в Красной книге Белгородской области на странице 41 [6]. В зависимости от ценности вида размер взыскания определяется несколькими или одним минимальным размером оплаты труда (МРОТ) в РФ, применяемым для исчисления штрафов.

Согласно статье 5 Федерального закона Российской Федерации «О минимальном размере оплаты труда» от 19.06.2000 г. № 82-ФЗ минимальный размер оплаты труда для исчисления штрафов с 1 января 2001 года определяется равным 100 рублям [8].

В редакции этого закона от 01.06.2011 г. № 106-ФЗ минимальный размер оплаты труда для исчисления штрафов сохраняется по настоящее время равным 100 рублям [9].

Результаты исследований

В таблицах 1-6 приведены результаты определения охраняемых видов и подсчёта количества их вегетативных экземпляров на метровых площадках, заложенных в степи и на меловых обнажениях.

Таблица 1

Охраняемые виды и количество их вегетативных экземпляров на метровых площадках, заложенных в степи в бассейне р. Айдар

Название растения	Номера площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	количество растений на площадках									
Paeonia tenuifolia L. – Пион тонколистный	2		1	3			2		1	2
Stipa pennata L. s. str. – Ковыль перистый		4			2			3		
Adonis wolgensis Stev. – Адонис волжский	1		2	1		4				
Amygdalus nana L. – Миндаль низкий	1						1			
Stipa lessingiana L. – Ковыль Лессинга						3				
Vinca herbaceae Waldst. et Kit. – Барвинок травянистый									1	2
Всего растений на площадке	4	4	3	4	2	7	3	3	2	4
Среднее значение	3.6±0.44									

Таблица 2

Охраняемые виды и количество их вегетативных экземпляров на метровых площадках, заложенных в степи в бассейне р. Сарма

Название растения	Номера площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	количество растений на площадках									
Artemisia salsoloides Willd. – Полынь солянковидная	1				1					
Stipa pennata L. s. str. – Ковыль перистый			1		1					1
Adonis wolgensis Stev. – Адонис волжский	2					3		2		1
Crambe tataria Sebeok – Катран татарский		1					1			
Galatella villosa (L.) Reichenb. fil. – Солонечник мохнатый				8						
Ornithogalum kochii Parl. – Птицемлечник Коха			2					3		2
Stipa lessingiana L. – Ковыль Лессинга		4				2			5	
Всего растений на площадке	3	5	3	8	2	5	1	5	5	4
Среднее значение	4.1±0.62									

Таблица 3

Охраняемые виды и количество их вегетативных экземпляров на метровых площадках, заложенных в степи в бассейне р. Оскол

Название растения	Номера площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	количество растений на площадках									
Stipa pennata L. s. str. – Ковыль перистый	1			1	2				1	
Adonis vernalis L. – Адонис весенний	2		3		4	2				3
Clematis integrifolia L. – Ломонос цельнолистный		1					1			
Hyacinthella leucophaea (Koch C.) Schur – Гиацинтик беловатый	5					7	3			
Iris pineticola Klok. – Ирис боровой			3						4	
Ornithogalum kochii Parl. – Птицемлечник Коха	1			3						
Vinca herbaceae Waldst. et Kit. – Барвинок травянистый		2						3		
Всего растений на площадке	9	3	6	4	6	9	4	3	5	3
Среднее значение	5.2±1.26									

Таблица 4

Охраняемые виды и количество их вегетативных экземпляров на метровых площадках, заложенных на меловых обнажениях в бассейне р. Айдар

Название растения	Номера площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	количество растений на площадках									
Artemisia hololeuca Bieb. ex Bess. – Полынь беловойлочная	3	2		3	1	3			2	2
Linum ucranicum Czern. – Лён украинский	2		3				2	2		
Asperula tephrocarpa Czern. ex. Pop. M. et Chrshan. – Ясменник сероплодный		1		2	2					
Thymus cretaceus Klok. et Shost. – Тимьян меловой			2			2	3	1	1	1
Всего растений на площадке	5	3	5	5	3	5	5	3	3	3
Среднее значение	4.0±0.33									

Таблица 5

Охраняемые виды и количество их вегетативных экземпляров на метровых площадках, заложенных на меловых обнажениях в бассейне р. Чёрная Калитва

Название растения	Номера площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	количество растений на площадках									
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
Androsace koso-poljanskii Ovcz. – Проломник Козо-Полянского	2				1				2	
Iris pumila L. – Ирис карликовый			1							

Окончание таблицы 5

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
Linum ucranicum Czern. – Лён украинский	2	2		4		1				1
Cephalaria uralensis (Murr.) Schrad.ex Roem.et Schult. – Головчатка уральская							1	1		
Thymus cretaceus Klok. et Shost. – Тимьян меловой		4	3	3				2		3
Всего растений на площадке	4	6	4	7	1	1	1	3	2	4
Среднее значение	3.3±0.66									

Таблица 6

Охраняемые виды и количество их вегетативных экземпляров на метровых площадках, заложенных на меловых обнажениях в бассейне р. Оскол

Название растения	Номера площадок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	количество растений на площадках									
Hedysarum grandiflorum Pall. – Копеечник крупноцветковый	3	2		2		1	1		3	
Hyssopus cretaceus Dub. – Иссоп меловой		1					1			
Onosma simplicissima L. – Оносма донская	2		2					1	2	
Teucrium polium L. – Дубровник беловойлочный			1		4					2
Cephalaria uralensis (Murr.) Schrad. ex Roem.et Schult. – Головчатка уральская					1					1
Всего растений на площадке	5	3	3	2	5	1	2	1	5	3
Среднее значение	3.0±0.49									

В таблицах 7, 8, 9 приведены результаты подсчёта ущерба, с учётом данных содержащихся в таблицах 1, 3, 5. Приведённые данные показывают, что ущерб на одном квадратном метре исчисляется сотнями рублей.

Таблица 7

Размер взыскания за уничтожение охраняемых растений (по данным таблицы 1)

Название растения	Количество растений		Кратность размера взыскания ущерба за 1 вегетативный экземпляр от минимального размера оплаты труда	Сумма взыскания, рублей
	на 10-ти метровых площадках	на 1 метровой площадке		
Пион тонколистный	11	1.1	5	550
Ковыль перистый	9	0.9	1	90
Адонис волжский	8	0.8	1	80
Миндаль низкий	2	0.2	1	20
Ковыль Лессинга	3	0.3	1	30
Барвинок травянистый	3	0.3	1	30
			Итого:	800

Таблица 8

Размер взыскания за уничтожение охраняемых растений (по данным таблицы 3)

Название растения	Количество растений		Кратность размера взыскания ущерба за 1 вегетативный экземпляр от минимального размера оплаты труда	Сумма взыскания, рублей
	на 10-ти метровых площадках	на 1 метровой площадке		
Ковыль перистый	5	0.5	1	50
Адонис весенний	14	1.4	1	140
Ломонос цельнолистный	2	0.2	1	20
Гиацинтик беловатый	15	1.5	1	150
Ирис боровой	7	0.7	1	70
Птицемлечник Коха	4	0.4	1	40
Барвинок травянистый	5	0.5	1	50
			Итого:	520

Таблица 9

Размер взыскания за уничтожение охраняемых растений (по данным таблицы 5)

Название растения	Количество растений		Кратность размера взыскания ущерба за 1 вегетативный экземпляр от минимального размера оплаты труда	Сумма взыскания, рублей
	на 10-ти метровых площадках	на 1 метровой площадке		
Проломник Козо-Полянского	5	0.5	1	50
Ирис карликовый	1	0.1	1	10
Лён украинский	10	1	1	100
Головчатка уральская	2	0.2	1	20
Тимьян меловой	15	1.5	1	150
			Итого:	330

Легко подсчитать размер взысканий, за ущерб причиняемый уничтожением охраняемых растений на 1 гектаре степи или меловых обнажений.

Под посадку древесных культур нарезают борозды через каждые 3 метра. Ширина нарезанной борозды равна около 50 см. То есть на каждом гектаре нарушается седьмая часть площади (14%) или примерно 1400 кв. м.

Если размер взысканий с 1 метра нарушенной степи равен 800 рублей (данные табл. 7), то на гектаре он составит (800 руб. × 1400 кв. м.) 1120000 рублей. По данным табл. 8 и 9 соответственно (520 руб. × 1400 кв. м) 728000 рублей и (330 руб. × 1400 кв. м) 462000 рублей.

Заключение

Понятно, что не все степные участки и меловые обнажения равноценны по степени насыщенности «краснокнижными» видами. В наших исследованиях в среднем на 1 кв. м приходится от 3.0 до 5.2 экземпляров охраняемых растений. Можно было бы привести примеры с более высокой степенью насыщенности степных и меловых сообществ редкими, реликтовыми видами. Но даже если на 1 кв. м степи или меловых обнажений в среднем растёт 1 охраняемое растение, то размер ущерба на каждом гектаре составит (100 руб. × 1400 кв. м) 140 000 рублей.

Десятки, сотни тысяч рублей взысканий за ущерб, причиняемый уничтожением только охраняемых растений и только на одном гектаре!

Но ведь степи и обнажения меловых пород это места обитания и животных, в том числе охраняемых, уничтожение которых, согласно Постановлению правительства Белгородской области, также влечёт за собой взыскание ущерба.

А усиливающийся эрозионный процесс, вследствие нарезания борозд?

За 5 лет реализации программы «Зелёная столица» в степи и на меловых обнажениях будут высажены лесные насаждения на площади 100 тысяч гектаров!!!

На первый взгляд ущерб, наносимый нерациональным природопользованием не велик. Но когда начинаешь считать – результаты заставляют задуматься.

И возможно они будут весомым аргументом в защиту окружающей среды и принятия закона «Об охране объектов растительного мира».

Список литературы

1. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды». № 2060-1 от 19 декабря 1991 г.

2. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды». № 7-83 от 10 января 2002 г.

3. Закон Российской Федерации «О животном мире». № 52-ФЗ от 24 апреля 1995 г.

4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.

5. Постановление правительства Белгородской области «О перечнях объектов животного и растительного мира, заносимых в Красную книгу Белгородской области». № 6-пп от 28 января 2005 г.

6. Петров В.В. Растительный мир нашей Родины: Кн. для учителя. 2-е изд., доп. – М.: Просвещение, 1991. – 207 с.

7. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. науч. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2004. – 532 с.

8. Закон Российской Федерации «О минимальном размере оплаты труда» от 19.06.2000 г. № 82-ФЗ.

9. Закон Российской Федерации «О минимальном размере оплаты труда» от 01.06.2011 г. № 106-ФЗ.

THE ROLE OF «RED LISTS» IN DIFFERENT QUESTIONS OF NATURE CONSERVATION

A.V. Gusev

Novooskolskaya Station of Young Naturalist, 32, Volodarsky St, Novy Oskol, 309640, Russi

E-mail: sun@edunoskol.ru

There are some calculation results of the amount of compensation for the damage caused by destruction of protected plants on one (1) hectare of the steppe and cretaceous exposures.

Key words: «The Red List», objects of flora, irrational environmental management, rates for the calculation of the size of penalties.

УДК 581.5; 96

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ТОБОЛЬСКОГО НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Е.И. Попова

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Россия, 626150, Тюменская область, г. Тобольск, ул. им. Академика Юрия Осипова, 15

E-mail: Popova-3456@mail.ru

В пределах промкомплекса ТНХК (Тобольского Нефтехимического комбината) на восточной окраине г. Тобольска начато строительство крупного завода по производству пропилена. Промышленный комплекс ТНХК, в пределах которого, в его северной части, расположена промплощадка строящегося объекта ООО «Тобольск-Полимер», располагается на восточной окраине г. Тобольска близ городской черты. С целью оценки экологического (стартового) состояния лесной растительности около территории Тобольского Нефтехимического комбината проведено подробное исследование двух геоботанических площадок. Исследованные морфо-структурные и функциональные параметры фитоценозов в пределах наблюдательных площадок могут послужить основой для создания базы данных (архива) стартового состояния лесных фитоценозов, что позволит отслеживать возможную техногенную динамику от строящегося предприятия.

Ключевые слова: мониторинг, видовое богатство, продуктивность, морфометрические значения.

Введение

Усиление антропогенного воздействия привело к необходимости разработки методов, позволяющих вовремя обнаруживать антропогенно обусловленную деградацию природных экосистем, устанавливать долгосрочные тенденции в отношении одновременно действующих нарушающих факторов. Непременным условием экологических исследований является определение взаимосвязей между биотой и условиями среды. При этом изучение растительного покрова, представляющего единство флоры и растительности, традиционно занимает одно из главных мест в синэкологических исследованиях. Это обусловлено тем, что растительность, с одной стороны, представляет каркас наземных экосистем и выполняет средообразующую функцию, а с другой – обладает рядом преимуществ, которые позволяют использовать ее в качестве индикатора определенных условий среды, включая оценку антропогенного воздействия [1].

Растения очень четко реагируют на состояние природной среды. Листья являются самыми чувствительными к действию атмосферных загрязнителей, как впрочем, и многих других факторов. Такая чувствительность объясняется тем, что большинство важных физиологических процессов осуществляется в листе, который служит как бы центром вариабельности или пластичности организма. В результате таких изменений окружающей среды появляется потребность в их изучении [2].

Объекты и методы исследования

В районе промкомплекса ТНХК заложены две комплексные наблюдательные площадки.

В геоботанике (фитоценологии) широко используется метод пробных площадок. Каждая пробная площадка представляет собой выборку (пробу) из генеральной совокупности (в данном случае – больших пространств тайги).

Размеры пробной площадки могут быть различны и зависят, прежде всего, от высоты слагающих фитоценоз видов растений. Число пробных площадок, закладываемых при исследовании, зависит от гомогенности/гетерогенности растительности и находится эмпирически. Типичность. Здесь речь идёт о необходимости закладывать пробные площадки на типичных для генеральной совокупности участках. Достаточно сделать ссылку на используемую методику.

Из размеров комплексных наблюдательных площадок (10 на 10 в луговых и болотных ассоциациях, либо 20 на 20 в лесных ассоциациях) были выбраны последние, поскольку в природном окружении промплощадки преобладают лесные фитоценозы.

Соблюдалось правило типичности и гетерогенности-гомогенности при подборе участков для комплексных наблюдательных площадок.

Для столь небольших участков, как комплексные наблюдательные площадки, обычный набор методов изучения флоры (маршрутный, детально-маршрутный, метод конкретных

флор, метод модельных выделов) – неприменимы. Вернее, в них нет необходимости, поскольку такие небольшие участки есть возможность тщательно обследовать сплошь. Единственным связующим звеном с остальными методами изучения флоры остаётся обязательное требование неоднократного посещения изучаемой территории, поскольку часть видов, будучи в вегетативном состоянии или в покое, может ускользать от внимания исследователя.

При подборе площадок доминировало стремление достичь их максимального сходства во всех отношениях, в пределах контура комплексных наблюдательных площадок случайным образом закладывались три (минимальная повторность) квадрата стороной 1 м (площадью 1 м^2), с которых срезался до уровня почвы весь травостой.

Квадраты закладывались случайным образом, подземные части растений не изымались. Это применимо в случаях разовых исследований. В мониторинговых исследованиях изъятие подземных частей растений с 3 м^2 в сезон нанесёт существенный урон экосистеме, и станет очень значимой роль вторжения самого исследователя в исследуемый процесс, чего допускать нельзя [3].

Площадка №1 заложена непосредственно около ограждения промкомплекса. Площадка находится в 60 м от ограждения (восточных ворот) по асфальтированной дороге на восток. До юго-западного угла площадки 17 м от насыпи асфальтированной дороги на север. Координаты центра площадки, определённые по GPS-навигатору, следующие: N 58°13`931`` E 068°28`232``.

Площадка №2 в 2.2 км восточнее, за пределами санитарно-защитной зоны (СЗЗ) объекта (фоновая территория). Местоположение этой площадки выбрано, исходя из следующих принципиальных положений. Во-первых, максимальное сходство с комплексной наблюдательной площадкой №1. Во-вторых, необходимое удаление от промплощадки. В-третьих, учёт розы ветров. В-четвёртых, хорошая доступность для повторных посещений и наблюдений. Комплексную наблюдательную площадку №2 можно посетить, пройдя немного более 1 км по асфальтированной дороге, идущей от восточных ворот промкомплекса на восток, далее по просеке, продолжающейся от конца этой дороги и идущей также на восток на протяжении немного более 1 км, затем свернуть в тайгу на север и пройти около 300 м. Координаты центра площадки, определённые по GPS-навигатору, следующие: N 58°14`066`` E 068°29`453``. Площадки квадратные со стороной 20×20 м.

Морфометрические параметры растений исследовались согласно общепринятым методикам [4, 5], учитывали следующие морфологические показатели: 1) длина побега; 2) длина листовой пластинки; 3) ширина листовой пластинки 4) отношение длины и ширины листовой пластинки (в тексте – индекс листа), 5) общее число живых и мёртвых листьев (в тексте – число листьев); 6) масса растения (без корня) в г. Измерения проводились при помощи штангенциркуля и электронных весов «Compast Scale». Полученные материалы подвергались статистическому анализу, расчеты проведены с использованием специальных программ в пределах пакета EXCEL и VIT. При математической обработке данных рассчитывали среднее арифметическое (x), ошибку среднего арифметического (mx). Внутрипопуляционную изменчивость морфометрических параметров изучали с помощью коэффициента вариации (Cv, %), позволяющего сравнивать разноразмерные параметры растений. Статистическая обработка полученных данных проведена по общепринятым методикам [6, 7].

Результаты и их обсуждение

Геоботаническое описание площадки №1 выявило 28 видов сосудистых растений из 22 родов и 16 семейств. Высших споровых растений всего 2 вида, остальные 26 видов – семенные растения, в т. ч. 25 – покрытосеменные, из которых двудольных – 19, а однодольных – 6 видов, среди доминирующих семейств преобладают термофобные (осоковые, розовые, ивовые, лютиковые), что соответствует таёжному расположению участка.

Геоботаническое описание площадки №2 выявило 24 вида сосудистых растений из 20 родов и 14 семейств. Высших споровых растений всего 2 вида, остальные 22 вида – семенные растения, в т. ч. 21 – покрытосеменные, из которых двудольных – 14, а однодольных – 7 видов, здесь преобладают термофобные семейства (розовые, осоковые), повышаются позиции термогигрофильного семейства яснотковые и появляется представитель термоксерофильного семейства гречишные.

Несмотря на то, что при подборе площадок доминировало стремление максимально достичь их сходства, тем не менее комплексные наблюдательные площадки №1 и №2 не оказались идентичными по видовому составу растений, т. к. площадка №1 подвержена влиянию дренажных канав, существенно дренирующих прилегающую территорию. Это обстоятельство увеличивает число экологических ниш на территории, что отражается на повышении фитораз-

нообразия. Поэтому как число видов, так и число родов и семейств растений на площадке №1 несколько выше, чем на №2.

Территория площадки №1, будучи близко расположенной к промплощадке, в период строительства дорог и дренажных канав подвергалась антропогенному воздействию, что способствовало ослаблению изначально существовавшего ценогенного поля лесного фитоценоза и внедрению новых видов.

Разница в видовом составе площадок в значительной мере обеспечивалась наличием видов Salix (ива) на площадке №1, которых нет на площадке №2.

Рядом с площадкой №2 произрастал *Iris sibirica* (ирис сибирский), который включён в Красную книгу Тюменской области (2004 г.) с категорией III (редкий вид).

Дренаж сказался на активности осок на площадке №1: их обилие-покрытие несколько сократились. По-видимому, до начала строительства здесь также была представлена ассоциация Betuletum caricoso-calamagrostidosum (langsdorffii), которая претерпела изменения в сторону мезофитизации. В результате строительных и гидротехнических (дренажные канавы) работ эта изначальная ассоциация претерпела сукцессию в следующем направлении: от Betuletum caricoso-calamagrostidosum (langsdorffii) до Betuletum calamagrostidosum (langsdorffii).

Тем не менее, обе площадки имеют весьма близкий видовой состав растений но доминирующие и содоминирующие виды практически совпадают.

Плотность фитоценозов на комплексных наблюдательных площадках включает в себя: общее среднее число особей на трех метровых пробных квадратах 103 (комплексная наблюдательная площадка №1), 168 (комплексная наблюдательная площадка №2).

Биологическая продуктивность фитоценозов, слагающих комплексные наблюдательные площадки, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Биологическая продуктивность фитоценоза комплексной наблюдательной площадки №1, г

Вид	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Среднее по пробам
Вейник Лангсдорфа	63.87/6.40	83.54/28.80	47.94/6.16	65.12/13.79
Тростник обыкновенный	9.07/8.04	9.00/8.10	8.50/7.10	8.86/7.75
Осока двутычинковая	5.71/4.41	0.50/0.30	0.60/0.30	2.27/1.67
Калужница болотная	1.85/0.57	1.94/0.60	1.72/0.44	1.84/0.54
Шлемник обыкновенный	1.85/0.57	1.94/0.60	1.72/0.44	2.52/0.77
Кизляк кистецветный	2.69/1.43	0.90/0.30	16.89/7.24	6.83/2.99
Чистец болотный	4.51/3.11	3.28/1.89	4.00/2.65	5.73/2.55
Осока пузырчатая	7.85/1.84	72.99/16.50	17.28/3.74	32.71/7.36
Осока прямоколосая	210.50/50.08	273.82/65.80	41.74/10.8	13.26/4.84
Сумма всех видов	196.99/30.27	179.36/59.04	122.74/37.42	139.14/42.26

Примечание (здесь и далее): значение сырой фитомассы – в числителе, сухой – в знаменателе.

Таблица 2

Биологическая продуктивность фитоценоза комплексной наблюдательной площадки №2, г

Вид	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Среднее по пробам
Вейник Лангсдорфа	67.59/20.28	103.18/32.08	174.08/55.88	114.95/36.08
Тростник обыкновенный	10.04/8.09	7.02/6.05	9.04/7.03	8.70/7.05
Осока двутычинковая	210.50/50.08	273.82/65.80	41.74/10.8	175.35/42.23
Кизляк кистецветный	2.90/0.58	2.44/0.33	1.90/0.42	2.41/0.44
Осока прямоколосая	6.34/2.05	3.64/1.06	7.43/2.32	5.80/1.81
Сабельник болотный	3.28/1.04	2.54/0.91	3.00/1.34	2.94/1.10
Сумма всех видов	300.65/82.12	392.64/106.23	237.19/77.79	310.15/88.71

Значение фитомассы комплексной наблюдательной площадки №2 (сырая фитомасса – 310.15 г/м², сухая – 88.71 г/м²) более чем в два раза превышает показатели фитомассы комплексной наблюдательной площадки №1 (сырая фитомасса – 139.14 г/м², сухая – 42.26 г/м²). Показатели продуктивности по кислороду фитоценоза на комплексной наблюдательной площадке №2 также значительно превышают соответствующие значения на площадке №1.

Из весовых соотношений фитоценотипических групп растений фитоценозов площадок, наибольшая доля приходилась на доминанты, масса которых в четыре раза больше на площадке №2 (сырая фитомасса – 290.30 г/м², сухая – 78.31 г/м²), чем на площадке №1 (сырая фитомасса – 65.12 г/м², сухая – 13.79 г/м²), фитомасса субдоминантов и ассектаторов мало отличается. На площадке №1 отмечалось присутствие фитоценотипической группы «редкие» растения, их фитомасса составляет: сырая – 39.54, сухая – 10.35 г/м².

Весовое соотношение таксономических групп растений фитоценозов на комплексных наблюдательных площадках сильно различается. На площадке №1 однодольные превосходят двудольные растения по фитомассе более чем в 6 раз, а на площадке №2 – в 56.6 раз, т. е. их по массе больше почти в десять раз.

Морфометрический анализ растений показал, что на площадке №1 растения отличаются меньшими размерами, происходит, прежде всего, уменьшение ассимиляционной поверхности. Так, например, длина листа у Вейника Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin.) изменяется от 25.76±0.12 см (площадка №1 (табл. 3)) до 26.97±0.17см (площадка №2 (табл. 4)), Осоки двутычинковой (*Carex diandra* Schrank) от 45.12±0.62 см (площадка №1 (см. табл. 3)) до 48.07±0.12 см (площадка №2 (см. табл. 4)).

Таблица 3

Морфометрические особенности растений комплексной наблюдательной площадки №1, $x \pm m_x$

Название растения	Морфометрические показатели, $x \pm m_x$					
	высота побега, см	длина листа, см	ширина листа, см	индекс листа, см	масса растения, г	число листьев, шт
Вейник Лангсдорфа	115.91±0.51	25.76±0.12	0.78±0.01	32.57±0.29	1.57±0.01	6.41±0.05
Тростник обыкновенный	118.33±0.88	28.67±0.67	2.47±0.23	11.90±1.33	8.86±0.18	7.67±0.67
Осока двутычинковая	59.41±1.19	45.12±0.62	0.41±0.02	107.98±7.24	0.54±0.02	4.47±0.12
Калужница болотная	49.67±1.76	12.00±0.58	10.83±0.03	1.11±0.05	1.84±0.06	4.33±0.33
Шлемник обыкновенный	40.29±035	4.12±0.02	1.77±0.02	2.35±0.04	0.37±0.01	13.90±0.99
Кизляк кистецветный	39.23±0.62	9.60±0.15	3.54±0.13	2.76±0.13	0.77±0.02	9.17±0.20
Чистец болотный	54.67±1.76	17.67±0.97	2.10±0.05	8.40±0.68	3.93±0.35	15.00±1.73
Осока пузырчатая	97.17±0.51	78.77±0.61	0.65±0.01	125.08±3.06	1.48±0.01	3.57±0.06
Осока прямоколосая	95.59±0.32	48.46±0.72	0.66±0.02	73.53±2.82	3.52±0.02	12.91±0.28

При этом, как правило, на площадке №1 среднее значение массы растения, высота побега также уменьшаются. Наряду с этим, уменьшается соответственно и индекс листа, определенным образом изменяются размеры наблюдаемых растений.

Таблица 4

Морфометрические особенности растений комплексной наблюдательной площадки №2, $x \pm m_x$

Название растения	Морфометрические показатели, $x \pm m_x$					
	высота побега, см	длина листа, см	ширина листа, см	индекс листа, см	масса растения, г	число листьев, шт
Вейник Лангсдорфа	125.56±0.39	26.97±0.17	0.80±0.01	33.92±0.33	1.93±0.12	6.70±0.05
Тростник обыкновенный	121.33±0.76	30.67±0.49	2.23±0.04	13.68±0.37	4.88±0.32	7.83±0.31
Осока двутычинковая	72.49±0.31	48.07±0.12	0.46±0.01	102.24±0.74	0.60±0.01	3.75±0.04
Кизляк кистецветный	44.10±0.47	10.53±0.18	4.20±0.21	2.53±0.15	2.41±0.29	6.33±3.33
Сабельник болотный	23.67±1.86	7.93±1.72	10.33±2.19	1.07±0.27	2.94±0.22	5.33±0.33
Осока прямоколосая	96.53±0.41	51.00±0.58	0.67±0.03	76.87±4.95	5.80±1.13	13.67±0.33

Анализ морфометрических признаков на фоне экологических условий двух площадок по уровню изменчивости (CV,%) показал, что на условия площадки №1 (табл. 5) растения отвечали повышением изменчивости трех (из шести исследованных) морфометрических признаков (индекс листа *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud. (Тростник обыкновенный), *Carex diandra* Schrank (Осока двутычинковая), *Carex vesicaria* L. (Осока пузырчатая), *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Reichenb. (Кизляк кистецветный), ширина листа *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex

Steud. (Тростник обыкновенный), *Carex diandra* Schrank (Осока двутычинковая), число листьев *Scutellaria galericulata* L. (Шлемник обыкновенный), *Stachys palustris* L. (Чистец болотный).

Таблица 5

Изменчивость морфометрических признаков растений на комплексной наблюдательной площадке №1, cv±m $_{cv}$

Название растения	Морфометрические показатели, cv±m $_{cv}$, %					
	высота побега, см	длина листа, см	ширина листа, см	индекс листа, см	масса растения, г	число листьев, шт
Вейник Лангсдорфа	5.59±0.31	6.01±0.34	8.87±0.49	11.18±0.63	11.64±0.65	11.11±0.62
Тростник обыкновенный	1.29±0.53	4.03±1.64	16.38±6.69	19.38±7.91	3.51±1.43	15.06±6.15
Осока двутычинковая	8.29±1.42	5.64±0.97	20.82±3.57	27.65±4.74	14.69±2.52	11.51±1.97
Калужница болотная	6.15±2.51	8.33±3.40	0.53±0.22	8.15±3.33	6.02±2.46	13.32±5.44
Шлемник обыкновенный	3.94±0.61	2.41±0.37	6.71±1.04	7.31±2.13	9.79±1.51	32.71±5.04
Кизляк кистецветный	7.64±1.13	7.57±1.12	17.70±2.61	22.43±3.31	13.25±1.95	10.21±1.51
Чистец болотный	5.59±2.28	9.51±3.88	4.76±1.94	14.05±5.73	15.62±6.38	20.00±8.16
Осока пузырчатая	4.24±0.37	6.27±0.55	13.12±1.15	19.72±1.73	1.66±0.15	13.98±1.23
Осока прямоколосая	1.11±0.24	4.91±1.05	10.16±2.16	12.74±2.72	1.71±0.37	7.31±1.56

У растений площадки №2 (табл. 6) отмечалось повышение изменчивости морфометрических признаков по массе растения (*Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud. (Тростник обыкновенный), числу листьев *Carex diandra* Schrank (Осока двутычинковая), длине, ширине и индексу листа *Comarum palustre* L. (Сабельник болотный).

Таблица 6

Измененчивость морфометрических признаков растений на комплексной наблюдательной площадке №2, cv±m $_{cv}$

Название растения	Морфометрические показатели, cv±m $_{cv}$, %					
	высота побега, см	длина листа, см	ширина листа, см	индекс листа, см	масса растения, г	число листьев, шт
Вейник Лангсдорфа	3.96±0.22	8.09±0.46	8.54±0.48	12.27±0.69	5.59±2.28	8.69±0.49
Тростник обыкновенный	1.53±0.44	3.95±1.14	4.62±1.33	6.58±1.90	16.04±4.63	9.61±2.77
Осока двутычинковая	7.65±0.30	4.43±0.17	11.01±0.43	13.25±0.51	13.27±0.51	20.19±0.78
Кизляк кистецветный	1.86±0.76	2.90±1.18	8.58±3.50	9.93±4.06	20.74±8.47	9.12±3.72
Сабельник болотный	13.58±5.55	37.53±15.32	36.64±14.96	43.30±17.67	12.71±5.19	10.83±4.42
Осока прямоколосая	0.73±0.29	1.96±0.80	8.66±3.54	11.15±4.55	33.62±13.73	4.22±1.72

Заключение

Таким образом, проведенные исследования состояния лесных фитоценозов на площадках в СЗЗ около ТНХК (площадка №1) и на фоновой территории (площадка №2) показало, что изученные фитоценозы отличаются друг от друга как в силу природно-антропогенных, так и техногенных экологических факторов. Площадка №1 испытывает последействие строительства промкомплекса ТНХК (прежде всего, осушающее влияние дренажных канав, благотворно сказавшееся на состояние древостоя) и современные техногенные воздействия.

Исследование особенностей изменения морфометрических признаков позволило констатировать факт достоверного, но незначительного уменьшения листовой пластинки у растений данной наблюдательной площадки. При этом следует отметить, что число листьев достоверно мало отличается. Исследованные морфо-структурные и функциональные параметры фитоценозов в пределах наблюдательных площадок №1 и №2 могут послужить основой для создания базы данных (архива) стартового состояния лесных фитоценозов, как в непосред-

ственной близости от объекта в пределах санитарно-защитной зоны ТНХК, так и на фоновой территории, за пределами объекта. Будущие исследования, проведенные по этим же методикам, позволят адекватно отслеживать возможную техногенную динамику.

Список литературы

1. Обзор. Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области / Департамент недропользования и экологии Тюменской области. – Тюмень, 2005. – 212 с.

2. Яблоков А.В., Ларина Н.И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. – М.: Высшая школа, 1985. – 159 с.

3. Ильминских Н.Г. Артефакты при исследовании флорогенеза // VII Зыряновские чтения: Материалы Всеросс. научно-практич. конф. – Курган, 2009. – С. 212.

4. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во Москов. гос. унт-а, 1992. – 350 с.

5. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 1989. – 146 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1968. – 336 с.

7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 105 с.

ASSESSING THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE VEGETATION IN THE AREA OF INDUSTRIAL COMPLEX OF TOBOLSK PETROCHEMICAL PLANT

E.I. Popova

Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, 15, imeni Akademika Yuriya Osipova St., Tobolsk, Tyumen Region, 626150, Russia

As is well known, within the industrial complex TNHK (Tobolsk Petrochemical Plant) on the eastern outskirts of the city of Tobolsk there began construction of a large plant for the production of propylene. TNHK industrial complex, within which, in its northern part, is industrial site constructed facility LLC “Tobolsk-Polymer”, located on the eastern outskirts of the city of Tobolsk, near the city limits. In order to assess the environmental (starting) state for forest vegetation near the site of the Tobolsk petrochemical plant, a detailed study of two geo-botanical areas has been carried out. The investigated morpho-structural and functional parameters of the plant communities within the observing sites can serve as the basis for the creation of a database (archive) of the start state of forest communities, which will allow to keep track of any technological dynamics of the enterprise under construction.

Key words: monitoring, species diversity, productivity, morphometric values.

УДК 631.4:631.582:630*114.11-14:633.11

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ И АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

Г.И. Уваров[1], А.П. Карабутов[2], А.А. Найденов[3]

[1] Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия. 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85 E-mail: uvarov@bsu.edu.ru

[2] Белгородский НИИ сельского хозяйства, Россия, 308016, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58

[3] Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина, Белгородская обл., Белгородский р-н,308503, пос. Майский, ул. Вавилова, 1

Рассмотрены результаты исследований плотности и агрегатного состава почвы в посевах озимой пшеницы в зависимости от предшествующих культур. Установлено увеличение плотности сложения почвы при размещении пшеницы по чистому пару и гороху. Многолетние травы снижали плотность почвы и улучшали структурный состав. Плотность сложения и структурный состав почвы по предшественникам изменяются в зависимости от внесенных удобрений и частично от способов обработки.

Ключевые слова: плотность, агрегатный состав почвы, предшественники, озимая пшеница.

Введение

Севооборот является важнейшим средством восстановления и повышения плодородия почвы. Каждая культура севооборота требует особых почвенных условий: строения пахотного и корнеобитаемого слоя, плотности, скважности, аэрации, запасов продуктивной влаги, наличия доступных элементов питания и др. В полной мере это касается и озимой пшеницы. Для эффективного формирования урожая и улучшения плодородия почвы необходим научно-обоснованный подбор предшественников.

Агрофизические свойства почвы определяют характер ее водно-воздушного режима, сказываются на обменных процессах, которые характеризуют биологическую активность почвы, ее агрохимические свойства, гумусное состояние. Поэтому проблема оптимизации агрофизических свойств решается при создании благоприятных для растений структурного состава и плотности в корнеобитаемом слое. В свое время еще известные русские ученые А.А. Измаильский [1] и П.А. Костычев [2] доказали, что длительная и нерациональная распашка целинных черноземов ведет к разрушению наиболее агрономически ценной комковато-зернистой структуры, образованию пыли и глыб, слитизации, уплотнению пахотного слоя, ухудшению водно-физических свойств и снижению устойчивости к эрозии.

В настоящее время для большинства сельскохозяйственных культур установлены оптимальные значения плотности почвы, которые составляют 1.10–1.20 г/см^3 и коэффициента структурности – 4.5–5.5 ед. [3]. При увеличении или уменьшении плотности почвы на 0.1–0.2 г/см^3 по сравнению с оптимумом урожай снижается, а при значительном уплотнении резко уменьшается.

Установлено, что агрофизические свойства почвы изменяются под влиянием способов основной обработки. Вспашка с оборотом пласта как единственный способ основной обработки почвы на территории бывшего СССР постепенно уступала в 70-х годах прошлого столетия место другим альтернативным способам: плоскорезным, мелким, поверхностным и др. Необходимость такой замены обоснована фактами ухудшения ряда свойств почв, прежде всего физических, при длительном применении интенсивных приёмов обработки. Общеизвестны отрицательные последствия этого явления: распыление почвы, ослабление устойчивости к эрозии, необходимость дополнительных затрат на осуществление различных мелиораций [4].

В опытах Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства изучали изменение структуры и плотности чернозема типичного под влиянием различных способов основной обработки, севооборотов и удобрений [5]. Было установлено, что вне зависимости от севооборота прослеживается положительная роль минимальной обработки почвы на структурное состояние почвы, особенно на фоне удобрений. Зернотравяной севооборот способствует уплотнению почвы.

Важнейшим условием высокой продуктивности сельскохозяйственных растений является плотность почвы или плотность сложения. От плотности почвы зависят ее водно-воздушные, тепловые и биологические свойства. С уплотнением почв уменьшается общая пористость и объем пор аэрации, увеличивается объем неактивных пор, в которых вода практически недоступна растениям, затрудняется распространение корней.

Плотность почвы оказывает существенное влияние на рост и развитие растений. От характера уплотнения почвы в значительной степени зависит и ее водопроницаемость [6]. При уплотнении почвы уменьшается не только общий объем пор, но и их размер. Так, при значительном уменьшении пор корневые волоски прекращают рост, растения сильно страдают. На уплотненной почве длина корней и их масса значительно меньше, чем на неуплотненной, причем большая часть их располагается у поверхности почвы, что ухудшает условия минерального питания. Уплотненная почва к тому же плохо впитывает и фильтрует влагу, что способствует усилению поверхностного стока, эрозии и в целом снижению влагообеспеченности растений, создает предпосылки для более частого проявления засухи.

Исследования, проведенные в различных регионах России, свидетельствуют, что переуплотнение почвы приводит к резкому снижению урожайности возделываемых культур, повышению энергозатрат на обработку. Так, установлено, что удельное сопротивление обработке уплотненной почвы выше, чем неуплотненной, на 12–25% [7].

Агрофизические аспекты повышения плодородия почв осуществляются главным образом, через воздействие на структурное состояние [3, 8 и др.]. Агрономическую ценность представляет комковато-зернистая структура, т.е. комочки диаметром от 0.25 до 10 мм. Таким образом, определение плотности и структурного состава почвы в зависимости от предшествующих культур имеет важное агрономическое значение.

Цель наших исследований заключалась в установлении влияния предшествующих культур для озимой пшеницы на плотность сложения почвы и её структурный состав.

Объекты и методы исследования

Исследования проведены в стационарном опыте лаборатории плодородия почв и мониторинга на базе Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2010 и 2012 гг.

Объект исследований – почва и растения озимой пшеницы. Почва – чернозем типичный, среднемощный, малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке с содержанием в пахотном слое гумуса 4.7–5.6%, подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову), соответственно, 6.7–7.8 мг и 9.2–12.1 мг на 100 гр. почвы, pH солевой вытяжки – 5.6–6.4, степень насыщенности основаниями около 90%.

Характерной особенностью погодных условий места проведения исследований является повышенная температура воздуха и пониженное количество атмосферных осадков в период активной вегетации озимой пшеницы. Более благоприятные погодные условия сложились частично в 2011–2012 сельскохозяйственных годах и менее благоприятные – в 2009–2010 годах. В целом они были весьма контрастными, что характерно для последних лет территории юго-западной части ЦЧР.

Опыт заложен в 1987 году. Схема опыта включала пятипольные севообороты (фактор А): плодосменный, зернопропашной и зернопаропропашной, в которых предшественниками озимой пшеницы являлись, соответственно, многолетние травы, горох и чистый пар. Предшествующие культуры размещали на фоне способов обработки почвы и удобрений.

Способы основной обработки почвы под культуры севооборотов (фактор В) включали:
- вспашку на глубину 20–22 см под зерновые культуры, на 24–27 см под кукурузу и 30–32 см под сахарную свеклу плугом ПЛН-5-35;
- безотвальную обработку орудием типа «Параплау» (глубина та же, что и под вспашку);
- мелкую обработку дисковым лущильником на глубину 10–15 см.

Схема опыта с удобрениями (фактор С) под культуры севооборотов состояла из внесения минеральных (азофоска и диаммофоска) и навоза как отдельно, так и совместно. Вносились одинарные и удвоенные дозы в расчете на простое и расширенное воспроизводство почвенного плодородия. Навоз вносили один раз за ротацию севооборота под сахарную свеклу навозоразбрасывателем. Одна доза навоза составляла 8 т/га, две дозы –16 т/га севооборотной площади. Агротехника возделывания озимой пшеницы сорта Синтетик была выдержана согласно зональным организационно-технологическим нормативам [9].

Повторность опыта в пространстве и времени трехкратная. Посевная площадь делянки составляла 120 м² (4×30 м), учетная – 100 м².

В ходе исследований были проведены следующие определения:

– плотность сложения почвы методом режущего цилиндра по Качинскому для слоев почвы 0–10, 10–20, 20–30, 30–40 см в 2 срока: перед посевом и перед уборкой озимой пшеницы в трех повторениях;
– структурно-агрегатный состав почвы определяли по слоям почвы 0–10, 10–20, 20–30, 30–40 см методом Н.И. Саввинова 1 раз за сезон: перед уборкой озимой пшеницы в трех повторениях.

Результаты и их обсуждение

В условиях нашего опыта показатели плотности в слое почвы 0–40 см перед уборкой находились в среднем за годы исследований в рамках оптимальных значений для озимой пшеницы и изменялись в пределах от 1.00 до 1.28 г/см³ (табл. 1).

Таблица 1

Влияние предшественников на плотность почвы перед уборкой озимой пшеницы в зависимости от способов обработки и удобрений в среднем за 2010 и 2012 гг., г/см³

Удобрения		Глубина, см	Предшественник и способ обработки почвы									Фактор С $НСР_{05}$ = 0.05
навоз, т/га	минеральные, доза		многолетние травы			горох			чистый пар			
			В[1]	Б	М	В	Б	М	В	Б	М	
0	0	0–10	1.11	1.03	1.08	1.13	1.07	1.14	1.18	1.10	1.15	
		10–20	1.15	1.13	1.21	1.18	1.07	1.21	1.22	1.13	1.23	
		20–30	1.17	1.14	1.21	1.26	1.18	1.23	1.27	1.23	1.23	
		30–40	1.15	1.12	1.16	1.16	1.14	1.18	1.16	1.12	1.15	
		0–40	1.14	1.11	1.16	1.18	1.12	1.19	1.21	1.15	1.19	1.16
	1	0–10	1.16	1.17	1.12	1.22	1.16	1.17	1.24	1.21	1.16	
		10–20	1.18	1.18	1.18	1.21	1.17	1.15	1.23	1.18	1.17	
		20–30	1.18	1.24	1.19	1.21	1.25	1.27	1.21	1.26	1.28	
		30–40	1.18	1.18	1.20	1.20	1.21	1.22	1.21	1.22	1.22	
		0–40	1.18	1.19	1.17	1.21	1.20	1.20	1.22	1.22	1.21	1.20
	2	0–10	1.21	1.20	1.16	1.24	1.22	1.22	1.25	1.23	1.22	
		10–20	1.19	1.23	1.22	1.24	1.22	1.22	1.24	1.22	1.27	
		20–30	1.21	1.23	1.23	1.27	1.26	1.25	1.28	1.24	1.30	
		30–40	1.15	1.16	1.18	1.21	1.20	1.25	1.19	1.18	1.22	
		0–40	1.19	1.21	1.20	1.24	1.22	1.24	1.24	1.22	1.25	1.22
8	1	0–10	1.10	1.12	1.11	1.11	1.10	1.14	1.14	1.13	1.18	
		10–20	1.13	1.13	1.13	1.17	1.18	1.17	1.19	1.19	1.19	
		20–30	1.13	1.10	1.19	1.21	1.22	1.23	1.23	1.20	1.21	
		30–40	1.11	1.12	1.11	1.17	1.16	1.17	1.17	1.15	1.18	
		0–40	1.12	1.12	1.13	1.16	1.16	1.18	1.18	1.17	1.19	1.15
16	1	0–10	1.01	1.09	1.12	1.12	1.04	1.12	1.10	1.09	1.05	
		10–20	1.17	1.18	1.19	1.18	1.12	1.17	1.14	1.20	1.16	
		20–30	1.17	1.17	1.19	1.22	1.18	1.24	1.14	1.18	1.16	
		30–40	1.14	1.12	1.09	1.13	1.15	1.17	1.12	1.15	1.19	
		0–40	1.12	1.14	1.15	1.16	1.12	1.17	1.12	1.15	1.14	1.14
Главный эффект для слоя 0–40 см		Фактор В $НСР_{05}$=0.05	1.18	1.16	1.18							
		Фактор А $НСР_{05}$=0.03	1.15			1.18			1.19			

[1] Примечание: В – вспашка; Б – безотвальная; М – мелкая.

Рассмотрим результаты определения плотности по вариантам опыта. Для этого сравним влияние предшествующих культур на плотность почвы в зависимости от удобрений и способов обработки.

На контрольном варианте (без удобрений) по вспашке плотность почвы в среднем для слоя 0–40 см возрастала в последовательности: многолетние травы – горох – чистый пар. По другим способам обработки преимущество увеличения плотности по чистому пару и гороху было не столь выражено. В слоях почвы 0–10 и 10–20 см была выявлена лишь тенденция увеличения плотности по гороху и чистому пару.

При внесении одинарной дозы удобрений влияние предшествующих культур на плотность слоя почвы 0–40 см не проявлялось. Однако отмечена тенденция ее увеличения по чистому пару и гороху на вариантах вспашки и мелкой обработки. На фоне безотвальной обработки разницы в показателях плотности почвы по предшественникам не обнаружено. В слое почвы 0–10 см в среднем по испытуемым способам обработки отмечено снижение плотности по многолетним травам. В слое почвы 10–20 см разницы в плотности сложения не обнаружено.

Плотность сложения по чистому пару и гороху в слое 0–40 см на фоне двойных доз минеральных удобрений была выше, чем под многолетними травами на 0.05 г/см^3. Однако это явление проявлялось на фоне вспашки и минимальной обработки. На фоне безотвальной обработки плотность сложения по предшественникам не изменялась. В слое почвы 0–10 см также выявлено увеличение плотности по гороху и чистому пару. В слое 10–20 см разницы в показателях плотности по предшествующим культурам не обнаружено.

Следует отметить отдельно роль удобрений в регулировании плотности почвы по предшествующим культурам. Для этого использовали полученные результаты по удобренным вариантам, а данные по способам обработки почвы усредняли. Оказалось, что плотность почвы существенно возрастала на варианте внесения двойной дозы минеральных удобрений (рис. 1).

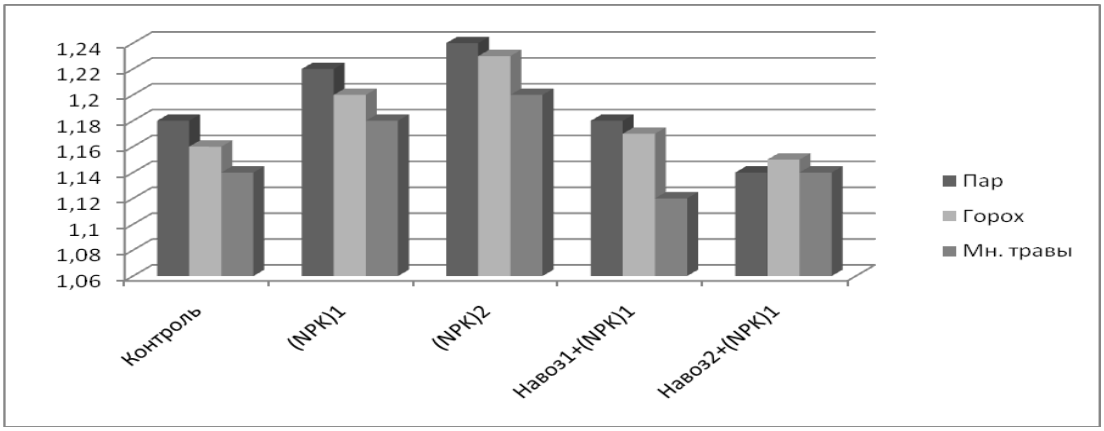


Рис. 1. Плотность сложения почвы слоя 0–40 см в зависимости от предшественников на фоне удобрений в среднем за 2010 и 2012 гг. (г/см^3)

На варианте внесения навоза в дозе 8 т/га севооборотной площади и одной дозы минеральных удобрений заметно увеличение плотности в слое 0–40 см по чистому пару и гороху. Под многолетними травами и горохом наблюдается снижение плотности сложения. Плотность сложения почвы на варианте внесения навоза в дозе 16 т/га севооборотной площади и одной дозы минеральных удобрений возрастала только по гороху.

В целом по опыту можно отметить увеличение плотности сложения почвы в посевах озимой пшеницы от таких предшественников как чистый пар и горох. Многолетние травы приводят к снижению плотности почвы на момент уборки пшеницы.

Проведённые нами исследования по структурному состоянию почвы показывают, что изучаемые предшественники влияют на содержание наиболее ценных агрегатов. По данным сухого просеивания мы рассчитали коэффициент структурности почвы, представляющий собой отношение суммы агрономически ценных агрегатов к сумме агрегатов остальных фракций.

Сравним состояние структуры почвы по предшественникам, как без удобрений, так и с ними. На контрольном варианте (без удобрений) структурное состояние было лучше по многолетним травам. Структура почвы по многолетним травам в большей степени изменяется под влиянием удобрений. Это особенно выражено при совместном внесении минеральных удобрений и навоза. Выявлено, что многолетние травы улучшают структуру почвы лучше, чем чистый пар и горох. Структурное состояние почвы под горохом занимает промежуточное положение между показателями по многолетним травам и чистому пару.

Внесение навоза в дозе, рассчитанной на расширенное воспроизводство плодородия почвы, способствовало созданию наилучшего структурного состояния почвы по всем предшественникам.

Коэффициент структурности чернозёма типичного в среднем по всем вариантам обработок почвы и удобрений за годы исследований был больше по многолетним травам и составлял 4.2 ед. По гороху и чистому пару он был равен соответственно 3.9 и 3.6 (табл. 2).

Способы обработки слабо влияли на структурное состояние почвы. Однако по многолетним травам на варианте без удобрений отмечено преимущество минимальной обработки почвы над вспашкой.

Как показали исследования, на структурное состояние почвы влияют не только предшествующие культуры, но также удобрения и способы обработки. При сравнении влияния удобрений и способов обработки на коэффициент структурности преимущество остается за удобрениями. Это побудило нас показать роль удобрений в регулировании структуры почвы по предшествующим культурам (рис. 2).

Таблица 2

Влияние предшественников на коэффициент структурности почвы в зависимости от способов обработки и удобрений, в среднем за 2010 и 2012 гг.

Удобрения		Глубина, см	Предшественник и способ обработки почвы								
навоз, т/га	минеральные, доза		мн. травы			горох			чистый пар		
			В	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
0	0	0–10	3.4	3.3	3.7	3.2	3.1	3.1	3.4	3.2	3.4
		10–20	3.3	3.4	3.8	3.3	3.2	3.1	3.4	3.3	3.6
		20–30	3.8	4.2	4.3	3.5	3.7	3.6	3.8	3.8	3.9
		30–40	3.9	4.5	4.6	4.0	4.2	4.4	3.9	3.9	3.9
		0–40	3.6	3.9	4.0	3.5	3.6	3.6	3.6	3.5	3.7
	1	0–10	3.3	3.4	3.4	3.1	3.3	3.4	3.4	3.3	3.3
		10–20	3.7	3.7	3.7	3.4	3.3	3.6	3.4	3.3	3.5
		20–30	3.8	4.1	4.2	4.0	3.7	3.9	3.5	3.5	3.6
		30–40	4.3	4.4	4.3	4.2	4.0	4.6	4.1	4.1	4.2
		0–40	3.8	3.9	3.9	3.7	3.6	3.9	3.6	3.5	3.7
	2	0–10	3.5	3.4	3.6	3.4	3.4	3.4	3.2	3.1	3.2
		10–20	3.8	3.6	3.8	3.3	3.7	3.6	3.6	3.3	3.1
		20–30	4.3	4.3	4.9	3.8	3.9	3.6	3.2	3.4	3.4
		30–40	4.4	4.9	4.8	4.5	4.6	4.4	4.0	3.6	4.0
		0–40	4.0	4.1	4.3	3.8	3.9	3.8	3.5	3.3	3.4
8	1	0–10	3.7	3.7	4.0	3.5	3.4	3.4	3.5	3.1	3.2
		10–20	4.1	4.1	4.1	3.6	4.0	3.9	3.3	3.4	3.5
		20–30	4.7	4.8	4.6	3.9	3.9	4.0	3.4	3.7	3.7
		30–40	5.3	5.2	5.5	4.5	4.4	4.3	3.4	3.6	3.8
		0–40	4.4	4.4	4.6	3.9	4.1	3.9	3.4	3.5	3.6
16	1	0–10	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.9	3.4	3.4	35
		10–20	4.3	4.5	4.3	3.8	3.7	3.8	3.9	3.8	3.8
		20–30	4.8	5.0	5.0	4.0	4.2	4.2	3.8	4.5	4.2
		30–40	5.6	5.6	5.8	4.6	5.1	5.2	4.5	4.7	5.0
		0–40	4.6	4.7	4.7	4.6	4.2	4.3	3.9	4.1	4.1
$НСР_{05}$ по факторам: A = 0.1; B = 0.3; C = 0.4											

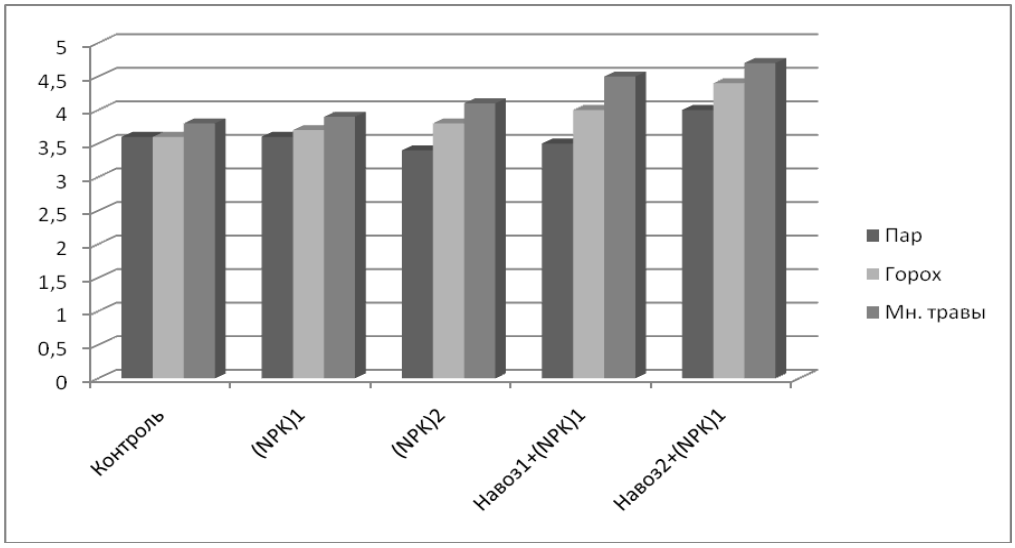


Рис. 2. Изменение коэффициента структурности почвы (ед.) в зависимости от предшественников на фоне удобрений, в среднем за 2010 и 2012 гг.

В целом наблюдается увеличение количества агрегатов агрономически ценного разме-

ра по многолетним травам по мере увеличения доз минеральных удобрений и совместном внесении их с навозом. Так при внесении 8 и 16 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями коэффициент структурности почвы по многолетним травам был больше на 0.5 единиц по сравнению с предшественником горохом и на 1.0 ед. по отношению к чистому пару.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований можно отметить увеличение плотности сложения почвы в посевах озимой пшеницы, размещенной по таким предшественникам как чистый пар и горох. Многолетние травы приводят к снижению плотности почвы. Внесение минеральных удобрений повышает плотность сложения почвы не зависимо от предшествующей культуры.

Наибольшее преимущество в создании наиболее ценной в агрономическом смысле структуры среди предшественников имеют многолетние травы. Совместное внесение минеральных удобрений и навоза улучшает структуру почвы. Коэффициент структурности повысился в этом случае по многолетним травам на 0.9 ед., по гороху на 0.8, а по чистому пару всего лишь на 0.4 ед. по отношению к контролю. Влияние способов обработки по предшественникам на плотность и структурный состав почвы выражено не столь заметно как удобрений.

Список литературы

1. Измаильский А.А. Избранные сочинения. – М., 1949. – 335 с.

2. Костычев П.А. Избранные труды. – М., 1949. – 239 с.

3. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств чернозёмов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.

4. Ковда В.А. Основы учения о почвах: В 2 т. – М.: Наука, 1973. – Т. 1-2.

5. Уваров Г.И., Бондаренко М.В., Соловиченко В.Д. Агроэкологические аспекты обработки почв ЦЧР: Учебное пособие. – Белгород: БелГСХА, 2007. – 100 с.

6. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.

7. Муха В.Д. Агропочвоведение. – М., 1994. – 527 с.

8. Буланова Ж.А. Трансформация важнейших агрогенетических характеристик чернозёма типичного под воздействием монокультуры озимой пшеницы в юго-западной лесостепи: Автореф. Дис. … канд. с.-х. наук. – Курск, 2009. – 19 с.

9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур в Белгородской области: учеб. пособие / А.В. Турьянский, В.П. Сушков, Ю.В. Кузнецов и др.; под ред. С.Н. Алейника. – Белгород, 2006. – 674 с.

INFLUENCE OF PREDECESSORS OF WINTER WHEAT ON THE DENSITY OF ADDITION AND AGGREGATE SOIL COMPOSITION

G.I. Uvarov[1], A.P. Karabutov[2], A.A. Najdenov[3]

[1] Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: uvarov@bsu.edu.ru

[2] Belgorod Agriculture Research Institute, 78, Oktyabrskaya St, Belgorod, 308000, Russia

[3] V. Gorin Belgorod State Agricultural Academy, 1, Vavilov St, Maisky Settl. Belgorod Dist., Belgorod Reg., 1308503, Russia

The results of studies of density and modular composition of soils in crops of winter wheat based on previous cultures have been considered. The addition of soil density was found when wheat was sown in the lea and peas. Perennial herbs reduced soil density and improved structural composition. The density of addition and structural composition of soil by predecessors change depending on fertilizers used and partly on tillage methods.

Key words: density, aggregate soil composition, predecessors, winter wheat.

ХИМИЯ

УДК: 541.183

ПОЛУЧЕНИЕ, АКТИВАЦИЯ И МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ СКОРЛУПЫ ГРЕЦКОГО ОРЕХА [1]

Н.Г. Габрук,
И.И. Олейникова,
Т.А. Шутеева,
Д.Е. Смальченко

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

E-mail: gabruk@bsu.edu.ru; oleynikova@bsu.edu.ru

В статье приводятся результаты работы по получению активных углей (АУ) из скорлупы грецкого ореха (СГО), его модификации соляной кислотой и окислению концентрированной азотной кислотой. Установлено, что в ходе карбонизации и модификации происходит изменение структуры поверхности образцов, при этом образуются частицы различной морфологии. Сорбционные характеристики полученных образцов расширяют возможности использования данного продукта в качестве эффективного сорбента.

Ключевые слова: грецкий орех, активные угли, карбонизация скорлупы, модификация, активация, сорбционные характеристики.

Введение

В настоящее время углеродные сорбенты, полученные на основе вторичного растительного сырья, находят широкое применение в различных отраслях промышленности, где они используются как катализаторы и как поглотители. Эти материалы могут найти применение и в медицине в создании гемосорбционных систем, осуществляющих специфическую очистку крови и других физиологических жидкостей от различных токсикантов, а также в создании сорбированных препаратов – пробиотиков [1].

В связи с этим представляется возможным направленно влиять на процессы модифицирования и окисления активных углей, полученных карбонизацией СГО. При получении активных углей их свойства можно регулировать, так как на выход и рабочие параметры углеродного материала влияют природа сырья, метод активирования, условия и продолжительность процесса. Процесс производства активных углей состоит из двух стадий: пиролиза (карбонизации) и активации. Пиролиз с последующей активацией водяным паром дает продукт с низкой зольностью и микропористой структурой; химическим активированием получают уголь с микро- и мезопорами. [2].

Целью данной работы является получение активных углей из вторичного растительного сырья и оптимизация способов получения модифицированных и окисленных углей.

Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования была выбрана скорлупа грецкого ореха (СГО).

Выбор скорлупы грецкого ореха обусловлен тем, что получаемые активные угли отличаются высокой механической прочностью, отсутствием вредных примесей, что делает их идеальными для использования в медицинских и пищевых целях.

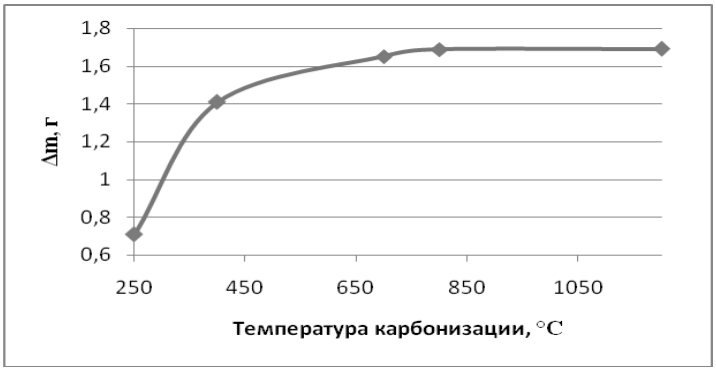
В своей работе мы исходили из того, что, обработка углеродных материалов кислородом воздуха при повышенной температуре приводит к окислению поверхности с образованием различных функциональных групп. Обработка скорлупы концентрированной кислотой позволяет очистить поры от выстилающего слоя, растворимых веществ (углеводов, золы и др.) и увеличить проницаемость. При этом идет насыщение очищаемых пор соляной кислотой и ча-

[1] НИР проведена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (ГК П996 «Использование инструментальных методов анализа в оценке структурных особенностей и физико-химических свойств наноразмерных энтеросорбентов»).

стичная карбонизация контактного периферийного поверхностного слоя скорлупы, кроме того модификация поверхности сильными кислотами образует дополнительные сайты, значительная часть которых имеет кислотный характер [3].

Скорлупу грецкого ореха подвергали механическому измельчению. Карбонизацию проводили в муфельной печи при доступе воздуха в интервале температур 250–-1200°С в течение 2 ч в корундовых тиглях.

Модификацию полученных активных углей (АУ) проводили 0.1 М раствором HCl. Окисленные угли (ОУ) получали действием концентрированной HNO_3.



На рисунке 1 представлена динамика потери массы вторичного растительного сырья при карбонизации. Максимальную потерю массы наблюдали в интервале 250–-800°С. Стабилизация процесса карбонизации при температуре свыше 800°С позволила выбрать оптимальный температурный режим обжига.

Рис. 1. Влияние температуры карбонизации на изменение массы СГО

Сорбционные свойства активных углей в значительной степени определяются характером пористой структуры и химическим состоянием поверхности, на которые существенное влияние оказывают исходные материалы, используемые для их получения [4]. Была проведена оценка удельной поверхности по сорбции метиленового голубого (МГ). В таблице приведены физико-химические характеристики полученного углеродного материала в зависимости от способа его модификации и окисления.

Таблица

Физико-химические показатели углеродного материала

Углеродный материал	Характеристика		
	pH-водной вытяжки (30 мин)	по МГ	
		$S_{уд}$, м²/г	Г*10², моль/г
Немодифицированные АУ	10.02	1336.96	2.43±0.18
АУ (HCl)	4.51	1298.45	2.36±0.05
ОУ (HNO_3)	2.21	1375.47	2.5±0.07

Снимки, полученные с помощью растрового электронного микроскопа HITACHISU1510, наглядно воспроизводят плотную и поверхностную структуру немодифицированного образца полученного нами углеродного сорбента (рис. 2а) и модифицированного (рис. 2б).

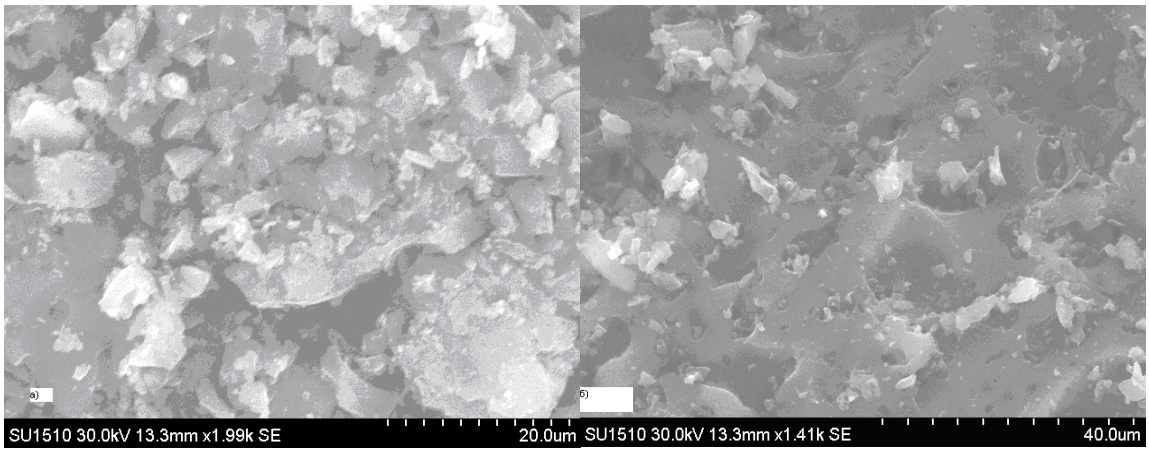
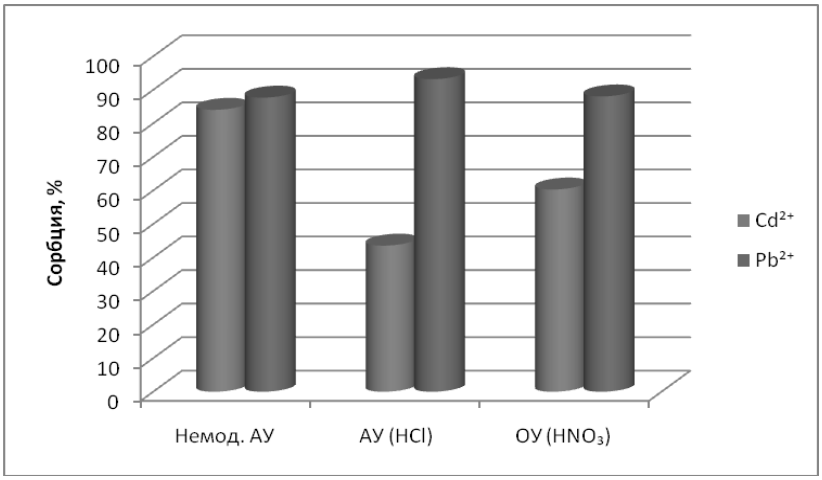


Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки: а) немодифицированный образец; б) модифицированный образец углеродного сорбента (масштаб 1990:1) сорбента (масштаб 1410:1)

В работе изучена эффективность сорбции ионов кадмия и свинца углеродными сорбентами, полученными из СГО. Сорбцию проводили из модельных растворов с концентрацией ионов Cd^{2+} – 1,65 мг/л, Pb^{2+} – 1.21 мг/л. Концентрацию ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} в растворе после сорбции определяли методом инверсионной вольтамперометрии с помощью анализатора АКВ-07 МК с ртутным тонкопленочным углеситаловым электродом АКУ-1. Результаты представлены на рис. 3.



Снижение сорбции по кадмию по сравнению с немодифицированным АУ можно объяснить появлением на поверхности таких активных центров, которые оказывают существенное влияние на механизм сорбции. Это свойство АУ и ОУ может быть использовано для селективного разделения тяжелых металлов.

Рис. 3. Диаграмма сорбции ионов кадмия и свинца на полученных образцах

Заключение

Таким образом, в ходе карбонизации и модификации происходит изменение структуры поверхности образцов, при этом образуются частицы различной морфологии, характерные для растительной клетчатки. Вероятно, на поверхности образца после высокотемпературной карбонизации возрастает число пор и активных сайтов. Сорбционные характеристики полученных образцов различаются по отношению к свинцу и кадмию ввиду особенностей механизмов сорбции. Полученные результаты дают основание предполагать, что данный продукт может быть использован в качестве эффективного сорбента.

Список литературы

1. Углеродные наноструктурированные материалы на основе растительного сырья / Под ред. проф. З.А. Мансурова. – Алматы: Казак университеті, 2010. – 301 с.

2. Поборончук Т.Н., Петров В.С., Сорокина Г.И. Оптимизация процесса получения активных углей из скорлупы кедрового ореха // Химия растительного сырья. – 2000 г. – № 4. – С. 55–63.

3. Габрук Н.Г., Шутеева Т.А. Получение углеродного сорбента на основе вторичного сырья // Материалы IV Международной конференции «Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья», г. Белгород, 24–28 сентября 2012 года. – Белгород, 2012. – С. 57–62.

4. Окисленные активные угли и углерод-минеральные материалы на основе порошковой целлюлозы / А.Б. Шишмаков, С.В. Еранкин, Ю.В. Микушина и др. // Химия растительного сырья. – 2010. – №2. – С. 27–30.

OBTAINING, ACTIVATION AND MODIFICATION OF THE CARBON MATERIAL FROM THE SHELL OF WALNUT

N.G. Gabruk, I.I.Oleynikova, T.A.Shuteeva, D.E. Smalchenko

Belgorod State NationaL Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: gabruk@bsu.edu.ru; oleynikova@bsu.edu.ru

The article presents the results of work on obtaining active coals (AC) from the walnut shell (WS) , its modification by hydrochloric acid and oxidation with concentrated nitric acid HNO_3. It is established that during carbonization and modification changes in the structure of the sample surface occur, wherein particles of various morphology are formed. The sorption characteristics of the obtained samples increase the usibility of the product as an effective sorbent.

Key words: walnut, active coals, shell carbonization, modification, activation, sorption characteristics.

УДК: 544.47–185

ГЛИНО-ПОЛИМЕРНЫЕ СМЕСИ КАК ИСТОЧНИКИ ЖЕЛЕЗА В ГЕТЕРОГЕННЫХ ФЕНТОНОПОДОБНЫХ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ [1]

Л.В. Фурда, К.С. Ерохин, О.Е. Лебедева

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

E-mail: OLebedeva@bsu.edu.ru

Предложено использовать глино-полимерные смеси в качестве гетерогенного источника железа в процессах окисления органических веществ. Эффективность предлагаемых материалов оценивали по окислению индигокармина пероксидом водорода в водном растворе. Показано, что глино-полимерные смеси уступают по скорости процесса окисления исходной глине, однако превосходят ее по устойчивости к образованию взвесей. Скорость окисления индигокармина может быть повышена путем пропитки глино-полимерной смеси раствором нитрата железа.

Ключевые слова: фентоноподобный процесс, глино-полимерные смеси, индигокармин.

Введение

В настоящее время остро стоит проблема очистки сточных вод от токсичных органических веществ, устойчивых к биодеградации. Эффективным в этом отношении считается использование окислительных систем, представляющих собой пероксид водорода в сочетании с ионами Fe^{2+} либо Fe^{3+} (системы Фентона и Раффа соответственно). Взаимодействие пероксида водорода с ионами железа происходит с образованием гидроксильных и пергидроксильных радикалов, которые являются сильными окислителями. Однако гомогенные системы имеют ряд недостатков, например, их активность проявляется в ограниченном диапазоне *pH* от 2 до 4.5. Основной проблемой гомогенных окислительных систем является отделение ионов железа от реакционной среды. Данные ионы склонны к комплексообразованию, что приводит к формированию промежуточных продуктов, и, как следствие, происходит вторичное загрязнение сточных вод [1, 2]. В связи с этим привлекают внимание гетерогенные системы, где формирование гидроксильных радикалов происходит на поверхности твердой фазы, а процессы окислительной деструкции органических соединений протекают в растворе, причем ионы железа в раствор не переходят.

В литературе имеются данные по использованию твердофазных источников железа, эффективных в процессе Фентона, с применением различных способов иммобилизации активных компонентов на поверхности носителя. Так, в работах [3–6] изучали минерализацию фенола как модельного субстрата в присутствии железосодержащих образцов на основе активированного угля, цеолитов, мезопористых материалов (SBA-150). Особый интерес в качестве носителя активного железосодержащего компонента представляют природные алюмосиликаты (глины) – доступные и недорогие материалы, как правило, содержащие соединения железа в своем составе. В литературе описаны твердофазные окислительные системы на основе столбчатых глин [7, 8].

Целью настоящей работы являлось получение на основе природных алюмосиликатов механически прочных железосодержащих материалов, способных генерировать свободные радикалы из пероксида водорода в реакциях окисления органических субстратов и пригодных для регенерации и повторного использования.

Экспериментальная часть

Для приготовления железосодержащих материалов был выбран образец глины месторождения п. Маслова пристань Белгородской области. Глину предварительно отмывали от избытка кварцевого песка (далее – исходный образец глины). Содержание железа в исходном образце в пересчете на Fe_2O_3 составляло 3.35 масс. %.

Наряду с исходной немодифицированной глиной исследовали также глину, пропитанную нитратом железа (III). Для пропитки в стакан на 250 мл помещали навеску исследуемого образца, добавляли 100 мл 1.5 М раствора $Fe(NO_3)_3$, перемешивали на магнитной мешалке в

[1] Работа выполнена в рамках НИР по государственному заданию № 3.853.2011.

течение 8 часов. Затем осадок отфильтровывали и высушивали при температуре 100 °С (образец 1п).

В большинстве экспериментов глину смешивали с каталитически неактивным полиэтиленом. Полиэтилен марки 15803-020 (ГОСТ 10354-82) предварительно измельчали и переводили в растворенное состояние при нагревании, в качестве растворителя использовали мксилол. Массовое соотношение полиэтилен : растворитель составляло 1:4, смесь перед нагреванием выдерживалась в течение 1.5–2 часов до набухания полимера. В горячий раствор вносили навеску растертой в порошок глины, тщательно перемешивали и оставляли до полного испарения растворителя. Массовое отношение полиэтилен : глина составляло 1:1.

Образец 1/1 готовили путем пропитки исходного образца глины раствором нитрата железа (III) по описанной выше методике с последующим смешением с полиэтиленом. При приготовлении образца 1/2, наоборот, исходный образец глины первоначально смешивали с полиэтиленом. Полученную твердую пленку пропитывали 1.5 М раствором нитрата железа (III), отфильтровывали и сушили при комнатной температуре.

Образцы глин и глино-полимерные смеси применяли в качестве компонентов окислительных систем для деструкции индигокармина, окисление которого в гомогенной системе, а также в присутствии синтетических железосиликатов было изучено нами ранее [9,10]. К 0.1 г навески железосодержащего образца в химический стакан добавляли 50 мл раствора индигокармина с концентрацией 71.9 мкмоль/л и 2 мл 0.8 М раствора пероксида водорода. Смесь перемешивали и выдерживали при комнатной температуре (22–25°С). За изменением концентрации индигокармина в растворах следили спектрофотометрическим методом по изменению оптической плотности растворов.

Параллельно проводили изучение адсорбции индигокармина на поверхности этих же образцов по аналогичной методике, но пероксид водорода в смесь не добавляли.

Результаты и их обсуждение

Кинетические кривые окисления индигокармина пероксидом водорода в присутствии исходного и пропитанного нитратом железа (III) образцов глины представлены на рисунке 1. Можно видеть, что простое увеличение содержания железа в образце не является гарантией повышения эффективности окислительной системы: в нашем случае введение дополнительных ионов железа вызвало существенное снижение скорости деструкции индигокармина и многократное увеличение времени достижения полной деструкции. Подобный эффект уже наблюдался ранее для синтетических железосиликатов: повышение содержания железа в образце благоприятствовало росту эффективности окисления лишь до некоторого предела [10]. Это свидетельствует о значимости не просто присутствия ионов железа, но и их доступности для реагентов-участников процесса.

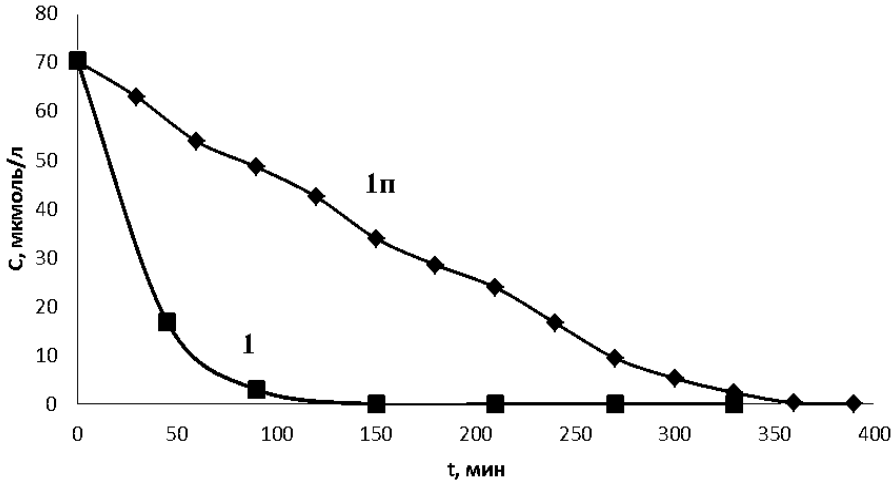


Рис. 1. Кинетические кривые окисления индигокармина пероксидом водорода в присутствии исходного образца глины – исходного (1) и пропитанного раствором $Fe(NO_3)_3$ (1п)

Из данных рисунка 1 можно заключить, что эффективность и скорость окисления индигокармина в присутствии исходной глины достаточно высока. Однако порошок глины создает в растворе мелкодисперсную трудно отделяемую взвесь, более крупные фракции при выдерживании растворов в течение некоторого времени приводят к тому же результату. В связи с этим была предпринята попытка смешения глины с полимером, выполняющим роль связующего. Это дало возможность получения механически более прочных материалов с достаточно продолжительным сроком службы. Одновременно это решило проблему отделения источников железа от реакционной среды.

Эксперименты по адсорбции индигокармина на поверхности исследуемых глинополимерных образцов показали, что вклад сорбционных процессов в снижение концентрации индигокармина в растворе невелик и составляет 1–7% от исходной концентрации (в зависимости от образца).

Результаты изучения окислительной деструкции индигокармина в присутствии глинополимерных образцов представлены на рисунке 2. Более высокая скорость окислительной деструкции зафиксирована для образца 1/2. Фактически полное обесцвечивание раствора наблюдалось уже через 20 часов с момента начала опыта, что, вероятно, связано с большей доступностью ионов Fe^{3+} на поверхности образца. При этом, по-видимому, часть ионов железа может быть локализована на глине, а часть – на полиэтилене, но принципиальной роли место их локализации не играет.

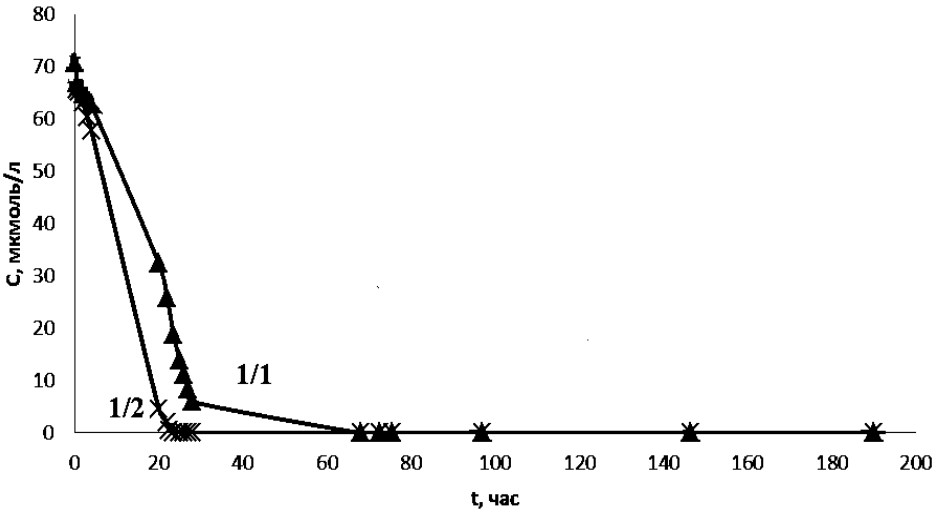


Рис. 2. Кинетические кривые окисления индигокармина пероксидом водорода в присутствии глинополимерных образцов

Заключение

Таким образом, получены железосодержащие материалы в виде твердых пленок на основе природных алюмосиликатов и полиэтилена в качестве связующего. Показано, что в системе, содержащей водный раствор пероксида водорода и железосодержащий материал, возможно протекание окислительной деструкции индигокармина при комнатной температуре и атмосферном давлении.

Список литературы

1. Santos A., Yustos P., Quintanilla A., García-Ochoa F., Casas J.A., Rodríguez J.J. Evolution of toxicity upon wet catalytic oxidation of phenol // Environ. Sci. and Technol. – 2004. – Vol. 38. – № 4. – P. 133–138.

2. Arena F., Italiano C., Raneri A., Saja C. Mechanistic and kinetic insights into the wet air oxidation of phenol with oxygen (CWAO) by homogeneous and heterogeneous transition-metal catalysts // Appl. Catal. B: Environ. – 2010. – Vol. 99. – № 1–2. – P. 321–328.

3. Zheng Z., Lei L., Xu S., Cen P. Heterogeneous UV/Fenton catalytic degradation of wastewater containing phenol with Fe-Cu-Mn-Y catalyst // J. Zhejiang Univ. Sci. – 2004. – Vol. 5. – № 2. – P. 206–211.

4. Kiss E., Vulic T., Reitzmannb A., Lazarc K. Photo-Fenton catalysis for wet peroxide oxidation of phenol on Fe-ZSM-5 catalyst // Rev. Roum. de Chim. – 2006. – Vol. 51. – № 9. – P. 931–936.

5. Santos A., Yustos P., Cordero T., Gomis S., Rodrı´guez S., Garcı´a-Ochoa F. Catalytic wet oxidation of phenol on active carbon: stability, phenol conversion and mineralization // Catal. Today. – 2005. – Vol. 102 – 103. – P. 213–218.

6. Calleja G., Melero J.A., Martinez F., Molina R. Activity and resistance of iron-containing amorphous, zeolitic and mesostructured materials for wet peroxide oxidation of phenol // Water res. – 2005. – Vol. 39. – № 9. – P. 1741–1750.

7. Kiss E.E., Ranogajec J.G., Marinkovic-Neducin R.P., Vulic T. Catalytic wet peroxide oxidation of phenol over AlFe-pillared montmorillonite // React. Kinet. Catal. Lett. – 2003. – Vol. 80. – № 2. – P. 255–260.

8. Kiss E.E., Lazic M.M., Boskovic G.C. AlFe-pillared clay catalyst for phenol oxidation in aqueous solution // React. Kinet. Catal. Lett. – 2004. – Vol. 85. – № 2. – P. 221–227.

9. Ерохин К.С., Жибурт В.С., Глухарева Н.А., Лебедева О.Е. Окислительная деструкция индигокармина // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2011. – № 9 (104). Вып. 15. – С. 57–61.

10. Кишибаев К.К., Ерохин К.С., Лебедева О.Е., Пономаренко О.И., Кишибаева М.К. Гетерогенное каталитическое окисление стойких органических загрязнителей воды // Вестник КазНУ. Сер. Экологическая. – 2012. – № 2 (34). – С. 38–42.

CLAY-POLYMER MIXTURES AS IRON SOURCES IN HETEROGENEOUS FENTON-LIKE OXIDATIVE PROCESSES

L.V. Furda, K.S. Erokhin, O.E. Lebedeva

Belgorod State NationaL Research University, 85, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: OLebedeva@bsu.edu.ru

Application of clay-mineral mixtures as heterogeneous iron source in the processes of oxidation of organic substances is proposed. Efficiency of the proposed materials was estimated using Indigo carmine oxidation by hydrogen peroxide in aqueous solution. Clay-mineral mixtures were demonstrated to be less effective in oxidation rate than original clay; however they exceed clay in the stability to suspension formation. The rate of Indigo carmine oxidation can be increased by impregnation of clay-mineral mixture with iron nitrate.

Key words: Fenton-like process, clay-polymer materials, Indigo carmine.

УДК: 543.54, 544.72

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ФОРМ МОНТМОРИЛЛОНИТ-ИЛЛИТОВЫХ ГЛИН В СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ ВОДНЫХ СРЕД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

С.В. Королькова,
А.И. Везенцев

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

E-mail: korolkova@bsu.edu.ru

Исследована сорбционная способность щелочных и щелочноземельных форм монтмориллонит-иллитовых глин по отношению к ионам Cu^{2+}, Fe^{3+} и Cr^{3+}. Представлена комплексная оценка химического и минералогического состава и коллоидно-химических, в том числе сорбционных, характеристик исследованных образцов, а также возможность применения исследованных материалов в очистке водных сред.

Ключевые слова: монтмориллонитовые глины, модифицирование, сорбенты, очистка воды, тяжелые металлы.

Введение

Рост производства и развитие промышленности в России, переход на новые инновационные технологии требует применения новых не менее совершенных способов очистки природных и сточных вод. Среди методов, успешно применяемых для решения этой проблемы и являющихся одними из наиболее эффективных, можно назвать сорбцию, позволяющую снизить содержание в воде токсичных примесей практически до любой концентрации [1]. В качестве сорбционных материалов используют высокоэффективные, но дорогостоящие активированные угли типа СКД-515, ДАК, АД-05-2, Сибунит и др. Несмотря на достоинства данных материалов, их применение наиболее эффективно для очистки больших расходов воды в адсорберах с большой площадью и высотой слоя фильтрации при относительно невысоких требованиях к очищенной воде [2–4].

Существенный интерес для развития сорбционных методов, представляет применение природных алюмосиликатов, так как они являются наиболее распространенными и дешевыми. Однако в естественном состоянии природные сорбенты не обладают достаточной сорбционной емкостью, что приводит к их повышенному расходу, ввиду чего существует большая потребность в получении модифицированных материалов повышенной сорбционной емкости с использованием природного сырья.

Ранее проведенными исследованиями в НИУ «БелГУ» показано, что белгородские природные глины проявляют себя как эффективные материалы при использовании их в процессе водоочистки от ионов тяжелых металлов [5 – 7]. В настоящее время продолжает проводиться научно-исследовательская работа по разработке способа получения новых высокоэффективных сорбентов, удовлетворяющие высоким требованиям, предъявляемым к разрабатываемым материалам и технологиям водоочистки.

В данной работе рассмотрены химический и минералогический состав и коллоидно-химические свойства щелочных и щелочно-земельных форм монтмориллонит-иллитовых глин, полученные авторами данной статьи методами модифицирования нативных глин с целью применения данных форм в сорбционной очистке водных сред от ионов тяжелых металлов.

Объекты и методы исследования

Для сорбционной очистки воды от ионов тяжелых металлов использовали щелочные и щелочноземельные формы монтмориллонит содержащих глин, полученные путем обработки исходного материала растворами хлоридов соответствующих металлов.

В качестве матрицы при модифицировании использовали обогащенную монтмориллонитом глину месторождения Поляна. Обработку глины проводили в водной среде, соотношение фаз твердая : жидкая составляло 1 : 10. С целью получения сопоставимых результатов соотношение глина : модифицирующий агент (ионы металла Me^{z+}) составляло 10 : 1. Ввиду того, что процесс модифицирования проходил в растворах солей, высушенную обогащенную глину предварительно измельчать до порошкообразного состояния не требовалось, т.к. в данном случае диспергация материала происходила самопроизвольно. Продукты солевой обработки от-

мывали дистиллированной водой до отрицательной реакции на хлорид-ион по нитрату серебра, высушивали до постоянной массы и использовали для дальнейших исследований.

Химический состав образов определяли микрорентгеноспектральным методом с помощью анализатора EDAX совмещенного с растровым электронным микроскопом Quanta 200 3D. Минералогический состав исследуемых порошкообразных образцов определяли рентгенофазовым методом на рентгеновском дифрактометре Rigaku Ultima IV XRD-320 и электронно-микроскопическим (электронные микроскопы Quanta 200 3D и JEM 2100). Методом низкотемпературной адсорбции азота (TriStar II 3020) определена удельная поверхность твердых тел, в качестве адсорбата использован азот при температуре его кипения[1].

Изучение поглотительной способности модифицированных материалов по отношению к ионам Cu^{2+}, Fe^{3+} и Cr^{3+} проводили путем построения сорбционных кривых при постоянной температуре методом переменных концентраций в статических условиях. Для этого готовили серию модельных растворов хлорида железа (III), сульфата меди (II) и хлорида хрома (III). С целью предотвращения гидролиза указанных солей, модельные растворы подкисляли раствором серной кислоты. Навески образца массой 0,1 г заливали 100 мл модельных растворов. Температуру процесса поддерживали постоянной – 25 °С, продолжительность экспозиции составляла 4 часа при постоянном перемешивании. По окончании процесса суспензии фильтровали. Остаточную концентрацию катионов в растворе определяли фотометрически при длине волны для ионов Cu^{2+} - 430 нм, Fe^{3+} - 425 нм и Cr^{3+} - 540 нм с использованием прибора Spekord-50.

Результаты и их обсуждение

Химический состав обогащенной и модифицированных глин представлен в таблице 1.

Выявлено, что в процессе солевой обработки обогащенной глины растворами хлоридов щелочных металлов наблюдается уменьшение содержания SiO_2 в модифицированных образцах в среднем на 2–4 масс. %. Это объясняется тем, что солевая обработка глины частично растворяет аморфный диоксид кремния с последующим переводом в жидкую фазу.

В процессе обработки глинистого материала растворами хлоридов магния и кальция наблюдается уменьшение содержания таких оксидов, как K_2O и Fe_2O_3, а содержание SiO_2 и Al_2O_3 практически не изменяется. Это связано с меньшей реакционной способностью ионов щелочноземельных металлов. Одновременно с этим возможно имеет место поверхностная сорбция катионов Mg^{2+}, либо, соответственно, катионов Ca^{2+} отрицательно заряженными структурными элементами монтмориллонита.

Таблица 1

Химический состав нелетучей части обогащенной и модифицированных глин, масс%

Наименование	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	Li_2O
Обогащенная форма	49.70-50.85	21.35-21.85	7.55-8.06	0.87-1.24	2.66-3.16	14.73-15.22	3.14-3.64	-	-
Li - форма	45.65-46.30	22.33-22.81	6.92-7.55	0.71-0.92	2.65-2.80	14.37-15.22	3.22-3.41	-	1.56-1.94
Na - форма	44.72-46.80	21.34-21.86	7.06-7.57	0.72-1.21	2.76-3.35	14.95-15.47	3.46-3.96	3.98-4.38	-
K - форма	46.53-47.18	22.23-22.66	6.37-6.87	1.35-1.82	2.49-2.98	14.74-15.28	6.28-6.78	-	-
Mg - форма	48.40-49.65	20.30-20.74	5.40-5.91	0.91-1.14	5.95-6.46	16.21-16.72	2.15-2.66	-	-
Ca - форма	47.53-48.60	20.45-20.92	4.39-4.85	0.88-1.32	1.41-1.91	21.56-22.13	1.60-2.07	-	-

Таким образом, в продуктах солевой обработки, наблюдается увеличение содержания оксида кальция в 1.5 раза (с 14.73 до 21.56 масс. %), оксидов магния и калия – в 2 раза: с 2.66 до 5.95 и с 3.14 до 6.28 масс. %, соответственно для *Ca*-, *Mg*- и *K*-форм глины. Как было показано в химическом составе обогащенной глины присутствие Na_2O и Li_2O не зафиксировано. Вследствие проведенной солевой активации содержание оксида натрия в полученной *Na*-форме составило 3.98–4.38 масс.%, а оксида лития в *Li*-форме глины – 1.56–1.94 масс. %.

Анализ рентгеновских порошковых дифрактограмм показал, что как в обогащенной, так и модифицированных образцах глины можно выделить следующие фазы: монтмориллонит, иллит, мусковит, кальцит, гейландит и кварц.

[1] Определение вещественного состава и текстурных характеристик обогащенных и модифицированных глин проведено в ЦКП НИУ «БелГУ» «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».

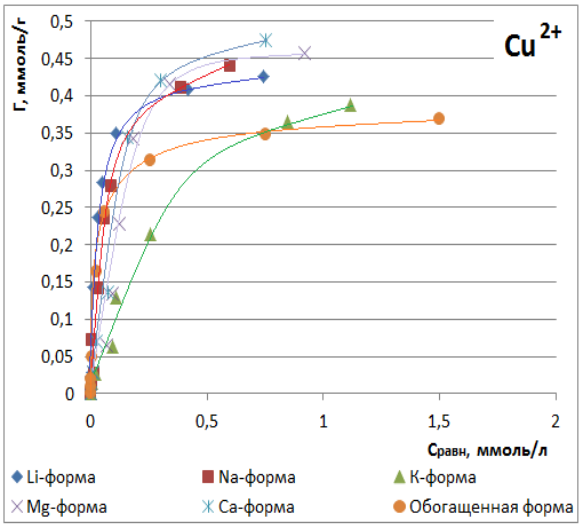
В случае *Li*-, *Na*- и *K*-форм наблюдается снижение величины отражений, характерных для кварца. Данный факт подтверждает, что в процессе обработки глинистого материала растворами соли щелочных металлов происходит частичное растворение не только аморфного SiO_2, но и кварца и удаление их из системы при последующей отмывке продукта. Показано что, в процессе солевого модифицирования монтмориллонит содержащей глины происходят ионообменные реакции между межпакентными катионами монтмориллонита и катионами, присутствующими в водном растворе соли. При этом непосредственных изменений структуры минерала не выявлено.

Важным моментом в понимании и регулировании сорбционных процессов, протекающих с участием твердофазных продуктов модифицирования, является изучение характеристик их поверхности.

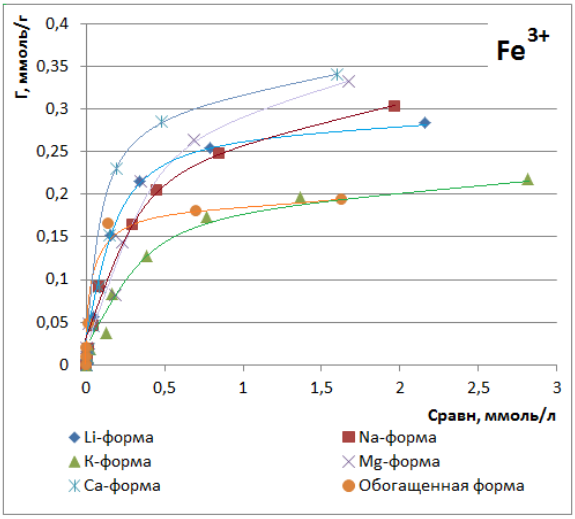
При сравнительном анализе величин удельной поверхности и пористости щелочных, щелочно-земельных форм глины установлено, что в ходе солевой обработки обогащенной глины текстурные характеристики материалов остаются практически неизменными и находятся в диапазоне 39-48 м²/г (*S*±5%) с общим объемом по 0.051-0.060 см³/г (*V*±5%). Таким образом, на основании экспериментальных исследований установлено сохранение геометрических параметров глинистых материалов при их химическом модифицировании указанными способами.

С целью установления влияния процесса солевой активации на поглотительные характеристики глинистых материалов, проведена экспериментальная работа по определению сорбционных свойств модифицированных форм глины по отношению к ионам Cu^{2+}, Fe^{3+} и Cr^{3+}.

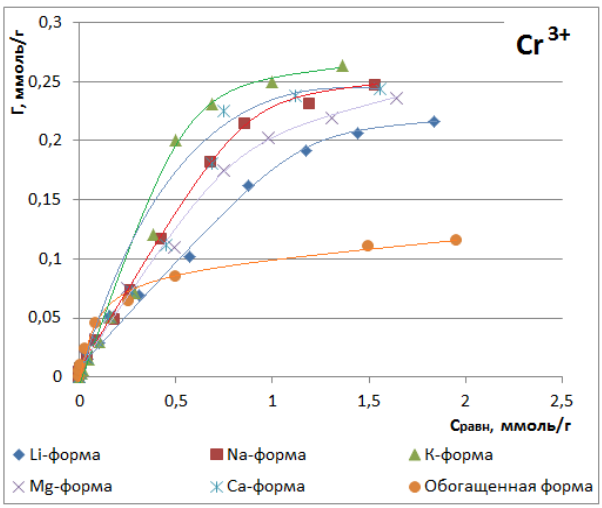
Изучение поглотительной способности модифицированных материалов по отношению к ионам заданных тяжелых металлов проводили путем построения сорбционных кривых при постоянной температуре методом переменных концентраций. Результаты представлены на рисунке.



а)



б)



в)

Рис. Изотермы сорбции: а) ионов меди (II); б) ионов железа (III); б) ионов хрома (III) на глинистых образцах, подвергнутых солевой обработке

Анализ рисунка позволил установить различную поглотительную способность экспериментальных сорбентов. Так выявлено, что способность сорбировать ионы меди (II) для всех исследованных образцов выше, по сравнению с ионами трехвалентных металлов – железа и хрома. Это объясняется тем, что у обогащенной глины месторождения Поляна изначально проявлялось повышенное сродство к ионам Cu^{2+}.

Также стоит отметить, что поглотительная способность литиевой, натриевой, магниевой и кальциевой форм примерно одинаковы, о чем свидетельствует практически полное совпадение сорбционных кривых. При этом калиевая форма значительно уступает указанным образцам по своей способности сорбировать ионы железа и меди, а по отношению к ионам Cr^{3+} незначительно превосходит их. Данный факт согласно Васильеву Н.Г., Овчаренко Ф.Д. [8, 9] объясняется тем, что обменные катионы K^+ прочно связаны с поверхностью глинистых минералов.

Результаты математических расчётов по определению полной сорбционной емкости модифицированных материалов представлены в таблице 2.

При сравнительной оценке величины полной сорбционной емкости для активированных образцов показано, что по своей способности сорбировать ионы меди (II) и железа (III) Li- и K-формы глины уступают другим исследованным образцам. Это можно объяснить сравнительно низкой способностью ионов лития и калия диссоциировать с поверхности глинистых материалов в водных растворах. В тоже время данные образцы по своей поглотительной способности превосходят обогащенную глину в среднем на 20 %.

Таблица 2

Полная сорбционная емкость модифицированных монтмориллонит-иллитовых глин

Образец	ПСЕ, мг/г		
	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Cr^{3+}
Обогащенная форма	23.60	10.90	9.90
Li-форма	28.60	15.70	12.00
Na-форма	32.50	18.50	14.20
K-форма	27.00	12.32	14.60
Mg-форма	33.00	19.60	12.50
Ca-форма	33.80	19.60	12.50

Наибольшей поглотительной способностью среди щелочных форм обладает натриевая глина, поскольку ионы натрия способны достаточно легко переходить из структуры и поверхности монтмориллонита в контактирующий раствор. При этом возрастает доля вакантных позиций, которые вследствие сорбционных процессов занимают ионы тяжелых металлов (Cu^{2+}, Fe^{3+} и Cr^{3+}). Путем обработки обогащённого Полянского образца раствором хлорида натрия удалось увеличить сорбционную способность данного материала по отношению к ионам меди (II) и хрома (III) в 1.4 раза, а по отношению к ионам железа (III) – в 1.7 раза. Сорбционная активность щелочноземельных форм практически одинакова и превосходит обогащенную глину в 1.3–1.8 раза.

Таким образом, наиболее эффективными сорбентами ионов Cu^{2+}, Fe^{3+} и Cr^{3+} оказались натриевая, магниевая и кальциевая глины. Улучшение поглотительных характеристик материалов повышает эффективность их использования в водоочистке, что ведет к снижению производственных затрат.

Заключение

На основе проведенных экспериментальных исследований, установлено, что наибольшей поглотительной способностью среди щелочных глин обладает натриевая форма, поскольку ионы натрия способны достаточно легко переходить из структуры и поверхности монтмориллонита в контактирующий раствор. Сорбционная способность данного материала в сравнении с обогащенной формой по отношению к ионам меди (II) и хрома (III) выше в 1,4 раза, а по отношению к ионам железа (III) – в 1,7 раз. Сорбционная активность щелочноземельных форм практически одинакова и превосходит обогащенную глину в 1,3–1,8 раза.

Список литературы

1. Sobgaida N. A. Fiber and carbon materials for removing oil products from effluent // Chemical and Petroleum Engineering. – 2008. – Vol. 44. – P. 41–44.

2. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Ленинград: Химия, 1982. – 168 с.

3. Сырых Ю. С. Сорбционная доочистка производственных стоков от ионов тяжелых металлов / Автореферат на соискание уч. степ. канд. техн. наук. – Иркутск, 2010. – 19 ьс.

4. Мухин В.М., Спиридонов Ю.Я., Гулюшин С.Ю. Применение углеродных адсорбентов для повышения эффективности сельскохозяйственного производства и получения экологически чистой пищи // Материалы III Международной конференции «Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья». – Белгород, 2008. – С. 178–180.

5. Везенцев А.И., Трубицын М.А., Романщак А.А. Сорбционно-активные породы Белгородской области // Горный журнал. – 2004. – №1. – С. 51–52.

6. Везенцев А.И., Воловичева Н.А. Вещественный состав и сорбционные характеристики монтмориллонитсодержащих глин // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2007. – Т.7, Вып. 2. – С. 639–643.

7. Воловичева Н.А, Везенцев А.И., Королькова С.В., Пономарева Н.Ф. Оценка перспективности применения природных монтмориллонит содержащих глин Белгородской области в сорбционной очистке водных сред от ионов тяжелых металлов // Вода: химия и экология. – 2011. - №9. – С. 60 – 66.

8. Васильев Н.Г., Головко Л.В., Овчаренко Ф.Д. Изучение поверхностных гидроксильных групп каолинита различной степени кристалличности // Коллоидный журнал. – 1976. – Т.38. – №5. – С. 842–846.

9. Васильев Н.Г., Головко Л.В., Савкин А.Г., Овчаренко Ф.Д. Исследование химии поверхности монтмориллонита и нонтронита // Коллоидный журнал. – 1977. – Т.39. – №4. – С. 657–663.

POSSIBILITY OF APPLICATION OF ALKALINE AND ALKALINE EARTH FORMS OF MONTMORILLONITE AND ILLITE CLAYS IN SORPTION CLEANING OF WATER ENVIRONMENTS FROM IONS OF HEAVY METALS

S.V. Korolkova, A.I. Vezentsev

Belgorod State NationaL Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: korolkova@bsu.edu.ru

The sorption ability of alkaline and alkaline earth forms of montmorillonite and illite clays in relation to Cu^{2+} ions, by Fe^{3+} and Cr^{3+} is investigated. The complex assessment of chemical and mineralogical composition and also colloidal and chemical, including sorption characteristics of the studied samples, and also possibility of application of the studied materials in cleaning of water environments is presented.

Key words: montmorillonite clays, modifying, sorbents, water purification, heavy metals.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 631.44 (477.83)

АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МИНЕРАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ РЕНДЗИН ЗАПАДНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

А.А. Кирильчук

Львовский национальный университет имени Ивана Франко, Украина, 79000, г. Львов, ул. П. Дорошенко, 41

E-mail: kyrylandrij@gmail.com

Представлены результаты изучения особенностей трансформации химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины, которые на протяжении длительного периода (> 50 лет) использовались в условиях интенсивного земледелия. Проведен сравнительный анализ величин молярных отношений, показателей фактора выщелачивания, содержания конституционной воды и величин коэффициента изменения силикатной части почвы с использованием данных нескольких этапов почвенных исследований. Выявлены тенденции развития современных процессов дифференциации химического состава минерального профиля исследуемых рендзин.

Ключевые слова: валовой химический состав, внутрипочвенное выветривания, фактор выщелачивания, коэффициент изменения силикатной части почвы, профильная дифференциация, конституционная вода.

Введение

Украина занимает ведущее место среди стран Центрально-Восточной Европы, на территории, которых распространены рендзины (Rendzic Leptosols, WRB, 2007). Согласно статистическим данным рендзины и черноземы карбонатные на элювии плотных карбонатных пород занимают площадь более 1.2 млн. га, что составляет 2.2 % от площади пахотных земель Украины. В пределах Западного региона Украины рендзины и черноземы карбонатные на элювии плотных карбонатных пород занимают площадь 162.2 тыс. га, или 13.5 % площади соответствующих почв Украины.

Рендзины Западного региона Украины – это интразональные биолитогенные почвы приуроченные к выходам на поверхность элювиальных, а так же элювиально-делювиальных продуктов выветривания мела, мелового мергеля, мергеля, опоки, хемогенных и литотамниевых известняков. Развиваются под смешанными и широколиственными лесами с хорошо развитым травяным покровом в условиях периодически промывного и промывного типов водного режима при хорошем внутрипочвенном дренаже. Сочетание различных элементарных почвенных процессов в условиях достаточного увлажнения способствовало формированию недифференцированного (или слабодифференцированного) профиля с обогащенным коллоидами и полуторными оксидами гумусово-аккумулятивным горизонтом и постепенным уменьшением их вниз по профилю, за исключением кальция, количество которого увеличивается в том же направлении. Такое перераспределение полуторных оксидов и кальция характерно для почвообразовательного процесса под древесной растительностью, который проходит в направлении к оподзоливанию [1].

Наиболее распространенным подтипом рендзин в Западном регионе Украины являются рендзины типичные (карбо-литоземы). Значительно меньшие площади занимают рендзины выщелоченные (карбо-литоземы глинисто-иллювиальные) [2].

В целом рендзины исследуемой территории характеризуются: значительным количеством гумуса и карбонатов в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте, слабощелочной и (или) щелочной реакцией почвенной среды, благоприятными для роста и развития сельскохозяйственных культур агрофизическими и агрохимическими свойствами, достаточно высоким валовым содержанием главнейших элементов корневого питания растений (N, P, K), поэтому отличаются высоким потенциальным плодородием. В пределах исследуемой территории рендзины считаются одними из наиболее освоенных почв и потенциальные ресурсы расширения площадей в качестве пахотных угодий практически отсутствуют [2, 3].

Наиболее полно морфогенетические свойства и, в частности, особенности химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины описаны в работах И. Н. Гоголева, Г. А. Андрущенко, А. А. Кирильчука, С. П. Позняка, О. В. Гаськевич и др. [1–5]. Что же касается характера и направления развития современных почвенных процессов агрогенной трансформации химического состава минерального профиля рендзин в условиях длительного сельскохозяйственного использования, преимущественно в качестве пахотных земель, то этот вопрос изучен еще недостаточно.

Привлечение рендзин в аграрное производство и длительное их использование в качестве пахотных земель приводит к агродеградации, которая проявляется в существенном снижении количества гумуса (дегумификации), значительном нарушении баланса питательных веществ (истощении), интенсификации внутрипочвенного выветривания и декарбонатизации (химической деградации), заметном ухудшении водно-воздушного режима, переуплотнении и дезагрегации (физической деградации), эрозионном смыве верхних гумусовых горизонтов (профильной деградации), усложнении структуры почвенного покрова за счет пространственно неравномерного развития названных процессов (географической деградации) [2, 6, 7].

Целью настоящего исследования является установление характера и направления развития современных процессов агрогенной трансформации химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины. Для этого проведен сравнительный анализ величин молярных отношений, показателей фактора выщелачивания (β), содержания конституционной воды и величин коэффициента изменения силикатной части почвы, вычисленных по данным разных периодов исследований.

Объекты и методы исследования

Значительное простирания территории Западного региона Украины с севера на юг и с запада на восток способствовало формированию хорошо выраженных особенностей природных условий и их пространственной дифференциации. По усовершенствованной схеме физико-географического районирования указанная территория расположена в пределах следующих азональных региональных ландшафтных единиц: Полесского края, Западно-Украинского края и Украинских Карпат [8]. Исследования проводились в пределах Полесского и Западно-Украинского краев. Климат отмеченной территории характеризуется как умеренно континентальный с продолжительным жарким летом, короткой мягкой зимой и достаточным увлажнением. Среднегодовое количество атмосферных осадков – 600–700 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) составляет 1.43–1.74. В настоящее время естественный растительный покров (смешанные и широколиственные леса с хорошо развитым травяным покровом), под которым сформировались исследуемые почвы, почти целиком преобразован деятельностью человека. В структуре сельскохозяйственных угодий преобладают пахотные земли. Распаханность – 79.5 %.

Почвенно-географические исследования рендзин проводились на территории Ворояцкого природного района Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края и Радеховско-Бродовского природного района области Малого Полесья Полесского края в пределах Белокаменского и Радеховского государственных сортоиспытательных участков (ГСУ) на которых были заложены группы разрезов (модальные участки №1 и №2, соответственно). При выборе этих объектов, мы учитывали, что исследуемая территория характеризуется наибольшими ареалами сплошного распространения рендзин типичных, которые сформировались на элювиальной коре выветривания мелового мергеля с незначительной примесью флювиогляциального песчаного материала, а упомянутые выше ГСУ находятся в пределах этих ареалов и занимают репрезентативные в почвенном отношении части ареалов. Кроме того, модальные участки №1 и №2, состоящие не менее чем из пяти разрезов, заложены на территории, где в 1949–1951 годах были проведены крупномасштабные почвенные обследования И. Н. Гоголевым, что дало возможность сравнить результаты наших исследований с первичными и последующими исследованиями, проведенными Львовским институтом землеустройства УААН (1965–1966 и 1985–1986 гг.).

Разрезы на модальных участках № 1 и № 2 закладывали до глубины 65–70 см, открывая только верхнюю наиболее выветренную часть почвообразующей породы, представленной элювием мелового мергеля. В почвенных разрезах послойно (через 10 см), сплошной колонкой и по отдельным генетическим горизонтам отбирали образцы почвы для лабораторно-аналитических исследований.

Аналитические работы проводили по стандартным методикам, CO_2 карбонатов – на кальциметре по методу Гейслера-Максимюк, гумус – по методу Тюрина в модификации Никитина, валовой химический состав – по общепринятой стандартной методике.

Результаты и их обсуждение

Поскольку минеральная часть почвы характеризуется значительной консервативностью, то на основании результатов валового химического анализа можно утверждать о тенден-

ции развития элементарных почвообразующих процессов, которые происходят в профиле почвы, причем как реликтовых, так и современных [9–11].

Для анализа данных валового химического состава почвы используют различные перерасчеты и коэффициенты, которые в большей или меньшей степени позволяют оценить генетические процессы, непосредственно связанные с абсолютным и относительным изменением химического состава минеральной части почв в аспекте их генезиса и антропогенного воздействия.

Одной из главных задач генетического изучения минеральной части твердой фазы почвы является установление изменений ее химического состава под влиянием элементарных почвообразующих процессов, поэтому сопоставление полученных данных, выраженных в процентах от веса сухой почвы, не дает истинного представления об изменениях минеральной части почвы, поскольку на количестве каждого оксида отражается величина содержания гумуса и химически связанной воды в каждом генетическом горизонте. Поэтому величины гумуса и химически связанной воды необходимо удалить. Это возможно в случае пересчета данных, выраженных в процентах от веса сухой почвы, в величины, выраженные в процентах от минеральной массы почвы, то есть в процентах от прокаленной почвы [11, 12].

Результаты изучения валового химического состава рендзин Вороняцкого природного района Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края и Радеховско-Бродовского природного района области Малого Полесья Полесского края выраженные в процентах от прокаленной почвы приведены в таблице 1.

Одной из особенностей карбонатных почв, в частности рендзин, является то, что не только накопление гумуса, но и перераспределение и аккумуляция относительно подвижных карбонатов кальция (в меньшей степени карбонатов магния) не позволяют оценить распределение в почвенном профиле минеральных компонентов, особенно полуторных оксидов. Именно поэтому, анализируя карбонатные почвы для более полного отражения изменений в химическом составе их минеральной части по сравнению с материнской породой, большинство исследователей предлагают использовать одновременный пересчет на прокаленную и бескарбонатную почву. Это дает возможность элиминировать влияние карбонатов и органического вещества на валовой химический состав почвы и в большинстве случаев установить его реальную профильную дифференциацию [10–12].

Наиболее подробную характеристику валового химического состава рендзин области Малого Полесья Полесского края и его профильного распределения приводит в своей монографии "Почвы западных областей Украины" Г. А. Андрущенко. Автор отмечает, что данные почвы в области Малого Полесья Полесского края по валовому химическому составу изменяются сверху вниз, так же, как и в области Волынского Полесья Полесского края: уменьшаются молекулярные отношения между кремнеземом и алюминием и между кремнеземом и железом и одновременно увеличиваются в том же направлении количества кальция. Такое перераспределение по профилю алюминия, железа, кальция характерно для почвообразующего процесса под древесной растительностью, который проходит в направлении к оподзоливанию. Г. А. Андрущенко предполагает, что одновременно с растворением и выносом из верхних горизонтов кальция-карбоната подлежат выносу также и элементы силикатного комплекса – железо и алюминий, большая же часть кремния остается на месте – в верхних горизонтах [1].

Таким образом, приведенные аргументы свидетельствуют о том, что на формирование и изменения валового химического состава рендзин и его профильного распределения имеют наибольшее влияние растворения и вынос карбонатов кальция из коры выветривания и почвы. Возможно, речь в данном случае идет о процессе растворения и выщелачивания карбонатов, следствием которого является декарбонизация и обеднение рендзин на основания в результате выхода последних из кристаллической решетки минералов или органических соединений, растворения и последующего вынесения их за пределы почвенного профиля.

Apriori, можно утверждать, что длительное использование исследуемых рендзин в условиях интенсивного земледелия приведет к интенсификации процессов внутрипочвенного выветривания, одним из последствий которого является процесс растворения и выщелачивания карбонатов.

Результаты валового химического анализа выраженные в процентах от веса прокаленной почвы, когда элиминировано влияние органического вещества на величины относительного содержания оксидов показывают, что особенностью валового химического состава рендзин территории исследования является повышенное содержание оксида кремния (SiO_2) практически в пределах всей мелкоземистой части генетического профиля этих почв. Существенное уменьшение относительного содержания SiO_2 в направлении материнской породы и, особенно в ее верхней части обусловлено увеличением в этом же направлении относительного (и абсолютного) содержания карбонатов кальция (см. табл. 6.1). Такое перераспределение оксида кремния и оксида кальция, в частности его карбонатной части в почвенном профиле исследуе-

мых рендзин двух природных районов, обусловлено, очевидно, развитием процесса растворения и выщелачивания карбонатов, когда потери карбонатов в гумусово-аккумулятивном и переходном горизонтах компенсируются относительным накоплением in situ оксида кремния.

Таблица 1

Валовой химический состав рендзин Западного региона Украины, % от веса прокаленной почвы*

№№ разрезов	Глубина отбора образцов, см	Гигроскопическая влага, %	Потери при прокаливании, %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3
Вороняцкий природный район Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края													
10–14	0–31	2.26	13.78	76.00	5.69	2.34	8.03	0.20	13.19	0.65	0.71	0.26	0.96
	32–45	1.59	19.67	64.78	4.82	2.28	7.10	0.16	25.33	0.51	0.66	0.31	0.76
	55–65	1.55	25.15	50.17	4.76	2.47	7.23	0.23	38.48	0.88	0.66	0.28	2.37
	70–75	0.86	37.10	15.74	5.14	2.04	7.18	0.21	73.22	0.89	0.75	0.33	1.70
Радеховско-Бродовский природный район области Малого Полесья Полесского края													
30–34	0–22	2.97	21.17	66.56	5.00	2.07	7.07	0.17	22.76	1.18	0.81	0.28	1.28
	23–33	2.81	21.49	65.93	4.58	2.03	6.61	0.14	24.82	0.98	0.69	0.28	0.27
	35–45	1.75	29.41	48.95	3.69	1.83	5.52	0.13	43.55	0.51	0.48	0.30	0.80
	50–60	1.34	31.87	28.31	3.81	1.37	5.18	0.12	64.24	0.60	0.43	0.21	1.15
	65–75	0.92	39.46	11.62	2.66	1.30	3.96	0.15	81.53	0.58	0.35	0.18	1.53

*Примечание. Приведены средние значения валового химического состава исследуемых рендзин, n=5.

Необходимо отметить, что верхние горизонты рендзин Радеховско-Бродовского природного района характеризуются заметной аккумуляцией таких элементов как Mg, K, Na, Ti, а также полуторных оксидов (R_2O_3), тогда как верхние горизонты рендзин Вороняцкого природного района, наоборот, обеднены на Mg, Na, K, S и Ti, но также имеют повышенное содержание полуторных оксидов (R_2O_3). Профильное распределение полуторных оксидов железа (Fe_2O_3) в почвах Вороняцкого природного района отличается слабо выраженной тенденцией к дифференциации, что проявляется в относительном накоплении Fe_2O_3 в пределах переходного горизонта этих почв (см. табл. 1). Одной из причин некоторых различий в профильном распределении элементов минеральной части рендзин двух природных районов является, очевидно, незначительная разница содержания оксида кальция (составляющей которого является кальций-карбонат) в пределах всего генетического профиля этих почв.

Для более полного отражения изменений в химическом составе и профильной дифференциации элементов минеральной части исследуемых почв проведен перерасчет результатов валового химического анализа одновременно на прокаленную и бескарбонатную почву (табл. 2).

Таблица 2

Валовой химический состав рендзин Западного региона Украины, % от веса прокаленной и бескарбонатной почвы*

№№ разрезов	Глубина отбора образцов, см	Гигроскопическая влага, %	Потери при прокаливании, %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*
Вороняцкий природный район Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края													
10–14	0–31	2.26	13.78	85.18	6.38	2.63	9.01	0.22	2.59	0.73	0.79	0.29	1.09
	32–45	1.59	19.67	86.72	6.46	3.05	9.51	0.22	0.42	0.68	0.88	0.42	1.01
	55–65	1.55	25.15	70.01	6.64	3.44	10.08	0.32	13.78	1.23	0.92	0.39	3.31
	70–75	0.86	37.10	49.80	16.25	6.44	22.69	0.65	15.29	2.82	2.36	1.06	5.38

Окончание таблицы 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*
Радеховско-Бродовский природный район области Малого Полесья Полесского края													
30–34	0–22	2.97	21.17	80.71	6.07	2.51	8.58	0.20	6.19	1.43	0.99	0.34	1.56
	23–33	2.81	21.49	82.02	5.70	2.53	8.23	0.17	6.60	1.22	0.85	0.35	0.33
	35–45	1.75	29.41	84.45	6.37	3.16	9.53	0.22	2.08	0.88	0.83	0.51	1.37
	50–60	1.34	31.87	63.17	8.50	3.05	11.55	0.26	19.98	1.18	0.95	0.50	2.56
	65–75	0.92	39.46	45.83	10.48	5.14	15.62	0.59	27.54	2.28	1.37	0.72	6.05

* Примечание. Приведены средние значения валового химического состава исследуемых рендзин, n=5.

Анализ данных валового химического состава рендзин территории исследования, выраженных в процентах от веса прокаленной и бескарбонатной почвы и его профильного распределения, показал, что в случае одновременного элиминирования влияния органического вещества и карбонатов на показатели относительного содержания компонентов минеральной части почвы указанные выше различия в профильном распределении оксидов химических элементов в рендзинах Вороняцкого и Радеховско-Бродовского природных районов не наблюдаются (см. табл. 2). Это указывает на однотипный характер проявления и единую направленность процесса растворения и выщелачивания карбонатов в агрогенно-преобразованных рендзинных почвах.

Характерной особенностью профильного распределения элементного состава минеральной части исследуемых почв является почти равномерное увеличение содержания сверху вниз полуторных оксидов алюминия и железа, а также щелочноземельных оснований. Наряду с этим наблюдается слабо выраженная тенденция к дифференциации профильного распределения оксида кремния (SiO_2). Это проявляется в относительном накоплении кремнезема на глубине 32 (35)–45 см, то есть в средней части профиля рендзин обоих природных районов при одновременной относительной потере с этой части профиля силикатных кальция, магния и частично щелочноземельных оснований (см. табл. 6.2). Обнаруженное перераспределение кремния, кальция, магния и частично щелочноземельных оснований в почвенном профиле исследуемых рендзин косвенно свидетельствует об интенсификации процессов внутрипочвенного выветривания в средней части профиля этих почв. Известно, что одним из последствий такого выветривания является процесс растворения и выщелачивания карбонатов.

Сходные результаты изучения профильной дифференциации валового химического состава рендзин приведены в статье Р. П. Каска. Автор отмечает, что в процессе выщелачивания карбонатов Ca^{2+} и Mg^{2+} одновременно с изменениями в минералогическом составе твердых частиц почвенной массы наблюдаются также изменения ее химического состава. Уменьшение содержания кальция и магния, а также щелочноземельных оснований является вполне закономерным. Наряду с этим увеличивается относительное содержание других элементов входящих в состав материнской карбонатной породы [13].

Таким образом, интенсивное развитие процесса растворения и выщелачивания карбонатов в средней части профиля рендзин Вороняцкого и Радеховско-Бродовского природных районов указывает на тенденцию углубления этого процесса в профиле агрогенно-преобразованных почв, что обусловлено, по-видимому, более благоприятными гидротермическими условиями в пределах этой части профиля.

Подтверждением выше отмеченного являются результаты полевых стационарных исследований Н. И. Полупана. Автор доказывает, что гидротермической условия освоенных почв, которые длительное время используются как пахотные земли, заметно отличаются от целинных. Выражается это в большей динамике температуры пахотных земель, которые летом лучше прогреваются (на 2–3°С), а зимой больше охлаждаются и промерзают на 30–50 см глубже [14].

Убедительные доказательства агрогенно обусловленной специфики формирования почвенного климата при длительном земледельческом использовании почв приведены в статье Ф. Н. Лисецкого. Автор пишет, что на пашне по сравнению с целиной выше водопроницаемость, больше глубина весеннего промачивания, континентальней тепловой режим и интенсивнее вертикальное растрескивание гумусового горизонта, что в совокупности создает предпосылки для глубокого промачивания почв. Указанные изменения климата почвы, способствуют также ускорению ряда ЭПП [7].

Исследованиями Э. И. Гагариной и Е. В. Абакумова установлено, что химическое выветривание карбонатных обломков исходной почвообразующей породы в профиле рендзин начинается с растворения, в ходе которого карбонаты переходят в бикарбонаты и выносятся из почвы при промывании ее осадками прежде всего в форме микрокристаллического карбонат-

ного цемента, затем доломита (кальцита) и, наконец, происходит удаление тонкодисперсного материала - гидроксидов железа и глинистой составляющей (процесс декарбонатизации). Кроме того, в зоне выщелачивания и на поверхности не выветренной части карбонатных обломков наблюдается некоторая аккумуляция глинисто-железистого тонкодисперсного материала буро-ржавой окраски в форме пленок, примазок или округлых новообразований, вещество которых находится в связанном состоянии под влиянием избытка карбонатов [15].

Известно, что оксиды и гидроксиды железа относятся к важнейшим минеральным пигментам, которые зачастую определяют окраску генетических горизонтов почв. Бурой окраски или буроватого оттенка почвам придают, сочетание разных оксидов железа, которые характеризуются разной степенью гидратации [12].

Макроморфологическими исследованиями установлено, что отчетливее буроватый и бурый оттенки проявляются в рендзинах Вороняцкого природного района, причем с заметной тенденцией к насыщению оттенка вниз по профилю к почвообразующей породе [2]. Это согласуется с общим увеличением относительного содержания F_2O_3 в этом же направлении в рендзинах указанного природного района (см. табл. 2).

Отмечая относительную неподвижность глинозема (Al_2O_3) при выветривании и почвообразовании, Герассовиц предложил проводить расчет степени выветрелости и дифференциации коры выветривания и почвы по отношению между подвижными компонентами и глиноземом и обосновал ряд индексов для характеристики коры выветривания и почвы [16].

Рассчитанные нами величины молярных отношений указывают на неоднородность химического состава минеральной части почвы и на некоторую дифференциацию профиля рендзин территории исследования. Так, молярные отношения SiO_2/Al_2O_3, SiO_2/Fe_2O_3, SiO_2/R_2O_3 свидетельствуют об относительной потере оксидов железа и алюминия в верхней и средней частях профиля (0–45 см), поскольку их величины в пределах этих частей наиболее широкие: 21.17–22.63 для SiO_2/Al_2O_3 и 74.18–127.00 для SiO_2/Fe_2O_3. В переходном горизонте исследуемых почв на глубине 50 (55) 60 (65) см молярные отношения сужаются и их величины изменяются от 12.76 до 16.80 для SiO_2/Al_2O_3 от 52.44 до 54.55 для SiO_2/Fe_2O_3. Наиболее обогащенной на полуторные оксиды алюминия и железа является верхняя часть неизмененной почвообразующей породы, что косвенно указывает на минимальное в пределах этой части генетического профиля рендзин территории исследования проявление процессов внутрипочвенного выветривания. Кроме молярных отношений названных выше полуторных оксидов рассчитаны молярные отношения для щелочноземельных металлов: $K_2O + Na_2O/Al_2O_3$ и $CaO + MgO/Al_2O_3$ и на основании этих величин вычислен «фактор выщелачивания» (β), предложенный Йенни [17]. Полученные нами показатели указывают на выщелачивание Ca^{2+} и Mg^{2+} относительно Al_2O_3 в пределах всей мелкоземистой части почвенного профиля рендзин как Вороняцкого, так и Радеховско-Бродовского природных районов. Абсолютные величины показателей фактора выщелачивания (β) уменьшаются в направлении к поверхности почвы, что свидетельствует о более интенсивном развитии процессов внутрипочвенного выветривания в средней и верхней частях генетического профиля исследуемых почв.

Агрогенное преобразование рендзин исследуемой территории наряду с изменениями морфологического строения отразилось и на величине молярных отношений, и показателях фактора выщелачивания (β) в пределах всего генетического профиля этих почв.

Сравнительный анализ величин молярных отношений и показателей фактора выщелачивания (β), рассчитанных по данным разных периодов исследований, указывает на тенденцию усиления процесса выщелачивания в агрогенно-преобразованных рендзинах с большим сроком использования в условиях интенсивного земледелия. Это проявляется в расширении показателей молярных отношений фактически в пределах всей мелкоземистой части профиля исследуемых почв. Наиболее отчетливо такая тенденция наблюдается до глубины 50 (55) – 60 (65) см.

Сравнивая показатели фактора выщелачивания (β), мы установили, что наибольшее абсолютное различие между величинами этих показателей для Ca^{2+} и Mg^{2+} проявляется в средней части почвенного профиля исследуемых почв, где они изменяются от 0.35 до 0.39. Это еще раз подтверждает вывод о том, что в агрогенно-преобразованных рендзинах территории исследования наблюдается заметно выраженная тенденция к интенсификации процессов внутрипочвенного выветривания и, соответственно, процесса растворения и выщелачивания карбонатов в средней части генетического профиля этих почв.

Выявленные тенденции изменений валового химического состава агрогенно-преобразованных рендзин под влиянием интенсивного их использования преимущественно в качестве пахотных земель не отражают в полном объеме характера процессов дифференциации химического состава минерального профиля этих почв. Сущность гипергенных процессов и, в частности, выветривания минералов, заключается в протолизе, т.е. проникновении ионов

водорода в кристаллические решетки первичных минералов. В результате этих процессов содержание конституционной воды в силикатной части профиля увеличивается. По исследованиям И.Н. Гоголева, ее количество в продуктах выветривания андезита увеличивается в 330–350 раз по сравнению с невыветренной породой [18].

Анализ опубликованных работ, в которых приведены данные валового химического состава рендзин, свидетельствует о том, что большинство исследователей не вычисляют и поэтому не приводят данные о содержании в этих почвах конституционной воды. Как отмечает А.А. Роде, определения химически связанной воды на основании валового химического анализа почв должно быть обязательным [19].

Содержание конституционной воды вычисляли как разницу между потерей при прокаливании и процентным содержанием гумуса и CO_2 карбонатов. После чего полученные результаты пересчитали в молярное количество. По отношению содержания конституционной воды в том или ином горизонте почвы к его содержанию в почвообразующей породе вычислили показатель изменения силикатной части (табл. 3).

Из приведенных в таблице 3 данных видно, что по результатам наших исследований содержание конституционной воды в минеральном профиле исследуемых почв является стабильным, за исключением верхней и особенно средней его части. Величины коэффициента изменения силикатной части в гумусово-аккумулятивном горизонте изменяются от 1.04 в рендзинах Радеховско-Бродовского природного района до 1.05 – Вороняцкого, тогда как в переходном горизонте они немного возрастают.

Несмотря на то, что в абсолютном отношении разница значений коэффициентов небольшая, она свидетельствует о тенденции интенсификации процессов внутрипочвенного выветривания и, соответственно, процесса растворения и выщелачивания карбонатов в средней части профиля агрогенно-преобразованных рендзин обоих природных районов. Следствием этих процессов является поглощение ионов водорода, что и приводит к повышенному содержанию конституционной воды.

Исследованиями Т.С. Зверевой и С.П. Позняка установлено, что в верхней части профиля почв и, особенно, в пахотном горизонте в результате периодического увлажнения и высушивания происходят активные процессы кристаллизации, в частности оксидов железа и алюминия, связанные с высвобождением конституционной воды [9, 20]. Этим объясняется, что значение коэффициента изменения силикатной части в пахотном горизонте рендзин Радеховско-Бродовского природного района меньше единицы и составляет 0.98. В подпахотном и, особенно, переходном горизонте исследуемых почв, где гидротермические условия, включая условия увлажнения, являются более стабильными, наблюдается интенсивное развитие процессов современного внутрипочвенного выветривания. Вниз по профилю значения коэффициентов изменения силикатной части несколько уменьшаются и изменяются в пределах от 0.88 в рендзинах Радеховско-Бродовского природного района до 1.02 – Вороняцкого (табл. 3). Это свидетельствует о затухании процессов гидратации и гидролиза в нижней части профиля исследуемых почв.

Таблица 3

Содержание конституционной воды в рендзинах Западного региона Украины

Глубина, см	Гигроскопическая влага, %	Потери при прокаливании, %	Гумус, %	CO_2 карбонатов, %	Конституционная вода, %	Молярное количество H_2O	Коэффициент изменения силикатной части
Радеховско-Бродовский природный район области Малого Полесья Полесского края [1]							
0–20	-	21.40	6.60	7.24	7.56	420	0.70
20–28	-	27.40	5.93	12.90	8.57	476	0.79
35–45	-	36.80	1.60	27.08	8.12	451	0.75
70–80	-	42.05	0.26	30.93	10.86	603	1.00
Вороняцкий природный район Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края							
0–31	2.26	13.78	3.25	5.92	4.61	256	1.05
32–45	1.59	19.67	2.18	12.84	4.65	258	1.06
55–65	1.55	25.15	1.92	18.76	4.47	248	1.02
70–75	0.86	37.10	0.41	32.32	4.37	243	1.00
Радеховско-Бродовский природный район области Малого Полесья Полесского края							
0–22	2.97	21.17	4.80	11.81	4.56	253	0.98
23–33	2.81	21.49	4.28	12.06	5.15	286	1.11
35–45	1.75	29.41	2.82	21.31	5.28	293	1.13
50–60	1.34	31.87	1.70	26.08	4.09	227	0.88
65–75	0.92	39.46	0.36	34.46	4.64	258	1.00

Анализ приведенных данных показал, что в целом процессы внутрипочвенного выветривания в минеральном профиле рендзин территории исследования малоинтенсивные и проявляются только в верхней и, особенно, средней частях профиля этих почв.

Для оценки влияния агрогенного преобразования рендзин исследуемой территории на характер проявления современных процессов внутрипочвенного выветривания проведен сравнительный анализ показателей содержания конституционной воды и значений коэффициента изменения силикатной части по результатам двух периодов исследования этих почв. Для вычисления названных показателей, кроме наших данных использованы результаты исследований валового химического состава рендзин Радеховско-Бродовского природного района Малого Полесья, приведенных в монографии Г. А. Андрущенко "Почвы западных областей Украины" [1].

Сравнительный анализ показателей по данным разных периодов исследований указывает на выраженную тенденцию интенсификации процессов современного внутрипочвенного выветривания практически в пределах всего генетического профиля исследуемых почв. Особенно четко это проявляется в верхней и средней частях профиля почв с более длительным сроком земледельческого использования (см. табл. 3).

Повышенное содержание конституционной воды, которое наблюдается в пределах всего профиля рендзин Радеховско-Бродовского природного района по данным исследования в 1970 г., обусловлено значительным содержанием гумуса, а не интенсивным развитием процессов внутрипочвенного выветривания, поскольку коэффициенты изменения силикатного части в пределах всего профиля является меньше единицы (см. табл. 3).

Выводы

В процессе исследования выявлены особенности трансформации химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины, которые более 50 лет использовались в условиях интенсивного земледелия:

- наибольшее влияние на изменение валового химического состава минерального профиля исследуемых рендзин имеет процесс растворения и выщелачивания карбонатов из коры выветривания и почвы, следствием которого является декарбонатизация (химическая деградация) и обеднение рендзин на основания;
- интенсивное развитие процесса растворения и выщелачивания карбонатов в средней части профиля рендзин исследуемых природных районов указывает на тенденцию углубления этого процесса в профиле агрогенно-преобразованных почв, что обусловлено, более благоприятными гидротермическими условиями в пределах этой части профиля;
- полученные показатели фактора выщелачивания (β) свидетельствуют о выщелачивании Ca^{2+} и Mg^{2+} относительно Al_2O_3 в пределах всей мелкоземистой части почвенного профиля рендзин как Радеховско-Бродовского, так и Вороняцкого природных районов;
- установлено, что абсолютные величины показателей фактора выщелачивания (β) уменьшаются в направлении к поверхности почвы, что свидетельствует о более интенсивном развитии процессов внутрипочвенного выветривания в средней и верхней частях генетического профиля исследуемых почв;
- сравнительный анализ величин молярных отношений и показателей фактора выщелачивания (β), свидетельствует о тенденции усиления процесса выщелачивания в агрогенно-преобразованных рендзинах с большим сроком земледельческого использования;
- минеральный профиль агрогенно-преобразованных рендзин характеризуется заметно выраженной элювиально-иллювиальной дифференциацией по CaO и тенденцией к дифференциации по полуторным оксидам и щелочноземельным элементам.

Список литературы

1. Андрущенко, Г.О. Ґрунти Західних областей УРСР / Г.О. Андрущенко. – Львів–Дубляни: Вид-во “Вільна Україна”, 1970. – Ч.1. – 295 с.

2. Кирильчук, А.А. Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини) Малого Полісся: Монографія / А.А. Кирильчук, С.П. Позняк. – Львів. Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 180 с.

3. Гоголев, И.Н. Рендзинные (перегнойно-карбонатные) почвы Западно-Украинского Полесья и их генезис / И.Н. Гоголев // Природные условия и природные ресурсы Полесья. - К.: Изд-во АН УССР, 1958. – С. 114–123.

4. Гаськевич, О.В. Структура ґрунтового покриву Гологоро-Кременецького горбогір’я / О.В. Гаськевич, С.П. Позняк. – Львів: Видав. Центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 208 с.

5. Гоголев, И.Н. К вопросу о генезисе темноцветных (рендзинных) почв под лесом / И.Н. Гоголев // Почвоведение. – 1952. – №3. – С. 241–250.

6. Вернандер, Н.Б. Почвы лесостепной зоны / Н.Б. Вернандер // Природа Украинской ССР. Почвы. – Киев, Наукова думка, 1986. – С. 82–92.

7. Лисецкий Ф.Н. Агрогенная трансформация почв сухостепной зоны под влиянием античного и современного этапов землепользования / Ф.Н. Лисецкий // Почвоведение. – 2008. – №8. – С. 1–16.

8. Маринич, О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – Київ, "Знання", КОО – 2003. – 480 с.

9. Зверева, Т.С. Формы глинистых образований и высокодисперсные минералы в дерново-карбонатных почвах / Т.С. Зверева // Почвоведение. – 1964. – №11. – С. 34–44.

10. Полузеров, Н.А. К методике количественной оценки процесса почвообразования на основе химического анализа / Н.А. Полузеров // Почвоведение. – 1970. – № 9. – С. 26–33.

11. Полынов, Б.Б. Валовой почвенный анализ и его толкование / Б.Б. Полынов // Почвоведение. – 1944. – №10. – С. 482–490.

12. Орлов, Д.С. Химия почв. / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 400 с.

13. Каск, Р.П. Дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные почвы или буроземы / Р.П. Каск // Почвоведение. – 1976. – №7. – С. 17–27.

14. Полупан, Н.И. Эволюция почвенного покрова Украины под влиянием природных условий и антропогенных воздействий / Н.И. Полупан // Материалы VIII Всесоюзного съезда почвоведов. – Новосибирск, 1989. – Кн. 4. – С. 66.

15. Гагарина, Э.И. Почвообразующие породы с элементами четвертичной геологии: учеб. пособие / Э.И. Гагарина, Е.В. Абакумов. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2012. – 131 с.

16. Harrassowitz, H. Laterit. – Forschungsh. Geol. Pala'ontol, 4, 1926.

17. Jenni, H. Behavior of potassium and sodium during the process of soil formation. Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull., 1931. No. 162.

18. Гоголев, И.Н. Бурые горно-лесные почвы Советских Карпат: Автореф. Дис. … д-ра с.-х. наук. Львов, 1965. – 48 с.

19. Роде, А.А. Система методов исследования в почвоведении /А.А. Роде. – Новосибирск: Наука, 1971. – 92 с.

20. Позняк, С.П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины. / С.П. Позняк. – Львов: ВНТЛ, 1997. – 240 с.

AGROGENIC TRANSFORMATION OF MINERAL RENDZINAS PROFILE CHEMICAL COMPOSITION IN WESTERN REGION OF UKRAINE

A.A. Kyrylchuk

Ivan Franko National University of Lviv. 41 Doroshenko St, Lviv, UA-79000, Ukraine

E-mail: kyrylandrij@gmail.com

Investigation results of transformation peculiarities of mineral rendzinas profile chemical composition in Western Ukraine used for a long period (> 50 years) under intensive agriculture have been presented. Comparative analysis of molar ratio value, leaching factor indicators, constitutional water content, coefficient value change of silicate soil part, using data of some soil investigations stages have been conducted. The tendency of modern differentiation processes development of mineral profile chemical composition of investigated rendzinas have been revealed.

Key words: gross chemical composition, intersoil weathering, leaching factor, coefficient value change of silicate part of the soil, profile differentiation, constitutional water.

УДК 551.24.03

ИЗБЫТОЧНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ СЖАТИЯ В ВЕРХНЕЙ КОРЕ КОНТИНЕНТОВ: КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ

С.Я. Сергин, С.В. Сергеев

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

E-mail: sergin@bsu.edu.ru; sergeev@bsu.edu.ru

Переход от последней ледниковой эпохи к современному межледниковью привёл к повышению температуры горных пород верхней коры материков и тепловому их расширению. При этом возникли горизонтальные термомеханические напряжения сжатия. Согласно нашему анализу, они являются главной составляющей современных тектонических стрессов в приповерхностных толщах пород континентальной коры.

Ключевые слова: верхняя кора, термомеханические напряжения, тектонические стрессы, послеледниковое потепление климата, климат и тектоника.

В горной геомеханике и геотектонике давно известен факт, который представляет научный и практический интерес, но не получил приемлемого объяснения: верхние горизонты земной коры континентов подвержены избыточным горизонтальным напряжениям сжатия. Эти напряжения характерны для массивов горных пород с отчётливо выраженными упругими свойствами. Они избыточны в сравнении с напряжениями бокового распора от вертикального давления горных пород. Тем самым их происхождение связано не с гравитационными, а с тектоническими силами. Однако, вопрос о природе тектонических сил остаётся открытым.

В качестве источников этих сил различные авторы рассматривают тяготение Солнца и планет, вращение Земли, уменьшение её объёма, перемещение литосферных плит, рельеф земной поверхности, внутреннюю трансформацию пород в верхней коре. Среди имеющихся предположений некоторым предпочтением пользуются идеи тектоники литосферных плит, но и они подвергаются критике. В данной статье, не вступая в дискуссию по имеющимся мнениям, мы рассмотрим роль глобального фактора, который до сих пор не принимался во внимание: повышение температуры горных пород и термическое их расширение вследствие потепления климата Земли в послеледниковую эпоху. Задача заключается в следующем: 1) теоретически оценить климатически обусловленные термические напряжения сжатия в верхней коре континентов и 2) сопоставить рассчитанные значения с экспериментальными данными об избыточных напряжениях.

По палеогеографическим данным, в интервале 20–10 тыс. лет до настоящего времени произошёл переход от ледниковой эпохи к межледниковой (послеледниковой) эпохе. Средняя глобальная температура земной поверхности при этом повысилась, по разным оценкам, на 5–10°С [1]. Потепление климата сильнее проявилось в северном полушарии, где растаяли наиболее крупные ледниковые покровы. На обоих полушариях потепление было значительней в высоких и средних широтах, чем в низких, и на материках больше, чем на океанах. В средних широтах северного полушария температура на материках повысилась на 10-15°С. Примерно в тех же пределах она повысилась в Антарктиде [2].

Климатические события последних 20 тыс. лет были частью колебаний климата и оледенения Земли в ходе четвертичного периода [1, 3]. На его протяжении имели место гляциоклиматические циклы продолжительностью около 100 тыс. лет и 20–40 тыс. лет. Интересующий нас последний цикл характеризовался прерывистым понижением глобальной температуры в эпоху примерно от 100 до 20 тыс. лет назад; быстрым её повышением в интервале 20–10 тыс. лет; небольшими её колебаниями в последующую (историческую) эпоху. Исторические колебания климата (в последние 10 тыс. лет) имели периоды около 2 тыс. лет, 100–400 лет, 20–60 лет, 2–5 лет. Характерная их амплитуда не превышала 1 °С [4].

Колебания температуры, происходящие на земной поверхности, проникают в толщу горных пород. Расчёт изменений глубинных температур сводится к решению уравнения теплопроводности Фурье в полупространстве, ограниченном поверхностью земли, при граничном условии в виде колебаний температуры на этой поверхности [5]. В простейшем случае, когда на поверхности имеют место гармонические колебания температуры с некоторой частотой, реше-

нием являются установившиеся колебания глубинных температур той же частоты с амплитудой

$$A(Z) = A(0) \cdot e^{-z \cdot \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}}}, \quad (1)$$

где A(Z) и A(0) – амплитуда колебаний температуры на глубине Z и на земной поверхности; ω = 2π/τ – круговая частота (τ – продолжительность периода колебаний); α – коэффициент температуропроводности пород.

С помощью (1) можно определять глубину проникновения температурных волн в земную кору:

$$Z = \left. -\ln\left(\frac{A(Z)}{A(0)}\right) \right/ \sqrt{\frac{\pi}{\alpha\tau}} \quad (2)$$

Отношение A(Z)/A(0) представляет собой относительную амплитуду колебаний температуры. Ниже представлены результаты расчета глубины Z для двух фиксированных значений A(Z)/A(0) при различных значениях τ и α (табл. 1). На глубинах, где A(Z)/A(0) = 0,5, имеет место сильное проявление поверхностных колебаний температуры, а там, где A(Z)/A(0) = 0.1, их проявление можно назвать заметным.

Таблица 1

Глубина распространения (в метрах) колебаний температуры с заданной относительной амплитудой A(Z)/A(0) в зависимости от периода колебаний (τ) и температуропроводности пород (α)

A(Z)/A(0)	α, 10^{-6} м²/с	τ, тыс. лет						
		0.003	0.03	0.2	2	20	40	100
0.5	0.5	2.7	8.6	22	70	224	309	492
	1.0	3.8	12	31	98	310	439	694
	2.0	5.4	17	44	139	439	621	982
0.1	0.5	9.0	28	74	232	742	1027	1631
	1.0	13	40	103	325	1031	1457	2304
	2.0	18	57	146	461	1457	2061	3258

Значения Z возрастают с увеличением τ. Климатические колебания температуры с периодами 20–40 и 100 тыс. лет. проникают на глубины 200–1000 м при A(Z)/A(0) = 0.5 и на глубины 700–3300 м при A(Z)/A(0) = 0.1.

Значения α в этих расчётах, 0.5 и 1 (10^{-6} м²/с), типичны для пород верхней коры континентов, находящихся в сухом состоянии и обладающих только молекулярной теплопроводностью [6]. Значение α = 2 (10^{-6} м²/с) имитирует появление конвективной теплопроводности в массивах горных пород, сквозь которые в той или иной мере фильтруется влага атмосферных осадков и межпластовая вода. Фильтрация воды, как показано в работе Н.М. Фролова [7], существенно увеличивает скорость и глубину проникновения температурных волн.

Температурные колебания на глубинах происходят со сдвигом по фазе. Время запаздывания (δ) максимумов и минимумов температуры от соответствующих экстремумов на земной поверхности описывается известным выражением, вытекающим из решения уравнения теплопроводности [5]. Если взять отношение δ/τ, то оно характеризует относительное запаздывание – в сравнении с периодом колебаний. Значения этой величины, рассчитанные при α = 10^{-6} м²/с, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Относительное запаздывание изменений температуры в зависимости от глубины (Z) и периода колебаний (τ)

Z, м	τ, тыс. лет						
	0.003	0.03	0.2	2	20	40	100
10	0.291	0.092	0.0356	0.0112	0.0036	0.0025	0.0016
100			0.356	0.112	0.0356	0.0252	0.0159
500				0.562	0.1778	0.1258	0.0795
1000					0.356	0.252	0.159
2000						0.503	0.318
3000							0.477

Относительное запаздывание колебаний температуры уменьшается с увеличением их периодов. Оно возрастает от поверхностных к более глубоким горизонтам земной коры. При

колебаниях с периодами 20–100 тыс. лет на глубинах до 1000 м значения δ/τ таковы, что абсолютное время запаздывания (δ) не превышает (или почти не превышает) 10 тыс. лет.

Интересующее нас послеледниковое потепление климата завершилось 10 тыс. лет назад. С учётом времени запаздывания, климатическое повышение температуры горных пород на глубинах до 1000 м состоялось в полной мере. Для расчёта термического расширения этих пород выделим элемент их объема в форме куба с длиной ребра l. В случае физической изотропии пород линейная термическая деформация Δl описывается, по всем осям, выражением:

$$\Delta l = \beta l \Delta T \quad , \qquad (3)$$

где β – коэффициент линейного термического расширения горных пород, ΔT – повышение их температуры (по модулю равное величине A(Z)).

Расширение пород вдоль вертикально ориентированных граней куба влечёт за собой некоторое поднятие земной поверхности при сохранении прежнего давления пород в массиве. Расширение пород в горизонтальном направлении встречает сопротивление окружающих пород. Если породы обладают упругими свойствами, то возникают термически обусловленные (термомеханические) напряжения сжатия (σ_{ht}). Их можно оценить с помощью формулы Гука:

$$\sigma_{ht} = E \cdot {}^{\Delta l}/_{l} = E\beta\Delta T \quad , \qquad (4)$$

где E – модуль упругости (модуль Юнга).

Произведение $E\beta$ можно назвать комплексным коэффициентом термомеханического сжатия. Значения E у хрупко-упругих пород верхней коры (гранитов, гнейсов, слитных песчаников, мраморизованных известняков, кварцитов, роговиков) составляют (5–10)10^{10} Н/м². У кварцитов они достигают 1,5·10^{11}Н/м². Преобладающие значения β у этих пород находятся в диапазоне (6–10)10^{-6} (1/К), а у кварцитов могут превышать 10^{-5} (1/К) [8,9]. Для весьма прочных пород можно принять E = 10^{11} Н/м² и β = 10^{-5}(1/К). Тогда $E\beta$ = 10^{6} Н/м²К. Но у самых прочных пород $E\beta$ > 10^{6} Н/м²К.

На поверхности континентов характерные значения послеледникового повышения температуры были близки к 10К. Поэтому в наших оценочных расчётах примем ΔT(0) = A(0) = 10К. Соответствующие значения A(Z) вычислим с помощью (1), используя τ = 40 тыс. лет и два варианта значений α (1·10^{-6} и 2·10^{-6} м²/с). Получаем значения A(Z) и σ_{ht}, представленные в таблице 3. Напряжения σ_{ht} – это интересующие нас климатически обусловленные избыточные горизонтальные напряжения сжатия. Они являются внешне индуцированными внутренними тектоническими напряжениями (стрессами). Они охватывают, с убывающей интенсивностью, сотни и даже первые тысячи метров верхней части земной коры материков. В океанической коре они не возникают, поскольку в ходе четвертичного периода температура придонных вод океана почти не изменяется. (В межледниковые эпохи эти воды подпитываются притоком холодных вод со стороны Антарктики и Арктики).

Таблица 3

Повышение температуры горных пород A(Z)) и горизонтальные напряжения сжатия в них (σ_{ht}) при завершении последнего гляциоклиматического цикла (варианты 1 и 2)

Варианты		Z, м						
		10	100	200	400	600	800	1000
1	A(Z), К	9.9	8.5	7.3	5.3	3.9	2.8	2.1
	σ_{ht}, МПа*	9.9	8.5	7.3	5.3	3.9	2.8	2.1
2	A(Z), К	9.9	8.9	8.0	6.4	5.1	4.1	3.3
	σ_{ht}, МПа	9.9	8.9	8.0	6.4	5.1	4.1	3.3

Примечание: * σ_{ht} = 1 МПа = 10^{6} Н/м².

Рассматриваемые термотектонические напряжения накладываются на горизонтальные напряжения сжатия, связанные с давлением горных пород. Следуя [10,11], в массиве идеально упругих пород гравитационные напряжения сжатия (σ_{hg}) можно оценить с помощью выражения:

$$\sigma_{hg} = \varepsilon \cdot \sigma v = \left({}^{\mu}/_{(1-\mu)}\right) \cdot \rho g H \qquad (5)$$

Здесь ε = ${}^{\mu}/_{(1-\mu)}$ – коэффициент бокового распора (μ – коэффициент поперечных деформаций (Пуассона)); σ_v = $\rho g H$ – вертикальное давление (ρ – усреднённая плотность налегающей толщи пород, g – ускорение свободного падения, H – глубина).

Значения σ_v и σ_{hg}, рассчитанные с использованием значений μ = 0.3 и ρ = 2700 кг/м³, показаны в таблице 4. Они равномерно увеличиваются с глубиной.

Таблица 4

Гравитационные вертикальные (σ_v) и горизонтальные (σ_{hg}) напряжения сжатия в массиве прочных горных пород

Z, м	10	100	200	400	600	800	1000
σ_v, МПа	0.27	2.65	5.30	10.6	15.9	21.2	26.5
σ_{hg}, МПа	0.12	1.14	2.28	4.55	6.83	9.07	11.4

Полные горизонтальные напряжения сжатия (σ_h) в массиве пород – это сумма горизонтальных напряжений термотектонического и гравитационного происхождения:

$$\sigma_h = \sigma_{hg} + \sigma_{ht} \quad (6)$$

Значения σ_h, вычисленные по σ_{ht} и σ_{hg} из таблиц 3 и 4, представлены в таблице 5.

Таблица 5

Полные горизонтальные напряжения сжатия (σ_h) и отношение σ_h/σ_v в массиве прочных горных пород (варианты 1 и 2)

Варианты		Z, м						
		10	100	200	400	600	800	1000
1	σ_h, МПа	10.0	9.64	9.58	9.85	10.7	11.9	13.5
	σ_h/σ_v	37.1	3.64	1.81	0.94	0.68	0.56	0.51
2	σ_h, МПа	10.0	10.0	10.3	11.0	11.9	13.2	14.7
	σ_h/σ_v	37.1	3.79	1.94	1.03	0.75	0.62	0.55

Верхние две строки таблицы получены для условий кондуктивной теплопроводности в толще пород ($\alpha = 1 \cdot 10^{-6}$ м²/с), а нижние – для условий участия конвективной теплопроводности ($\alpha = 2 \cdot 10^{-6}$ м²/с). Во втором варианте значения σ_h и σ_h/σ_v немного больше, чем в первом. В обоих вариантах значения σ_h слабо изменяются с глубиной, а отношение σ_h/σ_v убывает, особенно резко – в верхнем горизонте пород.

Теперь имеется возможность сравнить рассчитанные показатели горизонтальных напряжений с данными измерений в массивах прочных пород и проверить изложенное объяснение природы избыточных напряжений. Мы затронем эту задачу в небольшой мере.

По данным Дж. Ферхугена и его коллег [10], фактические значения отношения σ_h/σ_v в приповерхностных упругих горных породах континентов составляют 0.5–1.0. В некоторых случаях эти значения достигают 2.0. Авторы отмечают, что в случае чисто гравитационного возникновения горизонтальных напряжений сжатия рассматриваемое отношение имело бы значения около 0.4. Но в малоупругих породах, а также породах, не способных длительное время выдерживать касательные напряжения, значения горизонтальных гравитационных напряжений приближаются к 1.0 (поскольку устанавливается равновесие, подобное гидростатическому).

В работе Д.М. Казикаева [11] представлены данные о современном поле напряжений в массиве горных пород Коробковского месторождения железистых кварцитов, в пределах железорудного бассейна Курской магнитной аномалии (КМА). Исследование проводилось на глубинах от 100 до 400 м методом полной разгрузки торца скважин. Все напряжения в массиве сжимающие, причём, субгоризонтальные нормальные напряжения по модулю близки к субвертикальным или превышают их. Отношение σ_h/σ_v, как правило, имеет значения в пределах 0.7–2.0. По характеру поля напряжений получен вывод, что исследованный массив горных пород испытывает тектоническое сжатие, наиболее сильное – в направлении простирания складчатых структур.

В Австралии, как отмечают Денхам и Виндзор (D. Denham, C.R. Windsor) [12], верхнекоровые тектонические напряжения (горизонтальные стрессы) практически везде являются сжимающими. Они выявлены в туннелях, шахтах, карьерах, скважинах. Сильное приповерхностное проявление этих напряжений наблюдается в юго-западном и некоторых других районах Австралии. На глубине около 10 м их значения могут превышать 20 МПа. В таких случаях $\sigma_h/\sigma_v > 74$. Ориентация осей максимальных напряжений – различная и менее всего выдержанная на глубинах до 500 м.

Эти данные о горизонтальных напряжениях сжатия вполне укладываются в диапазон рассчитанных нами значений. В принципе, нельзя считать исключением покровные слои горных пород в Австралии. Встречающиеся там большие значения σ_h и σ_h/σ_v только в 2 раза отличаются от расчётных. Мы полагаем, что породам этих слоёв свойственны аномально большие значения комплексного коэффициента термомеханического сжатия ($E\beta$ > 10^6 Н/м²К). Австралийские специалисты имеют возможность проверить данное объяснение.

Пространственная ориентация климатически обусловленных тектонических стрессов зависит от формы полей послеледникового повышения температуры на материках, характера геологических структур, свойств горных пород в их пределах. В соответствии с этим, в бассейне КМА совпадение векторов максимальных напряжений сжатия с направлением простирания складок можно объяснить продольной жёсткостью структур. Что касается напряжений попе-

речных направлений, то они могли испытать частичную разрядку вследствие некоторой податливости древних складок для дальнейшего бокового их смятия.

Таким образом, воздействие глобального послеледникового потепления климата на поле горизонтальных напряжений сжатия в приповерхностных горизонтах упругих горных пород представляется очевидным по физическому смыслу и поддаётся аналитическому расчёту. Существенно, что кроме климатической причины не известно ни одного другого реально действующего фактора, который смог бы вызвать избыточные горизонтальные напряжения сжатия на всех материках планеты. Для дальнейшего изучения термомеханической генерации напряжений целесообразно провести физическое и математическое моделирование процессов с привлечением фактических данных по разным регионам континентов.

Список литературы

1. Сергин В.Я., Сергин С.Я. Системный анализ проблемы больших колебаний климата и оледенения Земли. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 280 с.

2. The past 800 ka viewed through Antarctic ice cores // Episodes. – 2008. – Vol. 31. – № 2. – P. 219-221.

3. Crowley T.J. The geologic record of climatic change // Rev. of Geophys. and Space Phys. – 1983. – Vol. 21. – № 4. – P. 828–877.

4. Сергин С.Я. Угрожает ли человечеству климатическая катастрофа? – Saarbrücken Palmarium Academic Publiching, 2012. – 65 p.

5. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. 4-е. изд. – М.: Наука, 1972. – 736 с.

6. Моисеенко У.И., Смыслов А.А. Температура земных недр. – Л.: Недра. Ленингр. отделение, 1986. – 178 с.

7. Фролов Н.М. Гидрогеотермия. Изд. 2-е. – М.: Недра, 1976. – 280 с.

8. Протодъяконов М.М., Ильницкая Е.И., Тедер Р.И. Справочник (кадастр) физических свойств горных пород – М.: Недра, 1975. – 279 с.

9. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых / Ред. Н.Б. Дортман. – М.: Недра, 1984. – 455 с.

10. Земля. Введение в общую геологию / Дж. Ферхуген, Ф. Тернер, Л. Вейс и др. – М.: Мир, 1974. – Т. 2. – С. 399-846.

11. Казикаев Д.М. Геомеханические процессы при совместной и повторной разработке руд. – М.: Недра, 1981. – 288 с.

12. Denham D., Windsor C.R. The crustal stress pattern in the Australian continent // Explor. Geophys. – 1991. – Vol. 22. – P. 101–106.

SURPLUS HORIZONTAL COMPRESSION TENSIONS IN THE UPPER CRUST OF CONTINENTS: THE CLIMATIC CAUSE THEIR ORIGIN

S.Ya. Sergin, S.V. Sergeev

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

E–mail: sergin@bsu.edu.ru; sergeev@bsu.edu.ru

Transition from last glacial epoch to modern interglacial epoch caused temperature increase of upper crust rocks of continents and their thermal expansion. Horizontal thermomechanical compressions set up there. According to our analysis, they are main component of tectonic stresses in upper layers of continental crust.

Key words: upper crust, thermomechanical compressions, tectonic stresses, postglacial climate warming, climate and tectonic.

УДК 553.068.36

РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ И СТЕПЕНЬ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ КОВДОРСКОГО АПАТИТ-ФРАНКОЛИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.А. Дунаев, Е.Б. Яницкий

ОАО «ВИОГЕМ», Россия, 308007, г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 86

E-mail: yanez@geomix.ru

Установлено влияние структурного и литологического факторов на морфологию и внутреннее строение рудной залежи, выявлены особенности изменения с глубиной и по простиранию залежи её мощности и среднего содержания в рудах P_2O_5, дана оценка изменчивости (сложности) строения месторождения, на основе которой сделан вывод о достаточной степени его разведанности.

Ключевые слова: карбонатиты, кора выветривания, апатит-франколитовые руды, месторождение, изменчивость, степень разведанности.

Ковдорское апатит-франколитовое месторождение находится в Мурманской области. Оно расположено вблизи западного контакта Ковдорского массива ультраосновных и щелочных пород девонского возраста, который прорывает толщу метамофических пород, преимущественно гнейсов, верхнего архея. В экзоконтакте массива по гнейсам сформировался ореол фенитов. С этим массивом генетически связан рудно-карбонатитовый узел, представленный Ковдорским апатит-магнетитовым месторождением и спиралевидной в плане зоной карбонатитов [1]. К южному кольцевому фрагменту указанной зоны и приурочено апатит-франколитовое месторождение, разведанное в 1973–1977 годах. Оно залегает в мел-палеогеновой коре выветривания карбонатитов и вмещающих их фенитов, фенитизированных гнейсов. Его северо-восточный фланг подработан карьером рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК», эксплуатирующим с 1964 г. апатит-магнетитовое месторождение с получением апатитового, магнетитового и бадделеитового концентратов. В настоящее время апатит-франколитовое месторождение готовится к промышленному освоению Ковдорским ГОКом, чем и определяется актуальность данной статьи. Она подготовлена по результатам анализа материалов разведки месторождения и непосредственного изучения его северо-восточной части в уступах карьера рудника «Железный».

Внешний диаметр рудоконтролирующего карбонатитового кольца примерно 1.8 км, ширина около 0.6 км. Только в северо-восточном секторе кольца протяженностью 1 км, ширина его резко уменьшается до 60–100 м. Падение карбонатитовых тел в пределах кольца центриклинальное под углом 55–80°. Северо-восточный сектор кольца представлен разобщенными дайками карбонатитов мощностью до 10, редко 20–50 м. На остальной его части преобладает сочетание типичных даек карбонатитов мощностью 5–50 м и крупных мощностью 100–350 м дайковидных тел сложной формы. Внутри встречаются включения фенитов, в том числе в виде пластиновидных ксенолитов мощностью 5–10, редко до 30 м. Часто они пронизаны густой сетью карбонатитовых прожилков. Подобные образования получили название карбонатитовых штокверков. Эндоконтактовые части карбонатитовых тел обогащены ксенолитами фенитов, реже представлены карбонатитовыми штокверками. Для крупных карбонатитовых тел южной и восточной частей кольца характерно полосовидное чередование в разрезе карбонатитов, карбонатитовых штокверков и фенитов. Мощность полос составляет 5–20 м, а карбонатитовых – до 35–50 м.

Форма залежи апатит-франколитовых руд в плане неполнокольцевая, близкая к подковообразной, что обусловлено отсутствием промышленного апатит-франколитового оруденения в северо-восточной части карбонатитового кольца, представленной маломощной карбонатитовой зоной. Залежь протягивается по окружности кольца на 3.4 км. Ширина её очень изменчива – от 20 до 280 м. Конфигурация залежи сложная, характеризуется наличием выступов, апофиз, пережимов или раздувов, расщеплением на ряд маломощных рукавов. Внутри залежи наблюдаются вытянутые по её простиранию многочисленные включения выветрелых и франколитизированных фенитов (рис. 1, 2).

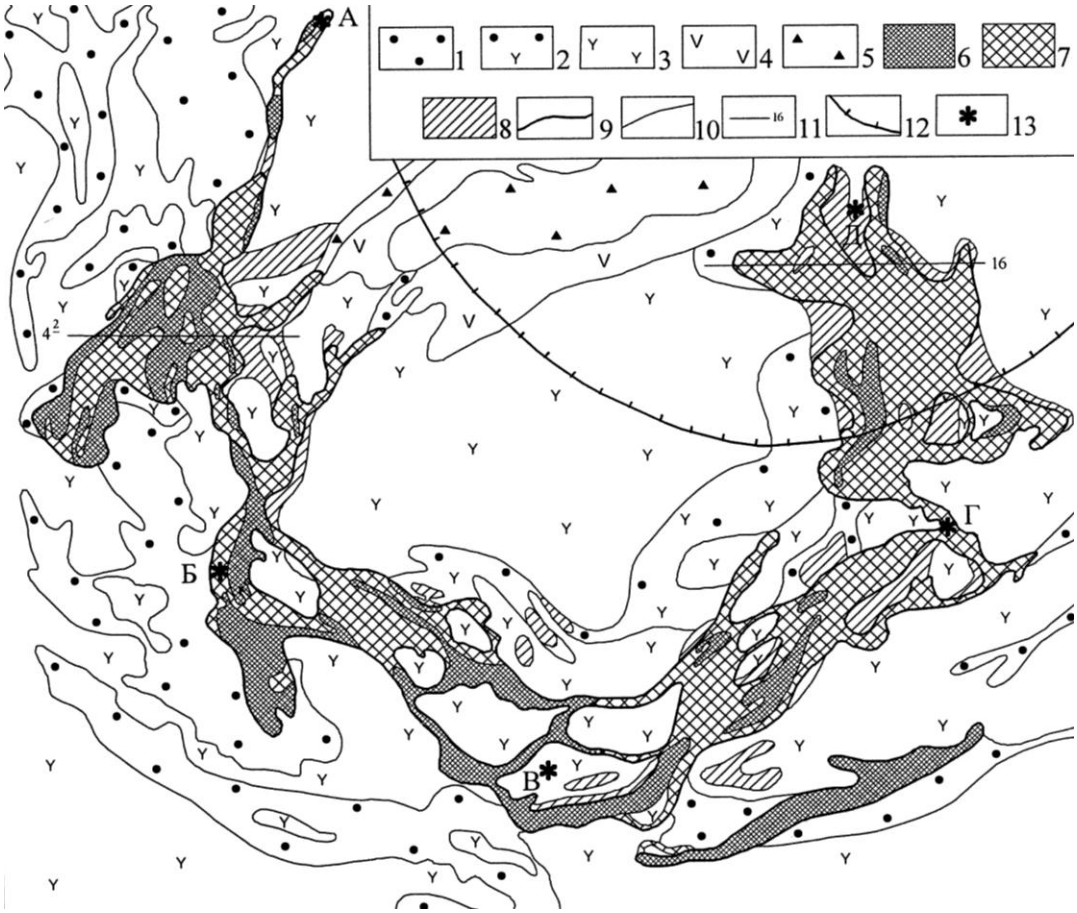


Рис. 1. Геологическая карта Ковдорского апатит-франколитового месторождения. По Б.И. Сулимову [1977] с разрядкой и дополнениями авторов:
1 – карбонатиты; 2 – карбонатиты, насыщенные ксенолитами фенитов и фенитизированных гнейсов; 3 – фениты и фенитизированные гнейсы; 4 – ийолиты; 5 – апатит-форстерит-магнетитовые и маложелезистые апатит-форстеритовые руды; 6-8 – апатит-франколитовые руды; 6 – богатые,7 – рядовые, 8 – убогие; 9 – контур залежи апатит-франколитовых руд; 10 – граница между различными типами пород и руд; 11 – линии геологических разрезов и их номера; 12 – граница карьера рудника «Железный»; 13 – опорные точки ломаной линии, по которой построена вертикальная проекция рудной залежи на рис. 5

Фрагменты рудной залежи, контролируемые дайками карбонатитов, представлены крутопадающими пластообразными телами. В крупных телах карбонатитов залежь приобретает желобо- или клинообразную форму. Глубина залегания её подошвы на различных участках месторождения колеблется от 20 до 200 м. Залежь подстилается зоной (мощностью 5–25 м) дезинтегрированных карбонатитов – пропитанных гидроксидами железа, с пустотами выщелачивания, легко раскалывающихся при слабом ударе. В них встречаются ядра свежих карбонатитов. Граница между рудами и дезинтегрированными карбонатитами резкая, извилистая.

Описанные выше черты морфологии рудной залежи обусловлены совокупным влиянием литологического и структурного факторов. Влияние литологического фактора выражено приуроченностью промышленного апатит-франколитового оруденения к телам карбонатитов, контакты которых с вмещающими силикатными породами часто являются границами рудной залежи. Вместе с тем, апатит-франколитовое оруденение в пределах спиралевидной карбонатитовой зоны проявлено только в её южном кольцевом фрагменте. При этом оно развивается не по всей площади кольца, а контуры залежи апатит-франколитовых руд далеко не всегда совпадают с границами тел карбонатитов. В неполнокольцевой конфигурации апатит-франколитовой залежи отчетливо проявлены прямолинейные элементы северо-восточного и северо-западного простираний, которые создают ломаный в плане контур залежи и контролируют её апофизы.

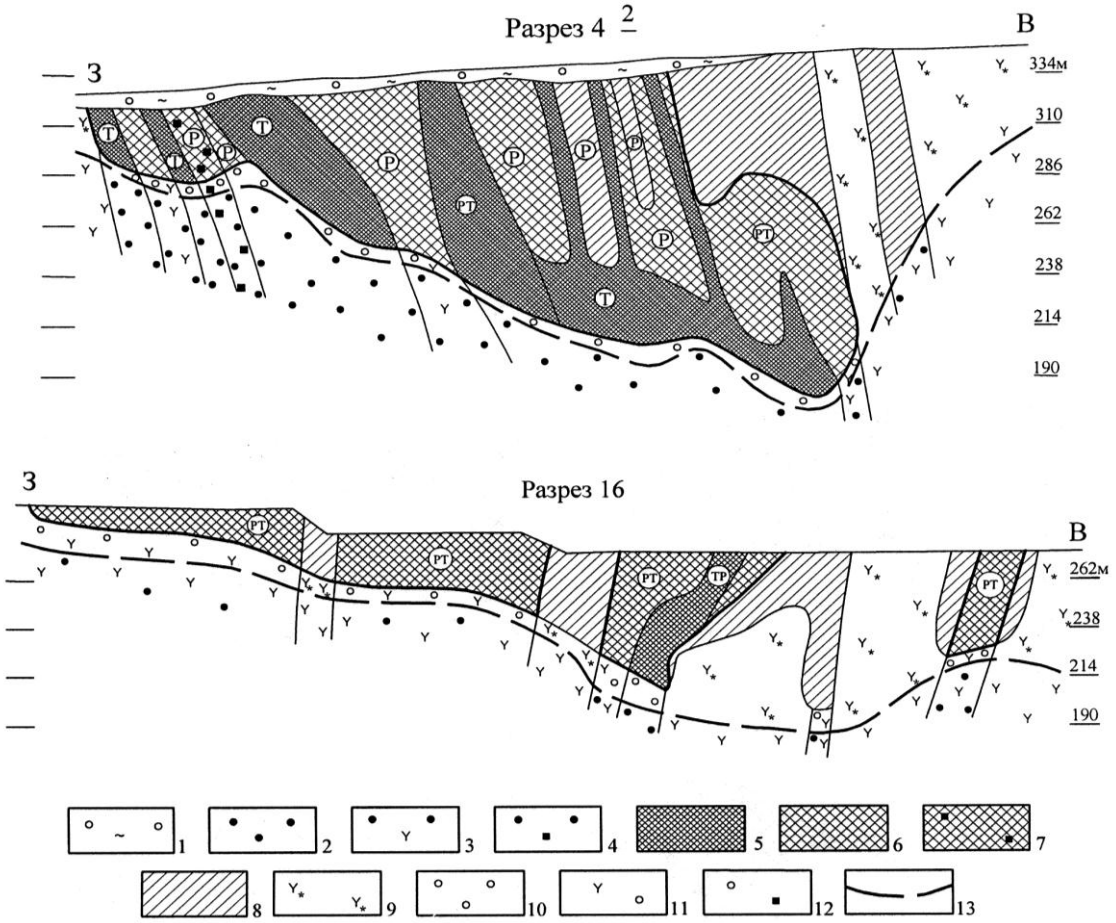


Рис. 2. Геологические разрезы Ковдорского апатит-франколитового месторождения (положение линий разрезов см. на рис. 1):
1 – четвертичные отложения; 2 – карбонатиты; 3 – карбонатиты, насыщенные ксенолитами фенитов; 4 – кальцит-магнетитовые руды; 5 – апатит-франколитовые руды (богатые); 6-7 – бедные и рядовые апатит-франколит-гидрослюдистые (6) и франколит-магнетитовые (7) руды; 8 – франколитизированные фениты, 9 – выветрелые франколитсодержащие фениты (P_2O_5 – до 2%); 10-12 – продукты гипергенной дезинтеграции: 10 – карбонатитов, 11 – карбонатитов, насыщенных ксенолитами фенитов и фенитизированных гнейсов, 12 – кальцит-магнетитовых руд; 13 – граница коры выветривания. Физико-механическое состояние фосфатных руд обозначено индексами: Т – твердые (каменистые), иногда с включениями рыхлых; Р – рыхлые, иногда с включениями твердых; ТР – твердые, перемежающиеся с рыхлыми; РТ – рыхлые, перемежающиеся с твердыми

Внутреннее строение рудной залежи определяется характером размещения в ней продуктивных образований коры выветривания, которые по уровню концентрации фосфатов подразделяются на руды кондиционные (P_2O_5>6%) и убогие (P_2O_5 2–6%). Они имеют примерно одинаковый минеральный состав и отличаются только количественным соотношением минералов. Остаточные минералы представлены главным образом апатитом, магнетитом, бадделеитом и силикатами (форстеритом, пироксеном и другими). Основные гипергенные минералы – франколит, гидрофлогопит и вермикулит, гидроксиды железа (гётит); второстепенные – сунгулит, гидрохлорит, монтмориллонит, гидроксиды марганца. Кондиционные руды по содержанию в них фосфатов подразделяются на богатые (P_2O_5>18%) и бедные (P_2O_5 6–18%). Преобладают бедные руды, доля которых составляет 66% общих запасов месторождения. Среднее содержание P_2O_5 в богатых рудах 25%, в бедных – 10.6%. Богатые руды представлены апатит-франколитовым минеральным типом, бедные – преимущественно апатит-франколит-гидрослюдистым, редко франколит-апатит-магнетитовым.

Апатит-франколитовые руды обычно плотные, серой или буровато-серой окраски, состоят главным образом из апатита и франколита. Среди них выделяют брекчиевидные и небрекчиевидные разности. Брекчиевидные руды встречаются чаще всего на верхних горизонтах, во внутренних частях рудной залежи, где они образуют тела сложной жилообразной формы, без четких границ, в целом согласные с залеганием рудовмещающих карбонатитов [2]. В

брекчиевидных рудах зёрна минералов карбонатитов и вмещающих их фенитов, а также обломки этих пород размером до нескольких дециметров в поперечнике, цементируются франколитом. Образование таких руд обусловлено возникновением по зонам интенсивной трещиноватости в карбонатитах щелевидных карстовых полостей, заполнением их обломочным материалом (оставшимся после растворения кальцитовой матрицы карбонатитов и привнесенным сверху в процессе инфлюации) и последующей его цементацией инфильтрационным франколитом. Небрекчиевидные руды обычно контактируют непосредственно с карбонатитами. Они светлоокрашенные, наследуют текстурные особенности исходных карбонатитов (полосчатость, пятнистость), но при этом обладают повышенной пористостью и кавернозностью. По минеральному составу такие руды близки к брекчиевидным, отличаясь лишь более выраженным преобладанием франколита над апатитом.

Апатит-франколит-гидрослюдистые руды преимущественно рыхлые или слабосцементированные. По внешнему виду представляют собой сыпучую тонко - и мелкозернистую, иногда глиноподобную массу серовато-желтого, темно- или зеленовато-бурого цвета. В составе руд доминирует гидрофлогопит, который вместе с вермикулитом, иногда сунгулитом, составляет 50–60% массы. Соотношение апатита и франколита в рудах изменчиво, но в целом преобладает франколит, цементирующий зёрна апатита и силикатов. Среди этих руд наблюдаются участки (мощностью от нескольких дециметров до нескольких метров) плотных апатит-франколитовых руд, а также включения измененных фенитов.

Франколит-апатит-магнетитовые руды встречаются редко. Их субстратом были обособления в карбонатитах кальцит-магнетитовых руд с форстеритом и флогопитом. Текстура руд кавернозная, ячеистая и губчатая, обусловленная наличием многочисленных пустот выщелачивания кальцита. Сохранившаяся от выщелачивания часть кальцита была замещена франколитом. На стенках пустот и трещин наблюдаются корочки франколита. Из фосфатов в рудах явно преобладает апатит (20–30%). Содержание в них франколита не превышает 10%. Обычно наблюдается перемежаемость рыхлых и плотных разностей руд.

Убогие руды развиваются преимущественно по выветрелым фенитам, вмещающим карбонатитовые тела или образующим внутри них крупные ксенолиты. Текстура руд прожилково-сетчатая, участками брекчиевидная. Они сформировались путем заполнения франколитом трещин гипергенной дезинтеграции в массиве фенитов. Размер ячейки сети таких трещин колеблется от нескольких сантиметров до нескольких дециметров. Мощность франколитовых прожилков 0.1–0.3 см. По физическому состоянию описываемые руды обычно плотные. Они окаймляют рудную залежь на отдельных участках месторождения в виде зон мощностью 5–25 м (по интенсивно карбонатизированным фенитам – до 50 м) и образуют многочисленные включения внутри залежи, которые составляют не менее 20% её объёма. В выветрелых фенитах, окружающих рудную залежь и убогие руды, содержание P_2O_5 достигает 2% за счёт развития в них тонких прожилков франколита. Среднее содержание P_2O_5 а незатронутых выветриванием фенитах 0.32% [3].

По условиям и механизму образования, форме выделений, структурно-текстурным особенностям агрегатов выделяют три основные генерации франколита. Первая из них образовалась путем метасоматического замещения кальцита и апатита карбонатитов, а также зёрен апатита в составе обломочного материала, представляющего собой продукт гипергенной дезагрегации либо инфлюации. Метасоматический франколит преобладает в составе богатых плотных небрекчиевидных руд и является существенной частью франколитизированных кальцит-магнетитовых руд. В виде кайм и псевдоморфоз по апатиту он встречается и в других типах руд. Вторая генерация франколита – продукт кристаллизации осадка, выпавшего из истинных фосфоросодержащих растворов. Она образована мелкозернистым агрегатом игольчатых кристаллов, иногда в виде радиально-лучистых срастаний и сферолитов. Ею представлен франколит бедных франколит-апатит-гидрослюдистых руд и основная масса цемента богатых брекчиевидных апатит-франколитовых руд. Третья генерация франколита выстилает в виде корочек мощностью 1–3 мм стенки пустот в плотных богатых апатит-франколитовых рудах, а также пустот и трещин в франколитизированных кальцит-магнетитовых рудах и фенитах. Поверхность корочек гладкая, бугорчатая (почковидная). Структура слагающего корочки франколитового агрегата метаколлоидная, что свидетельствует об образовании его из коллоидных растворов с последующей раскристаллизацией продуктов их коагуляции.

Закономерности размещения различных типов руд внутри залежи обусловлены главным образом литологическим фактором. По карбонатитам развивались преимущественно плотные богатые руды, по карбонатитовым штокверкам – бедные, как правило, рыхлые руды, по магнетитовым рудам в телах карбонатитов – рыхлые и плотные бедные франколит-апатит-магнетитовые руды, а по фенитам – убогие, преимущественно плотные руды. Согласно чередованию в разрезе субстратного массива пород собственно карбонатитов, карбонатитовых што-

кверков, магнетитовых руд и фенитов в разрезе рудной залежи также преобладает аналогичное чередование соответствующих типов руд. Границы между различными типами руд, в том числе по их физическому состоянию, нечёткие и сильно изменчивые по простиранию и падению залежи. Выполненная по данным разведки геометризация на разрезах типов руд (см. рис. 1, 2) отражает лишь самые общие их особенности размещения.

Влияние структурного фактора на внутреннее строение рудной залежи проявлено в том, что иногда по одним и тем же породам развиты различные по концентрации P_2O_5 типы руд; например, по карбонатитам богатые и рядовые, а по фенитам – от слабо франколитизированных их разностей (P_2O_5<2%) до убогих руд (P_2O_5 2–6%). Это обусловлено тем, что интенсивность процессов выщелачивания литологически однородного субстрата с накоплением в нем остаточного апатита и франколитизация за счет инфильтрации фосфоросодержащих растворов прямо зависят от водопроводимости этого субстрата, которая определяется интенсивностью его трещиноватости.

На рисунке 3 приведены кривые изменения с глубиной по 12-тиметровым эксплуатационным слоям запасов кондиционных апатит-франколитовых руд и среднего содержания в них P_2O_5, $Fe_{общ.}$, ZrO_2, CO_2. Значения показателей отнесены к подошве эксплуатационного слоя. Нагорная часть месторождения выше абсолютной отметки +274м не учитывалась, чтобы избежать искажений, обусловленных его эродированностью. Ниже этой отметки запасы руд закономерно убывают. С глубиной среднее содержание P_2O_5, $Fe_{общ.}$ и ZrO_2 волнообразно изменяется с незначительным уменьшением по линии тренда (P_2O_5 от 15.24 до 13.95%, $Fe_{общ.}$ от 8.75 до 6.62%, ZrO_2 от 0.06 до 0.05%), а CO_2 остается практически на одном уровне (1.7–1.9%). Характер изменения с глубиной среднего содержания в рудах P_2O_5, $Fe_{общ.}$, ZrO_2 и CO_2 свидетельствует об отсутствие на месторождении сколько-нибудь выраженной вертикальной зональности фосфатного оруденения. Сокращение с глубиной запасов руд обусловлено уменьшением в этом направлении площади рудной залежи в связи с желобо- и клинообразной формой ее подошвы.

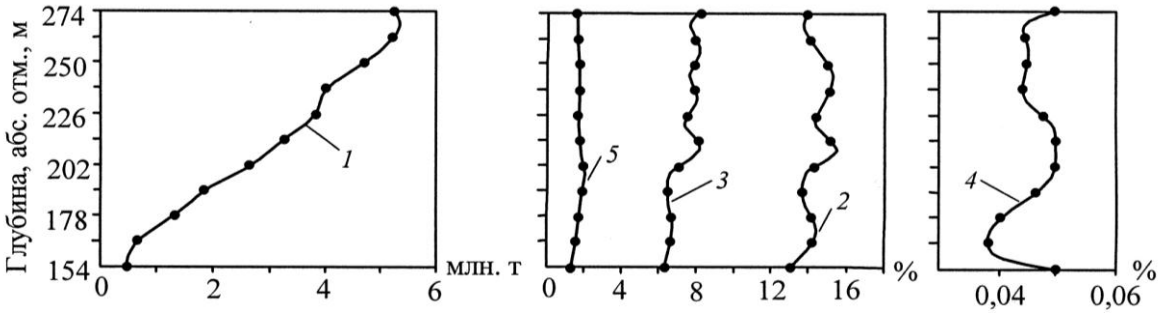


Рис. 3. Кривые изменения с глубиной запасов апатит-франколитовых руд (1) и среднего содержания в них P_2O_5 (2), $Fe_{общ.}$ (3), ZrO_2 (4), CO_2 (5)

Вариационный ряд содержаний P_2O_5 в кондиционных апатит-франколитовых рудах (рис. 4) является плосковершинным, имеет два максимума. Плосковершинность обусловлена примерно одинаковой частостью классов в широком (8–32%) диапазоне содержаний P_2O_5. Наличие двух максимумов связано с неоднородностью данной совокупности. В ней присутствуют значения содержаний P_2O_5 в бедных рыхлых (слабосцементированных) рудах, которым соответствует максимум 6–8%, и в богатых плотных рудах с максимумом 26–28%.

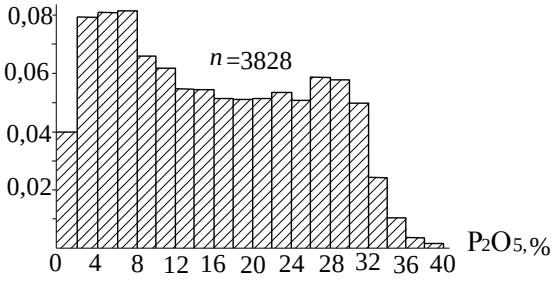


Рис. 4. Гистограмма частостей содержаний P_2O_5 в апатит-франколитовых рудах

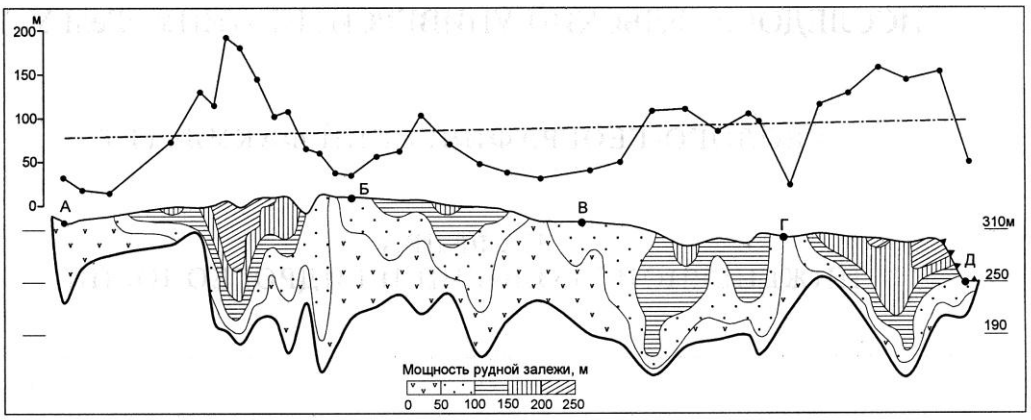
Характер изменения мощности и качества руд по простиранию залежи и с глубиной отражен на её вертикальных проекциях в изолиниях значений указанных параметров оруденения (рис. 5). Для построения этих проекций по всем разведочным сечениям (профилям) через 12 м (проектная высота уступов карьера) определялась горизонтальная мощность балансовых

руд, а по каждому 12-тиметровому эксплуатационному слою рассчитывалось среднее содержание P_2O_5, значение которого относилось к подошве слоя.

С глубиной мощность рудной залежи закономерно убывает, но с разной степенью интенсивности по простиранию залежи (от одного разведочного сечения к другому). При этом средняя ее мощность в разведочных сечениях характеризуется периодической изменчивостью, обусловленной чередованием участков уплощенно-воронкообразного расширения залежи по направлению к земной поверхности с участками существенного уменьшения ее мощности. Длина полупериода колебаний средней мощности залежи (400–700 м), а амплитуда (50–100 м; отн. средней мощности по всем разведочным сечениям 85 м). По линии тренда фиксируется тенденция к некоторому увеличению средней мощности залежи в направлении от точки А к точке Д (см. рис. 5а).

Анализ распределения P_2O_5 на вертикальной проекции рудной залежи (см. рис. 5б) подтверждает сделанный выше вывод об отсутствии вертикальной зональности фосфатной минерализации. Только в единичных профилях наблюдается направленное увеличение или уменьшение содержания P_2O_5 с глубиной, но преобладающим является незакономерное его колебание по вертикали.

а



б

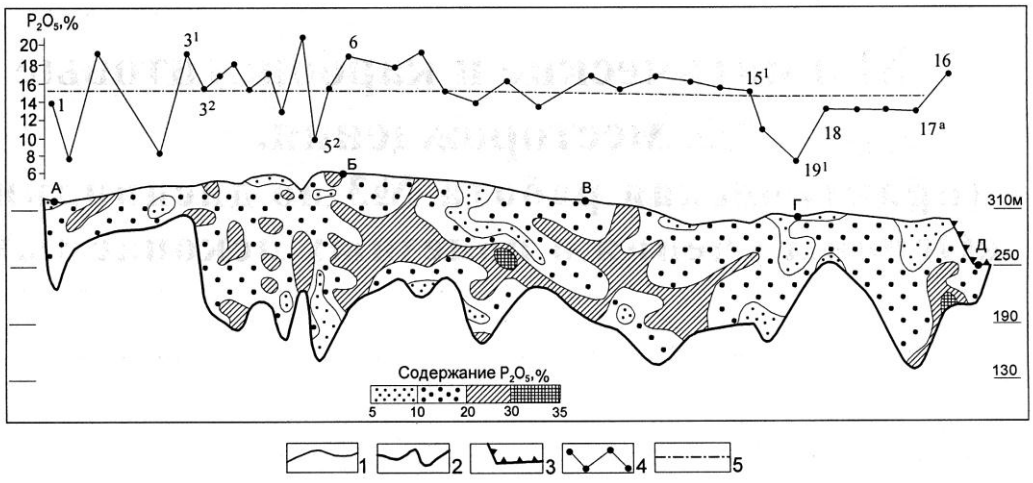


Рис. 5. Распределение мощности апатит-франколитовых руд (а) и среднего содержания в них P_2O_5 (б) на вертикальной проекции рудной залежи (соотношение горизонтального и вертикального масштабов 1:3); А, Б, В, Г, Д – опорные точки ломаной линии, по которой построена проекция (позиция точек в плане показана на рис. 1)

1 – земная поверхность; 2 – подошва рудной залежи; 3 – граница карьера рудника «Железный» по состоянию на 1973г.; 4 – графики изменения средней мощности руд и среднего содержания в них P_2O_5 по простиранию залежи (цифрой рядом с точкой указан номер разведочного профиля); 5 – линия тренда

По простиранию залежи от северо-западного ее фланга к северо-восточному в поведении среднего содержания P_2O_5 наблюдается следующая картина. Первый интервал (профили 1-3¹) протяженностью 460м характеризуется в целом низким содержанием P_2O_5 (14.14%) и значи-

тельными его колебаниями. Отклонение от среднего его значения по участку в различных профилях составляет в среднем 4.87%. На втором интервале (профили 3^2-15^1) длиной 1650 м наблюдается относительно устойчивое высокое содержание P_2O_5. Отклонение от среднего его значения по участку (16.74%), составляет в среднем 1.77%. Исключением является незначительный по длине интервал в районе профиля 5^2 с резким пережимом мощности залежи и уменьшением среднего содержания P_2O_5 до 10.07%. Третий интервал (профили 19–16) протяженностью 720 м характеризуется существенно более низким по сравнению с предыдущим участком средним содержанием P_2O_5 (13.09%). При этом на границе этих двух интервалов (профиль 19^1) в месте пережима рудной залежи оно падает до 7.67%, далее между профилями 18 и 17^a держится практически на одном уровне (13.7%), а затем возрастает до 18.45%.

В целом интервалы уменьшения содержания P_2O_5 по простиранию залежи соответствуют местам резкого сокращения ее мощности, нередко сопровождающимся существенным уменьшением глубины залегания подошвы залежи. Эта однозначно указывает на приуроченность таких интервалов к тем участкам рудоконтролирующей зоны, которые характеризуются уменьшением ее мощности и интенсивности трещиноватости, а, соответственно, степени проницаемости для нисходящих рудогенерирующих подземных вод.

В соответствии с «Методическими рекомендациями…» [4] дана оценка степени изменчивости (сложности) строения рассматриваемого месторождения по следующим количественным показателям: коэффициенту рудоносности ($К_р$), показателю сложности (q) и коэффициентам вариации мощности рудных пересечений (V_m) и содержания в них P_2O_5 (V_c). Все показатели рассчитывались как отдельно по участкам, отличающимися друг от друга особенностями залегания, морфологии и внутреннего строения рудной залежи (см. рис.1), так и по месторождению в целом (таблица).

Таблица

Показатели изменчивости (сложности) строения Ковдорского апатит-франколитового месторождения

Участки месторождения	$К_р$	q	V_m, %	V_c, %
Западный (А-Б)	0.93	0.73	74.9	57.0
Юго-Западный (Б-В)	0.84	0.64	68.8	69.6
Юго-Восточный (В-Г)	0.96	0.64	56.1	58.5
Восточный (Г-Д)	0.78	0.62	70.7	69.2
Месторождение в целом	0.88	0.66	67.6	63.6

Расчет коэффициента рудоносности выполнен статистическим способом как отношение суммы длин интервалов кондиционных руд по разведочным скважинам к общей длине скважин в контурах подсчетных блоков. Показатель сложности определялся как отношение числа рудных пересечений к сумме всех разведочных пересечений (рудных, безрудных внутриконтурных и законтурных, обрисовывающих общую границу залежи). Коэффициенты вариации вычислялись общепринятым способом.

При некотором различии значений показателей изменчивости фосфатного оруденения по отдельным участкам месторождения, каждый из них, как и месторождение в целом, относится ко 2-й группе сложности по критериям ГКЗ Роснедра: $К_р$=0.7–0.9; q=0.6–0.8; V_m=40–100; V_c=40–100 [4]. Применительно к таким месторождениям рекомендуемая указанным документом плотность сети разведочных скважин для оценки запасов по категории *B* составляет 75–150 м между профилями и 50–75 м между скважинами в профилях, а для категории $С_1$ соответственно 150–300 м и 75–100 м. Фактически разведка месторождения выполнена по сети 50×25 м по категории В (участок между профилями 3 и 6) и 100×25 м по категории C_1 (остальная часть рудной залежи). Отсюда следует, что особенности геологического строения и запасы фосфатных руд месторождения установлены с достоверностью, достаточной для проектирования его промышленного освоения.

Учитывая сложное чередование внутри залежи различных по минеральному составу, физическому состоянию и содержанию P_2O_5 фосфатных руд, в процессе отработки месторождения необходимо проведение эксплуатационной разведки и опробования шлама взрывных скважин, что обеспечит надежную информационную основу для эффективного текущего и оперативного планирования добычи и обогащения фосфатного сырья.

Выводы

1. Позиция, форма и строение залежи апатит-франколитовых руд Ковдорского месторождения обусловлены влиянием структурного и литологического факторов. Структурный фактор проявился в приуроченности залежи к наложенной на карбонатитовое кольцо зоне линейной трещиноватости, отдельные фрагменты которой имеют северо-восточное и северо-

западное простирание. Он определил границы рудной залежи внутри крупных карбонатитовых тел и сложную геометрию ее подошвы, а также формирование по литологически однородному субстрату различных по содержанию фосфора руд. Литологический фактор обусловил образование апатит-франколитовых руд по карбонатитам, апатит-франколит-гидрослюдистых руд по карбонатитовым штокверкам, франколит-апатит-магнетитовых по кальцит-магнетитовым рудам в карбонатитах, франколитовых прожилково-сетчатых по фенитам.

2. С глубиной мощность залежи и запасы фосфатных руд закономерно уменьшаются, а среднее содержание в них P_2O_5 изменяется волнообразно с незначительным снижением по линии тренда.

3. По простиранию залежи средняя мощность руд в разведочных сечениях характеризуется периодической изменчивостью, обусловленной чередованием раздувов залежи с ее пережимами. Фланги залежи по сравнению с её остальной частью представлены в среднем более бедным и изменчивым по содержанию P_2O_5 фосфатным оруденением.

4. Оцененная по комплексу параметров (коэффициенту рудоносности, показателю сложности, коэффициентам вариации мощности рудных пересечений и содержания в них P_2O_5) степень изменчивости (сложности) строения рассматриваемого месторождения соответствует 2-й группе на классификации ГКЗ Роснедра. Оно разведано с достоверностью, достаточной для проектирования добычи и переработки фосфатных руд. В проекте необходимо предусмотреть эксплуатационную разведку и опробование шлама взрывных скважин.

Список литературы

1. Дунаев В.А. Рудно-карбонатитовые узлы Ковдорского массива ультраосновных щелочных пород // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1982. – № 10. – С.83–86.

2. Краснова Н.И. Геология, минералогия и вопросы генезиса апатит-франколитовых пород Ковдорского массива // Вещественный состав фосфоритов. – Новосибирск: Недра, 1969. – С. 164–172.

3. Терновой В.И. Карбонатитовые массивы и их полезные ископаемые. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. – 168 с.

4. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Фосфатные руды. – М.: ФГУ «ГКЗ», 2007. – 42с.

ORE-CONTROLLING FACTORS, FEATURES OF DISPOSITION AND DEGREE OF VARIABILITY OF METALLIZATION OF KOVDORSKY APATITE-FRANCOLITE DEPOSIT

V.A. Dunaev, E.B. Yanitsky

OJSC «VIOGEM», 86, B. Khmelnitsky, 308007, Belgorod, Russia

E–mail: yanez@geomix.ru

The influence of structural and lithologic factors on morphology and an inner structure of the ore-run is established, the peculiarities of the changes with depth and along strike deposits of its thickness and the mean maintenance in the ores of P_2O_5 are revealed, the estimation of variability (complication) of the structure of a depositis is produced, on this basis it is concluded that its degree of exploration is sufficient .

Key words: carbonatites, crust of weathering, apatite-francolite ore, deposit, the variability, the degree of exploration.

УДК 553.042:622.016.25

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ОБВОДНЁННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

И.И. Никулин

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

E-mail: iinikulin@gmail.com

Изложены геологические и некоторые технологические аспекты по ведению геологоразведочных и добычных работ на месторождениях богатых железных руд, в частности Большетроицкого месторождения КМА, со сложными геологическими и экономическими условиями. Предложены основные факторы при выборе метода добычи богатых железных руд. На основании проведенных геолого-технологических наработок выделены критерии, которые следует учитывать при заложении добычных технологических скважин.

Ключевые слова: богатые железные руды, геолого-технологические аспекты, геологические критерии, скважинная гидродобыча.

Введение

В основных направлениях экономического развития страны обеспечение сырьевой базы черной металлургии является одной из главных задач. Поставленная задача может быть решена только при учете всех факторов, определяющих формирование и освоение залежей богатых железных руд.

В пределах Курской магнитной аномалии принято считать четыре железорудных района: Белгородский, Старооскольский, Новооскольский, Курско-Орловский. Наиболее крупные месторождения богатых руд сосредоточены в юго-западной полосе КМА. Прогнозные ресурсы неокисленных кварцитов (до глуб. 700 м) 856 млрд. т, богатых железных руд (до глуб. 1200 м.) 82 млрд. т (1984), в т. ч. общие балансовые запасы железных руд КМА оцениваются в 44.6 млрд. ***m***, в т. ч. богатых руд 26.1 млрд. ***m***, железистых кварцитов 18.5 млрд. ***m***. Белгородский район сосредоточивает 90.5% запасов богатых руд КМА по категориям $A+B+C_1$ и 96.9% по категориям $A+B+C_1+C_2$. В его составе уникальные по запасам и качеству богатых руд месторождения: Яковлевское, Гостищевское, Разуменское, Большетроицкое и др. Среднее содержание в них железа свыше 60%, при незначительном количестве окиси кремния, серы и фосфора. Рудная залежь находится на глубинах, допускающих только подземную добычу. Месторождения сильно обводнены (до восьми водоносных горизонтов), поэтому перед добычей руды при подземном шахтном способе необходимо провести осушение, осуществить проходку стволов, которая возможна только с помощью замораживания. Такое положение вещей вынуждает недропользователей проводить своевременные интеграции в добычном процессе, а на новых участках в начале освоения вводить инновационные подходы.

Проблематика освоения месторождений со сложными геологическими условиями

Современное развитие бизнеса в освоении недр заставляет по-иному взглянуть на традиционные способы добычи полезных ископаемых. Большая часть запасов железных руд находится в густонаселенных и пахотных чернозёмных районах (рис. 1). Прежде всего, приходится учитывать: а) сжатые сроки (в связи с экономическими условиями) для изучения и освоения месторождения; б) условия локализации рудной толщи (особенно в чернозёмных регионах) и в) современные эколого-экономические требования в горнодобывающей промышленности. В связи с этим для разработки Большетроицкого месторождения богатых железных руд отдано предпочтение в сторону метода подземной скважинной добычи.

Главными факторами, взятыми за основу при выборе метода добычи богатых железных руд, являются:

1. Обводнённость толщи вмещающих пород и рудной залежи при разработке подземным способом требует выполнения сложных мероприятий по её осушению.

2. Содержащиеся в рудном теле прослои пустых пород, некондиционных богатых железных руд и кварцитов, представленных скальными включениями, требуют при традиционном способе разработки предварительного рыхления их буровзрывным способом.

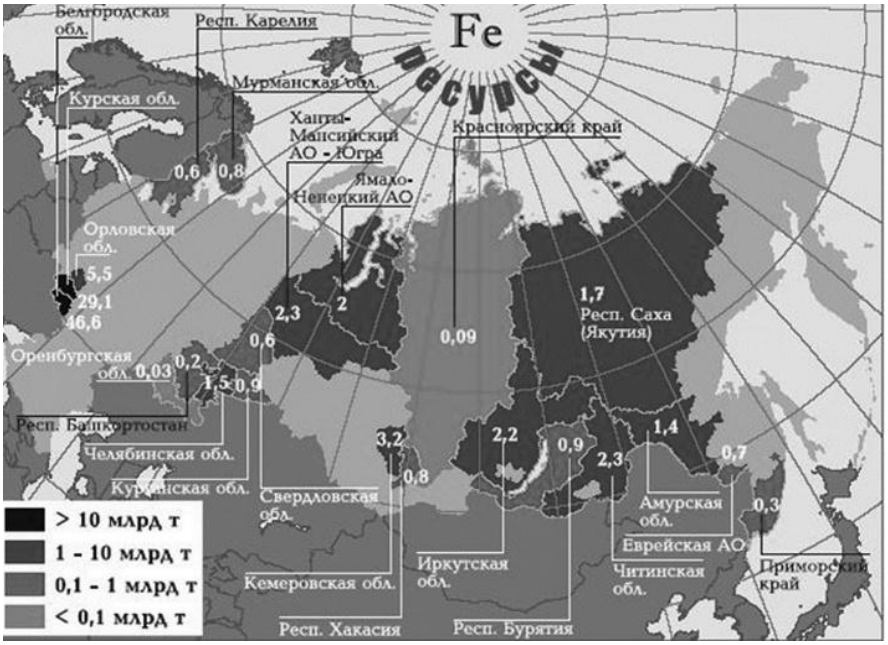


Рис. 1. Регионы Российской Федерации с железорудным потенциалом

3. Метод подземной добычи через скважины, при котором руда выдаётся в виде рудной пульпы, позволяет осуществлять её транспортировку гидротранспортом, а разрушенные пустые породы, поднятые на поверхность, возможно возвратитьв подземную добычную камеру (обратно в недра).

4. Применение технологии подземной скважинной добычи в промышленных масштабах предполагает возможность компенсации выбывающих мощностей действующих карьеров горно-обогатительных предприятий России за счет освоения глубоко залегающих железных руд в бассейне КМА методом подземной добычи через скважины.

5. Учитывая, что запасы глубокозалегающих месторождений богатых железных руд Белгородского рудного района КМА находятся практически на не доступной глубине для открытого способа отработки (500–1000 м), а возможно только двумя способами - подземной добычей через скважины или шахтным. При этом подземная добыча через скважины имеет ряд наглядных преимуществ перед шахтным способом отработки: сжатые сроки строительства и пуска предприятия за один-два года; минимальные капитальные вложения; себестоимость 1 тонны товарной руды; годовые эксплуатационные расходы; рентабельность к фондам.

6. Метод скважинной добычи высококачественной железной руды оказывает наименьшее влияние на окружающую среду (близрасположенные поселения, посевные поля с чернозёмом, лесонасаждения).

7. Затраты экологического характера по предприятию, ведущему отработку методом скважинной добычи, будут в основном связаны с платой за недра и локальные выбросы, которые весьма незначительны. Следовательно, и затраты в будущем по этим статьям расходов будут минимальные.

Особенности геолого-технологических наработок методом СГД

Большетроицкое месторождение богатых железных руд расположено в юго-западной части Белгородского рудного района и приурочено к Прохоровско-Большетроицкой рудной зоне. В структурном отношении месторождение рассматривается как одноименная синклиналь в составе Корочанско-Большетроицкой грабен-синклинали, а последняя является частью Белгородского грабен-синклинория. В ядре Большетроицкой синклинали фиксируются рудоносные породы курской серии нижнего протерозоя; крылья сложены метаморфическими и магматическими образованиями архея. Богатые железные руды сформировались в довизейской коре выветривания, развитой на железистых кварцитах курской серии. В составе Большетроицкого месторождения два участка – Западный (главный) и Восточный участки. На Западном участке с 2006 года ведутся геологоразведочные работы. С 2008 года в пределах месторождения производятся опытно-экспериментальные эксплуатационные работы методом подземной скважинной добычи, который позволяет извлекать слабо сцементированные богатые руды из-под мощного (~500 м) осадочного чехла (рис. 2), представляющего собой снизу вверх: нижнекаменноугольных отложений средней мощностю – 64 м, средне- и верхнеюрские образования – 138 м, меловые – 242 м, палеогеновые – 22 м и четвертичные отложения – 8 м.

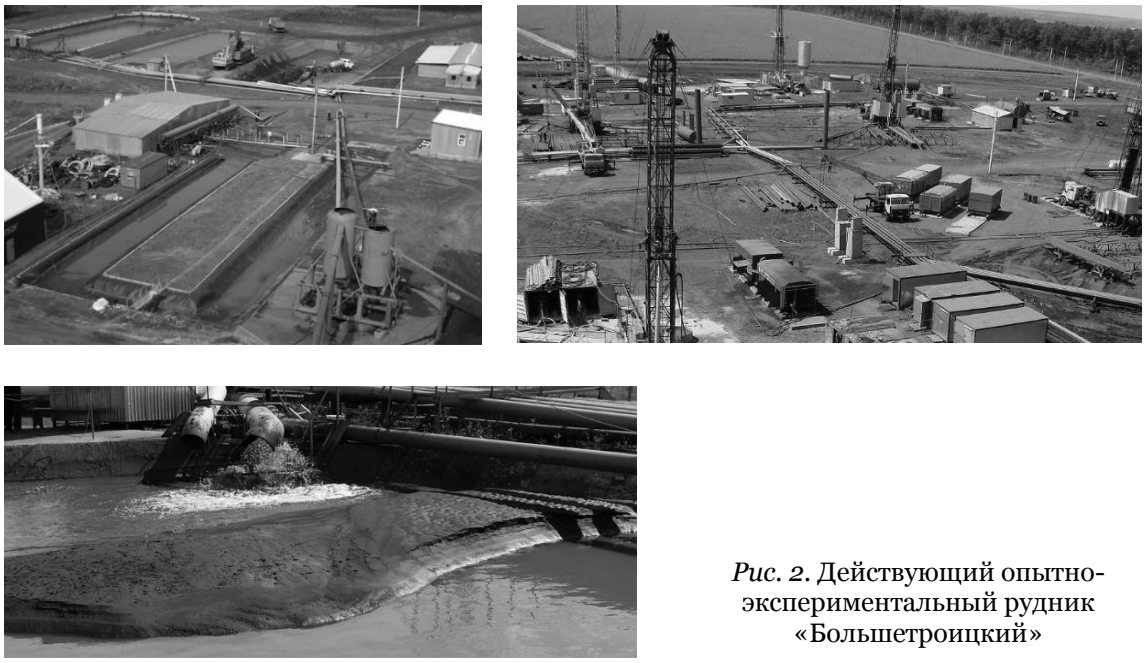


Рис. 2. Действующий опытно-экспериментальный рудник «Большетроицкий»

По данным геологоразведочных работ, полученных в период производства 2006–2011 гг. (рис. 3) выяснилось: 1) в пределах Западного участка месторождения прослеживаются два тектонических нарушения типа взброса-сброса (субширотного простирания) и сдвига (субмеридианального простирания) (рис. 4); 2) типы руд невыдержанны по разрезу и простиранию более чем на 50 м.

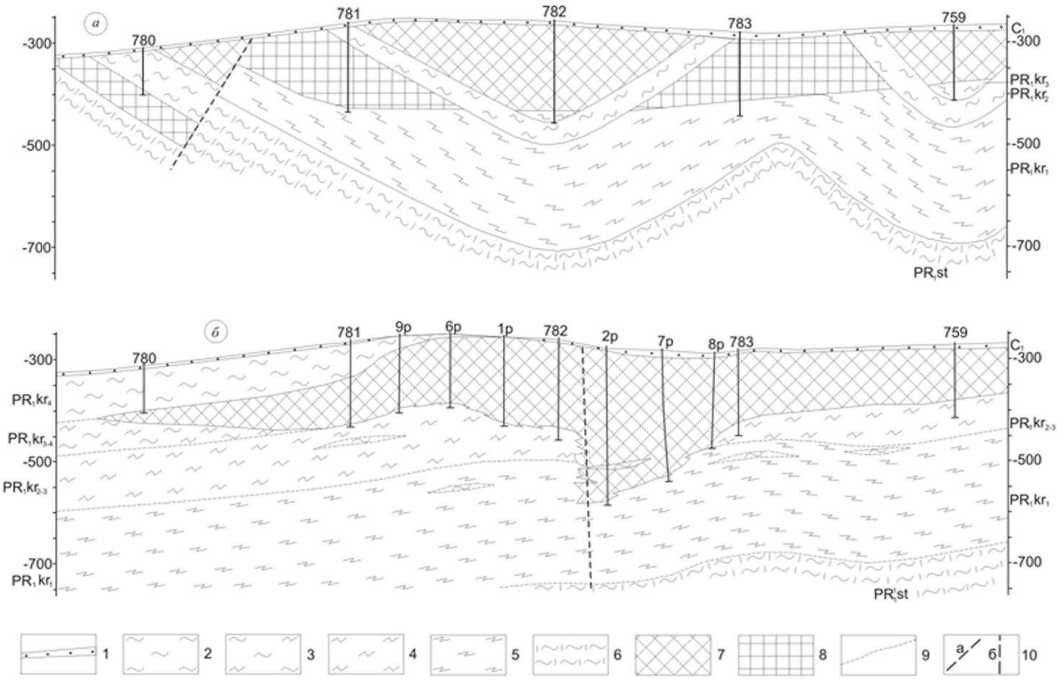
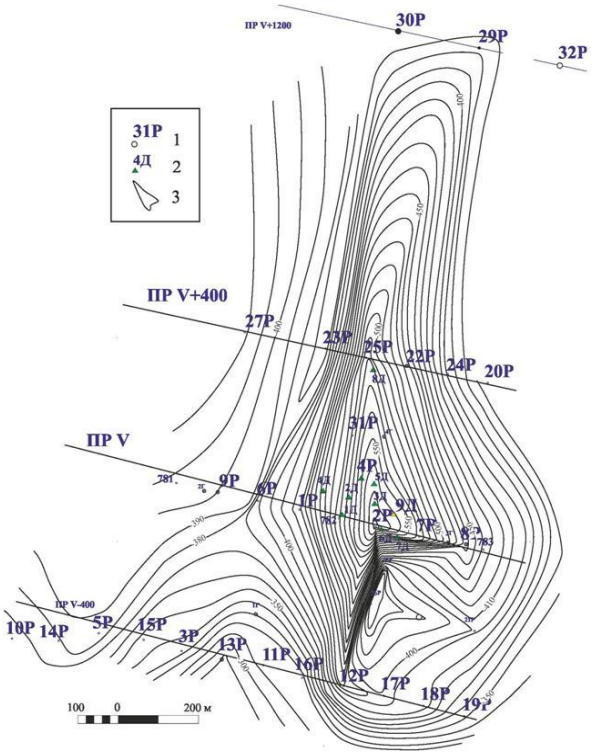


Рис. 3. Схематический геологический разрез по профилю V Большетроицкого месторождения (Западный участок)

Примечания: а) по результатам поисково-оценочных работ 1960–65 гг. и б) по результатам разведочных работ 2008–10 гг.; 1 – базальный горизонт C_1-отложений, рудные конгло-брекчии; 2 – выветрелыефиллитовидные сланцы, бокситы, Fe-Al-породы PR_1kr_4, прослои сланцев среди Fe-кварцитов kr_{2-3}; 3 – толща, переходная от сланцев к Fe-кварцитам; 4 – Fe-кварциты, kr_{2-3}; 5 – Fe-кварциты, kr_1; 6 – филлитовидные сланцы, PR_1st; 7 – богатые Fe-руды в kr_{2-3}; 8 – богатые Fe-руды в kr_1; 9 – предполагаемые (условные) границы; 10 – предполагаемые разломы (а); ось зоны дробления (б).



Рыхлые руды Большетроицкого месторождения залегают в тех же условиях, что и скальные (сильно сцементированные). Рыхлые руды, по всей видимости, образовались за счет выноса кварца из плотных руд, скальные богатые руды за счет действия растворов и наличия подвижного карбонатного материала.

В минералогическом отношении руды на Большетроицком месторождении представляют собой двухкомпонентные или трехкомпонентные образования, состоящие из гематита (и его морфологической разновидности – мартита) (6–100%), магнетита (и его морфологической разновидности – мушкетовита) (до 32%), гётита (до 51.5%), реже гидрогематита и карбонатов (до 54.3%) (рис. 5).

Рис. 4. Рельеф подошвы залежи богатых железных руд Большетроицкого месторождения
Примечания: 1 – геологоразведочные скважины; 2 – технологические (добычные) скважины; 3 – изолинии абсолютных отметок глубин в метрах

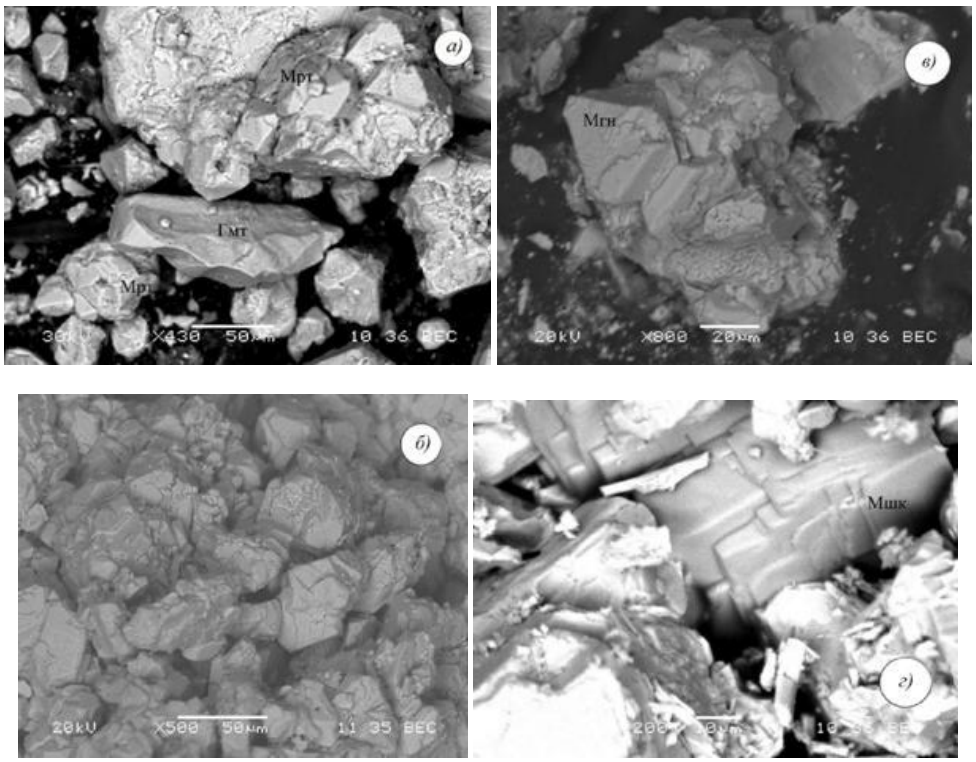


Рис. 5. Растровые электронные снимки минеральных образований железных окислов
Примечание: а) гематит (Гмт) мартит (Мрт), скв. 1р глуб. 552.0 м; б) магнетит полностью замещён псевдоморфозой гематита (мартитом), скв. 25р глуб. 550.7 м; в) магнетит (Мгн), скв. 27р глуб. 596.0 м; г) мушкетовит (Мшк), скв. 1р глуб. 579.1 м

Второстепенными минералами являются: бертьерин, шамозит, апатит, кварц, слюды. Нередко гематит гидратизирован с образованием красных, иногда и бурых гидроокислов желе-

за, часто окрашивающих руды в красные и бурые тона; содержание в таких прослоях различных гидроокислов весьма различно.

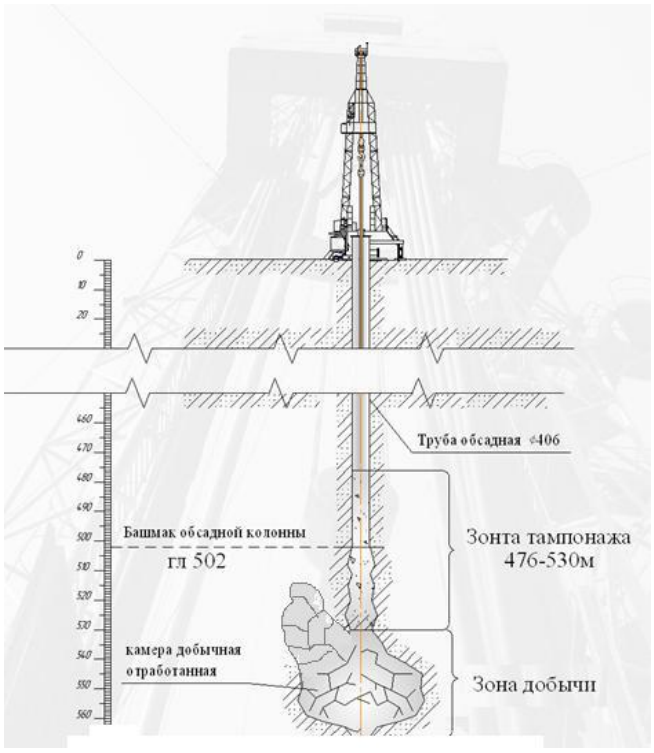
Содержание железа не зависит от мощности коры выветривания и только плавно понижается (первые метры) на контакте с неизменёнными железистыми кварцитами, в которых резко уменьшается.

Преобладание рыхлых руд (гематитовых разновидностей) повышается в тех местах, где отмечены пологие палеосклоны по кварцитам. Таковыми можно считать в блоке между скважинами 26р–28р и 7р–24р, вероятно между скважинами 16р и 2р. Перерывы в распространении рыхлых руд, по-видимому, отвечают местному плоскопараллельному залеганию пород, где преобладали растягивающие усилия. В горизонтах с застойными водами гематитовые породы преобразовались в тонкодисперсные гётитовые и гидрогематитовые разности как, например, между скважинами 25р и 22р.

Проведения опытных геолого-технологических исследований на Большетроицком западном участке выделены следующие критерии, которые следует учитывать при заложении новых технологических скважин:

1. Стратиграфический. Наличие карбонатного «панциря» мощностью не менее 30 м над рудной толщей – центральные части геологоразведочных профилей V, V+400 и V-400. Должен учитываться исключительно массивный доломитовый горизонт.
2. Тектонический. Добычные должны конструироваться от взбросово-сбросовых структур в пределах 20–30 м. Виды скважин: вертикальные и трехазимутальные (противоположно от тектонической структуры; взаимопротивоположные друг от друга по простиранию структуры).
3. Фациальный. Две геологоразведочные скважины с расстоянием не более 50 м; между ними должны быть исключительно скальные руды с пластом рыхлых в верхней части рудной толщи.

На первоочередном добычном поле рудника, в период 2006–2010 годов построены 8 опытно-экспериментальных скважин. В начальный период освоения Большетроицкого железорудного месторождения из первой геологоразведочной скважины с открытым стволом Ø 120 мм была добыта первая партия железной руды, весом 120 тонн. После анализа её вещественного и качественного состава оказалось, что содержание железа в добытой руде выше на 1.5–2.0%, чем в керне. Содержание вредных примесей по отдельным элементам (в том числе SiO_2) уменьшилось почти в 2 раза. Таким образом, в процессе подъёма пульпы на поверхность происходит обогащение за счет взаимного соударения рудных частиц, отмыва сопутствующего глинистого материала и увеличение содержания $Fe_{общ.}$ до 69.0%.



Высокие качественные характеристики железной руды предполагают её использование как сырьё для электрометаллургии, при производстве специальных сталей, а так же в аккумуляторной и ферритной промышленности и т.д.

Работы по очистной выемке руды в добычных скважина, вскрывающих рудное тело мощностью 120–200 м на глубине 520–540 м от дневной поверхности (рис. 6), показали, что в вертикальных добычных скважинах формирование очистной камеры с заданными параметрами, с применением гидромониторного размыва их стенок возможны только при её горизонтальном сечении не более 1.5–1.8 м, а при сечении более двух метров разрушающее воздействие гидромониторных струй в затопленном пространстве на глубине 600–700 м от поверхности минимально и осуществляется с затуханием до почти полного прекращения дезинтеграции руды.

Рис. 6. Конструкция добычной скважины с вертикальным стволом

Примечание: Диаметр пульпоподъёмной колонны 324 мм; буровая труба имеет диаметр 89 мм с гидромониторной насадкой 250 мм и тремя соплами диметром 20 мм

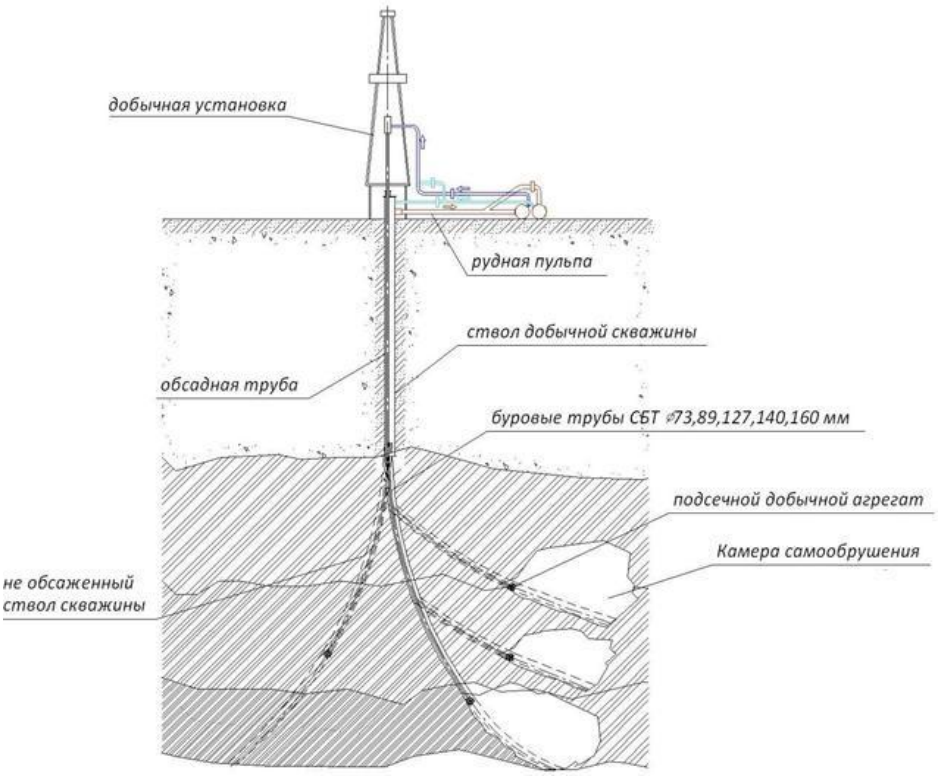
Изменение в объёме от 100 до 500 м³/час и при давлении воды от 5.0 до 10.0 МПа, подаваемой на сопла гидромонитора, практически, в выше названных условиях, не оказывают заметного влияния как на объемные, так и на качественные показатели очистной выемки.

Шланговые и выдвижные гидромониторные системы, позволяющие приблизить гидромонитор к поверхности разрушаемого массива приводят на начальном этапе использования к росту производительности по отбиваемой горной массы и увеличению объема очистных камер, что в свою очередь приводит к резкому снижению производительности эрлифтного подъема рудной пульпы на поверхность, так как расстояние от «башмака» пульподъемной колонны к забою изменяется в большую сторону и скорость движения частиц руды к всасу пульподъемной трубы снижается в прямой зависимости от изменения объема камеры от меньшего к большему и скорости как восходящего, так и горизонтального потока пульпы от меньшего к большему. Рост площадей обнажения и стенок камеры и ее потолочины приводит к лавинообразному обрушению руды в объемах от сотен до нескольких тысяч тонн, вызывающих обрыв пульподъемных и деформацию рабочих водоподающих буровых труб и обрыв в завале руды шлангового гидромонитора.

Проводимые опытно-экспериментальные добычные работы показали, что применение гидромониторных струй в затопленном пространстве для отбойки железной руды не рационально, т.к. ее эффективное действие распространяется не более одного метра, при этом на сопла гидромонитора необходимо подать не менее 150 м³/час воды при давлении более 5.0 МПа, что является одним из самых затратных технологических приемов.

Создание в скважине специальных очистных полостей гидромониторными струями, из-за отсутствия приборного и визуального обеспечения, слабо контролируемого по причине возможного наличия в рудной толще крепких кусков или пропластков, что приводит к неуправляемому, слабо прогнозируемому процессу очистной выемки и ожидаемому, а не плановому производству объемов руды.

Промышленное производство железорудного сырья необходимо для обеспечения им конкретного потребителя в оговоренные объемы и сроки. Обеспечение этих условий, по нашему мнению, возможно достигнуть за счет строительства и эксплуатации наклонно-направленных добычных скважин с использованием в них специальных механических добычных агрегатов (рис. 7), которые создают в рыхлом рудном пласте первичную отрезную полость с неустойчивой потолочиной и дальнейшее ее самообрушение в планируемых объемах.



Применение камерно-столбовой системы разработки с самообрушением руд позволяет осуществлять переход к использованию низконапорных насосов (с увеличенной наработкой на отказ), что позволяет практически полностью поддерживать внутрипластовое давление рудных вод и исключить депрессионное воздействие на околоскважинные уровни воды и их смешивание.

Рис. 7. Усовершенствованная схема добычи богатых рыхлых железных руд с системой наклонных пульподъемных стволов

Заключение

Экспериментальные работы по наработке технологии подземной скважинной добычи железных руд определили ряд особых подходов, которые требуется учитывать при проектировании геологоразведочных работ применительно к этому методу:

1. Проведение на первом этапе геологоразведки геофизических (сейсмика) работ для определения контуров подошвы богатых руд по материнским породам и выделении резких тектонических нарушений, по нашему мнению, наиболее благоприятных для отработки руд методом подземной скважинной добычи.

2. Сеть разведочных скважин должна быть приближена к квадратной и не реже 200х200 м. Что позволит на первом этапе определить наиболее перспективные участки для отработки (добычи) руд и общие характеристики рудной толщи.

3. Наиболее перспективными участками для отработки руд на этом этапе следует считать по: а) водонасыщенности рудной толщи; б) физико-механическим свойствам руд и в) минералого-петрографическим характеристикам с содержанием $Fe_{общ.}$>60%.

4. Второй этап заключается в сгущении буровой сети до 50×50 м на наиболее перспективных для отработки участках. Это позволит чётко сформулировать прогноз добычных работ относительно чрезвычайной переменчивости руд в разрезе и по простиранию, а также учесть и своевременно локализовать скальные и весьма тонкозернистые руды.

Таким образом, вышеизложенный инновационный подход в добыче богатых железных руд имеет право на существование, особенно со сложившейся современной конъюнктурой вокруг горнодобывающей промышленности. Особые требования для геологоразведочных работ применительно к методу подземной скважинной добычи составляют основание для скорейшей разработки обособленных методических указаний.

GEOLOGICAL ASPECTS DURING THE DEVELOPMENT OF DEEP DROWNED FIELD RICH IRON ORE

I.I. Nikulin

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

E–mail: iinikulin@gmail.com

Some geological and technological aspects of the work in the fields of rich iron ore, in particular Bolshetroitskoe deposit of KMA are set out. These are deposits with difficult geological and economic conditions. The basic factors when choosing a method of mining rich iron ore are offered. On the basis of the conducted geological and technological developments time criteria were singled out , which should be taken into account in the construction of mining technological wells.

Key words: rich iron ore, geological criteria, hydraulic downhole mining.

УДК 551.577.2

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОВТОРЯЕМОСТИ И КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Т.Е. Данова, Т.Л. Касаджик

Одесский государственный экологический университет
Украина, 65016, г. Одесса, ул. Львовская, 15

E-mail: danova8@mail.ru

Представлены исследования пространственного распределения статистических характеристик количества осадков и числа дней с дождем и снегом за сорокалетний период. Выявлены устойчивая тенденция к уменьшению числа дней с дождем и значительное уменьшение числа дней со снегом. Полученные отрицательные аномалии являются основным тревожным сигналом для различных отраслей народного хозяйства стран Причерноморья, так как для степных и лесостепных районов снежный покров является основным источником увлажнения почвы. Своевременный мониторинг современного состояния количества и качества атмосферных осадков на территории Причерноморья является необходимым и обязательным условием устойчивого развития народного хозяйства.

Ключевые слова: количество осадков, повторяемость дождя и снега, статистические характеристики, аномалии.

Постановка проблемы и ее актуальность

Единой закономерности в изменениях количества осадков на земном шаре не отмечено, что предопределено значительной неоднородностью атмосферных полей в разных физико-географических зонах и разнообразием факторов и условий, которые приводят к их образованию и выпадению [1, 2].

Атмосферные осадки являются основным источником увлажнения суши. В условиях современного изменения климата необходимо постоянно контролировать достоверное их количество. От достоверности определения количества осадков зависит точность расчетов, относящихся к уравнениям водного баланса суши, связи теплового и водного балансов деятельной поверхности, водохозяйственным расчетам, в том числе и к оценке урожайности [1, 2]. Современные климатические изменения, а именно повышение температуры воздуха имеет решающее значение на формирование количества фактической природной влаги в границах одной страны или объединенного региона [3-5]. Сегодня все новые отрасли народного хозяйства становятся потребителями информации об атмосферных осадках, чрезвычайно возросшие потребности в воде, диктуют жесткие требования к мониторингу количества и качества природной влаги. Экономический ущерб от опасных явлений погоды может быть вызван ростом повторяемости и интенсивности ливневых осадков либо, уменьшением количества осадков летнего периода и, особенно, зимнего периода.

Объекты и методы исследования

При подготовке работы использовались данные наблюдений сети 146 гидрометеорологических станций за осадками (количество осадков и число дней с дождем и снегом за год) базы данных испанского климатического сайта за период 1971-2010 гг. http://www.tutiempo.net/clima.htm. Все станции находятся на территории стран, граничащих с Черным морем, или находящихся на пути перемещения воздушных потоков к Черному морю: Украина, Россия, Грузия, Армения, Турция, Румыния, Болгария, Греция, Чехия, Польша (рис. 1). Таким образом, исследования проводились для территории, ограниченной сторонами квадрата от 35° до 53°с.ш. и от 15° до 48°в.д., площадью около 7,3 млн. км².

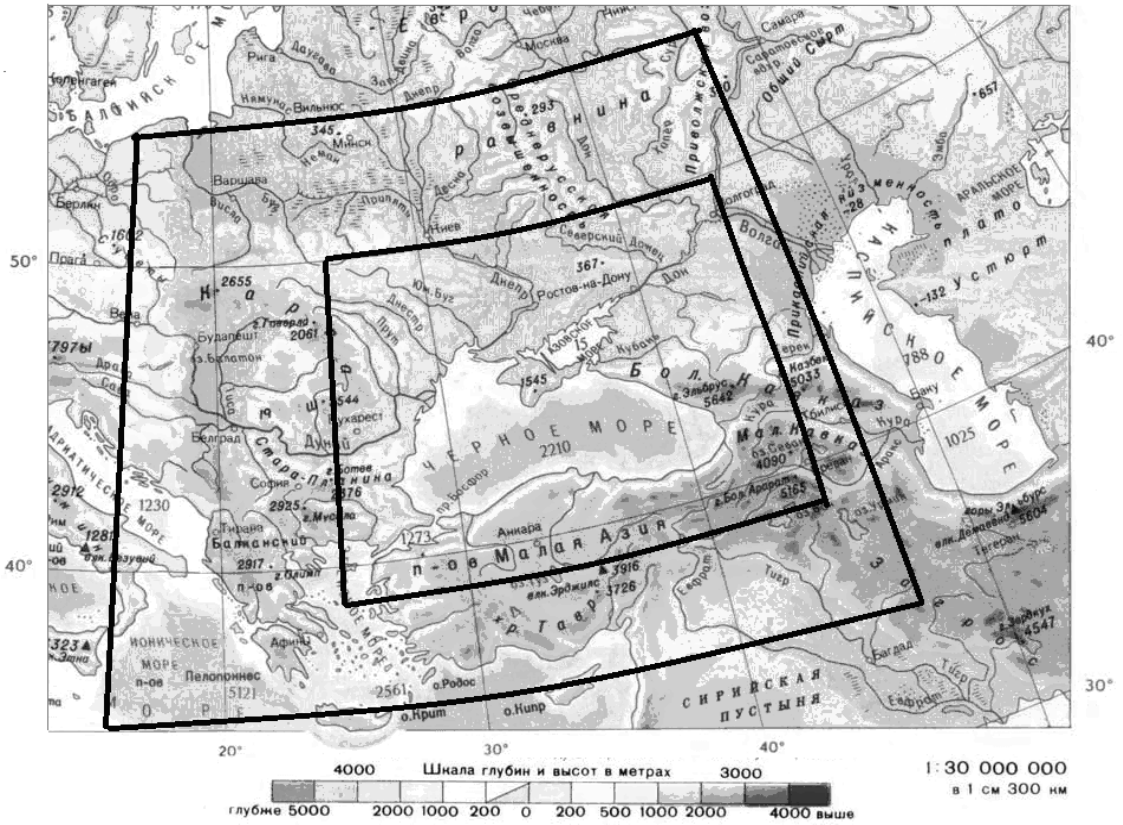


Рис. 1. Территория всего региона и Причерноморский регион

Для выявления пространственно-временных закономерностей формирования количества фактической природной влаги в исследованном регионе использовалась методика визуализации данных, полученных при статистической обработке исследуемого материала, максимальные значения, коэффициенты асимметрии, эксцесса, аномалии количества осадков и числа дней с дождем и снегом.

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов расчетов показал, что максимальное количество всех осадков за год колеблется от 545,9 до 2165,1 мм. Пространственно-временное распределение максимального количества всех осадков за год характеризуется двуцентровой зоной максимумов над Черным морем: первый максимум расположен в районе г. Зондулак (Турция) (2165,1 мм), второй максимум расположен в районе г. Варна (Болгария) (2103,1 мм), также наблюдается третий максимум, расположенный на территории Балканского полуострова (1416,4 мм) (рис. 2). Все локальные центры зон максимальных значений являются горными районами, орографические условия которых способствуют восходящим потокам воздуха и приводят к интенсификации дождя.

Максимальное число дней с дождем за год колеблется от 59 до 220 дней. Максимум повторяемости дней с дождем наблюдается на северо-западе региона в районе Чешских Татр. Менее выраженный максимум фиксируется над западной акваторией Черного моря и совпадает с максимумом количества осадков за год.

Для числа дней со снегом максимальное значение колеблется от 2 до 164 дней. Картина широтного распределения повторяемости дней со снегом, нарушается только в районе Черного моря. Максимум повторяемости дней со снегом фиксируется в районе Балканского полуострова и совпадает здесь с максимумом количества осадков.

Для всего количества осадков за год наиболее характерна левосторонняя асимметрия $As < 0$, что может свидетельствовать об увеличении осадков за год за исследованный сорокалетний период 1971-2010 гг. Отрицательные значения коэффициентов асимметрии наблюдаются на северо-западе исследованного региона, что свидетельствует о росте количества осадков. Зона положительных значений коэффициентов асимметрии фиксируется над западной частью акватории Черного моря (рис. 3).

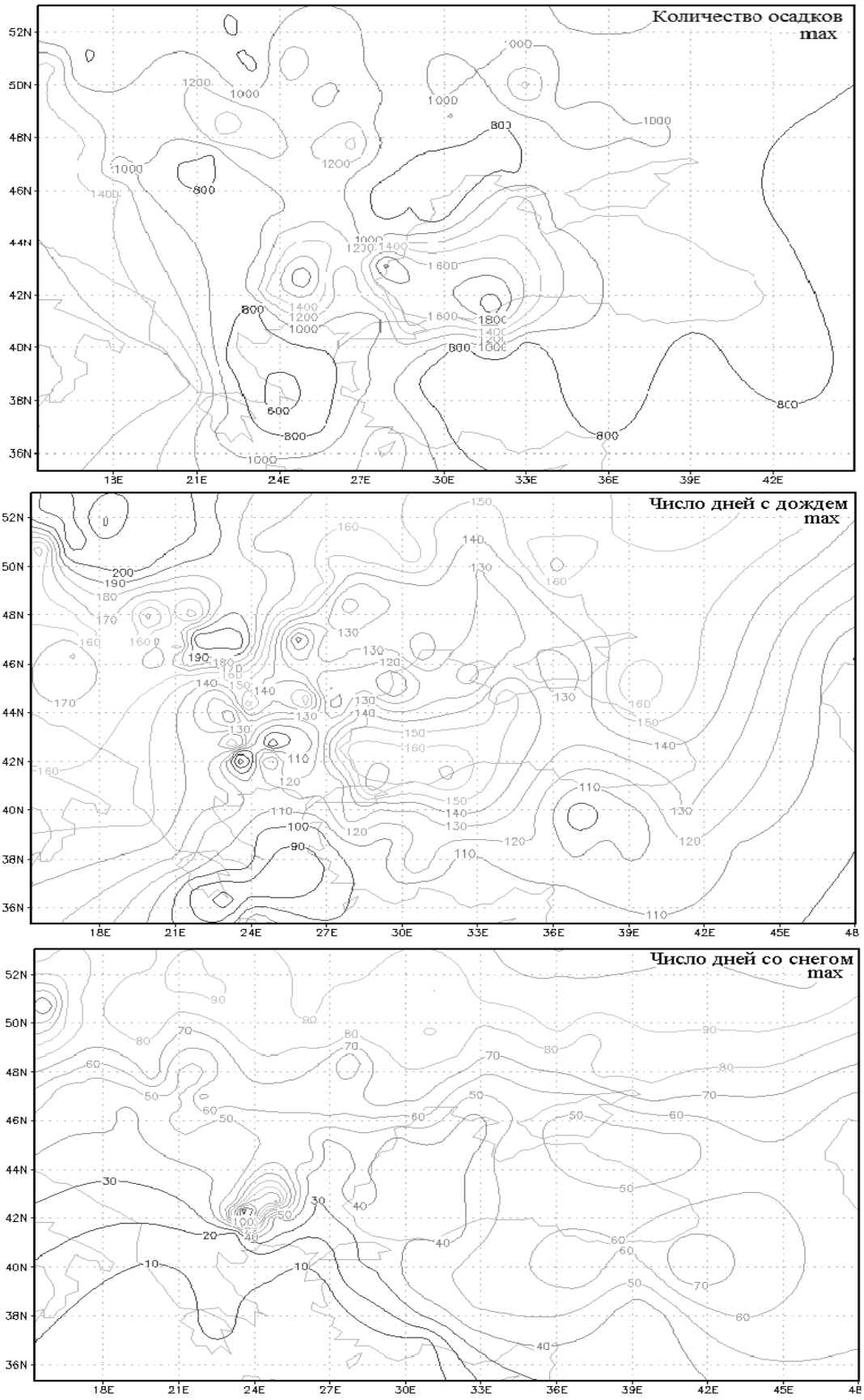


Рис. 2. Пространственное распределение максимальных значений количества осадков (мм), числа дней с дождем и снегом

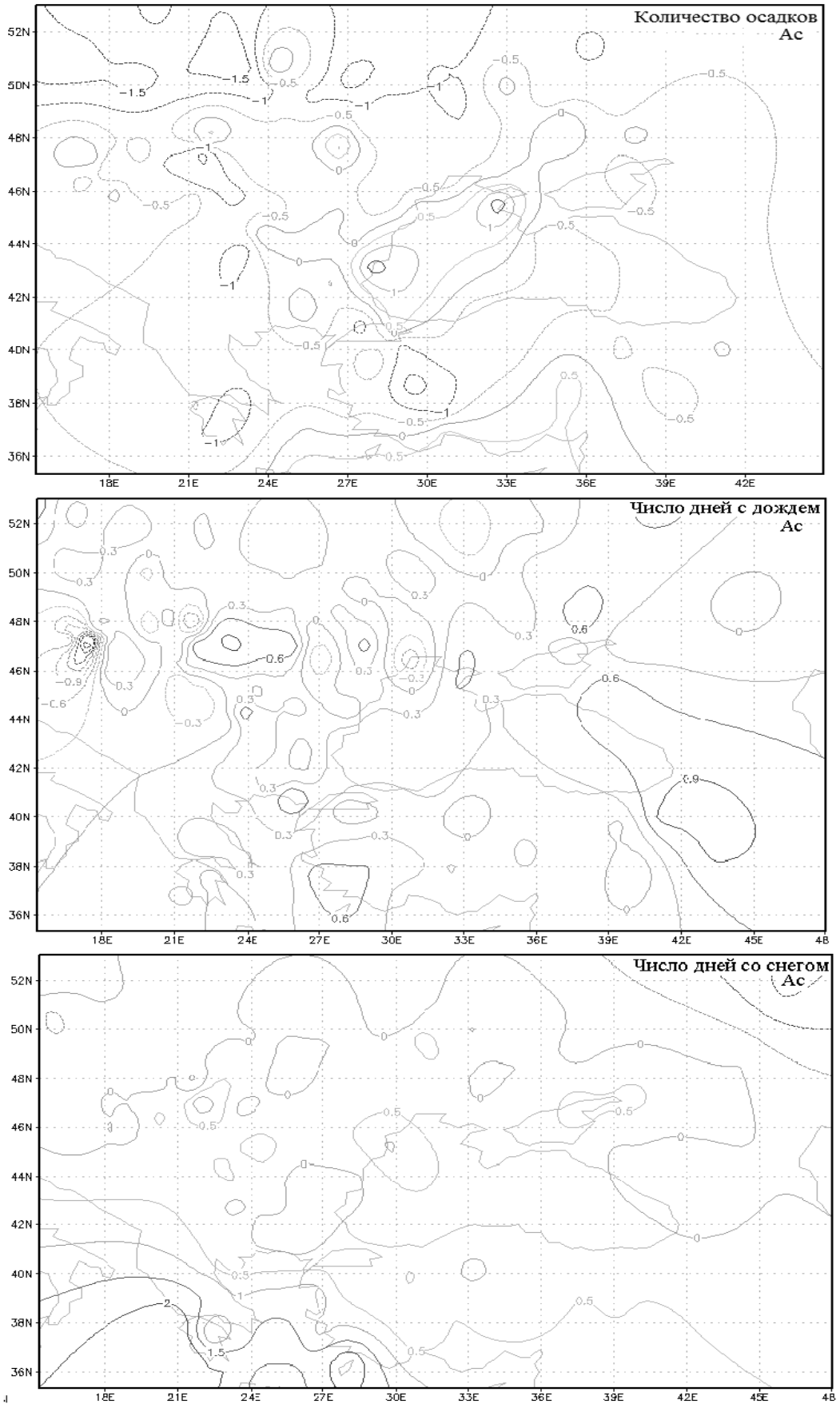


Рис. 3. Пространственно распределение коэффициентов асимметрии количества осадков, числа дней с дождем и снегом (мм)

Для поля, характеризующего повторяемость дождей за год характерная правосторонняя асимметрия, свидетельствующая об уменьшении числа дней с дождем за период 1971-2010 гг.

Пространственное распределение коэффициентов асимметрии числа дней со снегом описывается малоградиентным полем с нулевыми значениями или $As > 0$ умеренной правосторонней асимметрией, только в южной и юго-западной части региона за исследованный период лет наблюдается существенное уменьшение числа дней со снегом, о чем свидетельствуют сильная правосторонняя асимметрия $As > 0,50$.

Несколько локальных максимумов правосторонней асимметрии $As > 0,50$ выделяются на территории Украины (Черноморское побережье). Таким образом, за последние сорок лет в зоне максимума количества осадков над Черным морем наблюдается устойчивое уменьшение количества осадков. На территории всего исследованного региона происходит уменьшение числа дней с дождем и снегом, особенно эта тенденция характерна для южных и юго-западных частей региона.

Кроме того, рост количества осадков на северо-западе региона и одновременное уменьшение числа дней с дождем при нулевой тенденции здесь числа дней со снегом, свидетельствует об увеличении ливневых осадков в этом регионе.

Анализ расчетов коэффициентов эксцесса показал, что для количества всех осадков за год характерна вытянутая кривая распределения $Э > 0$, это значит, что количество осадков за исследованный период изменяется в узком интервале значений. Зоны максимальных значений коэффициентов эксцесса зафиксированы над западной частью акватории Черного моря и на северо-западе всего региона (рис. 4).

Поле коэффициентов эксцесса числа дней с дождем за исследованный период характеризуется локальными зонами положительных значений на общем фоне небольших отрицательных значений. Такое чередование является показателем неустойчивости количественных характеристик повторяемости дождей в регионе.

Картина пространственного распределения коэффициентов эксцесса числа дней со снегом свидетельствует о формировании двух ярко выраженных зон максимумов на северо-востоке и юго-западе региона. Этот факт говорит о том, что уменьшение числа дней со снегом на юго-западе и увеличение числа дней со снегом на северо-востоке исследованного региона носит устойчивый характер. На остальном пространстве наблюдается зона небольших отрицательных значений коэффициентов эксцесса (см. рис. 4).

Для выявления динамики изменений количества всех осадков, числа дней с дождем и снегом на территории всего региона от десятилетия к десятилетию, разделим весь период наблюдений 1971-2010 гг. на четыре десятилетние периоды. Для каждой географической точки за весь период, а также за каждое десятилетие проведем осреднение данных.

Полученные средние значения за весь сорокалетний период наблюдений примем за климатическую норму для каждой точки $\overline{X}_{40}$, соответственно, среднее значение за каждое десятилетие для каждой станции примем за $\overline{X}_{10}$. Полученные значения используем для расчетов аномалий величин.

Аномалия – это отклонение среднего значения характеристики осадков для станции за каждое десятилетие от рассчитанной нами климатической нормы для этой станции (1):

$$A = \overline{X}_{10} - \overline{X}_{40} \quad (1)$$

Таким образом, в результате расчетов мы получили значения аномалий количества и повторяемости осадков для каждого десятилетнего периода с 1971 по 2010 гг. В зависимости от знака отклонения получены положительные и отрицательные значения аномалий.

В данном случае мы использовали отклонение среднего значения количества всех осадков, повторяемости дождя и снега для данной станции за каждое десятилетие от многолетнего среднего значения характеристик осадков для этой точки.

В климатологии существуют различные подходы к классификации климатов, предложенные в работах Л.С. Берга, А.И. Воейкова, Б.П. Алисова, М.И. Будыко, L. Holdridge и др. Наиболее распространенной является классификация В. Кѐппена, основанная на сезонном ходе температуры воздуха и осадков и учитывающая преобладающие типы ландшафта и растительности.

Оценки географического распределения типов климата по Коппену для бассейна Черного моря в последнее время претерпели значительные изменения. По первоначальным оценкам, которые в дальнейшем часто использовались в климатических описаниях, северное побережье относилось к степному и континентальному климату, западное и кавказское побережье к умеренному морскому климату, побережье Турции и южный берег Крыма – к средиземноморскому.

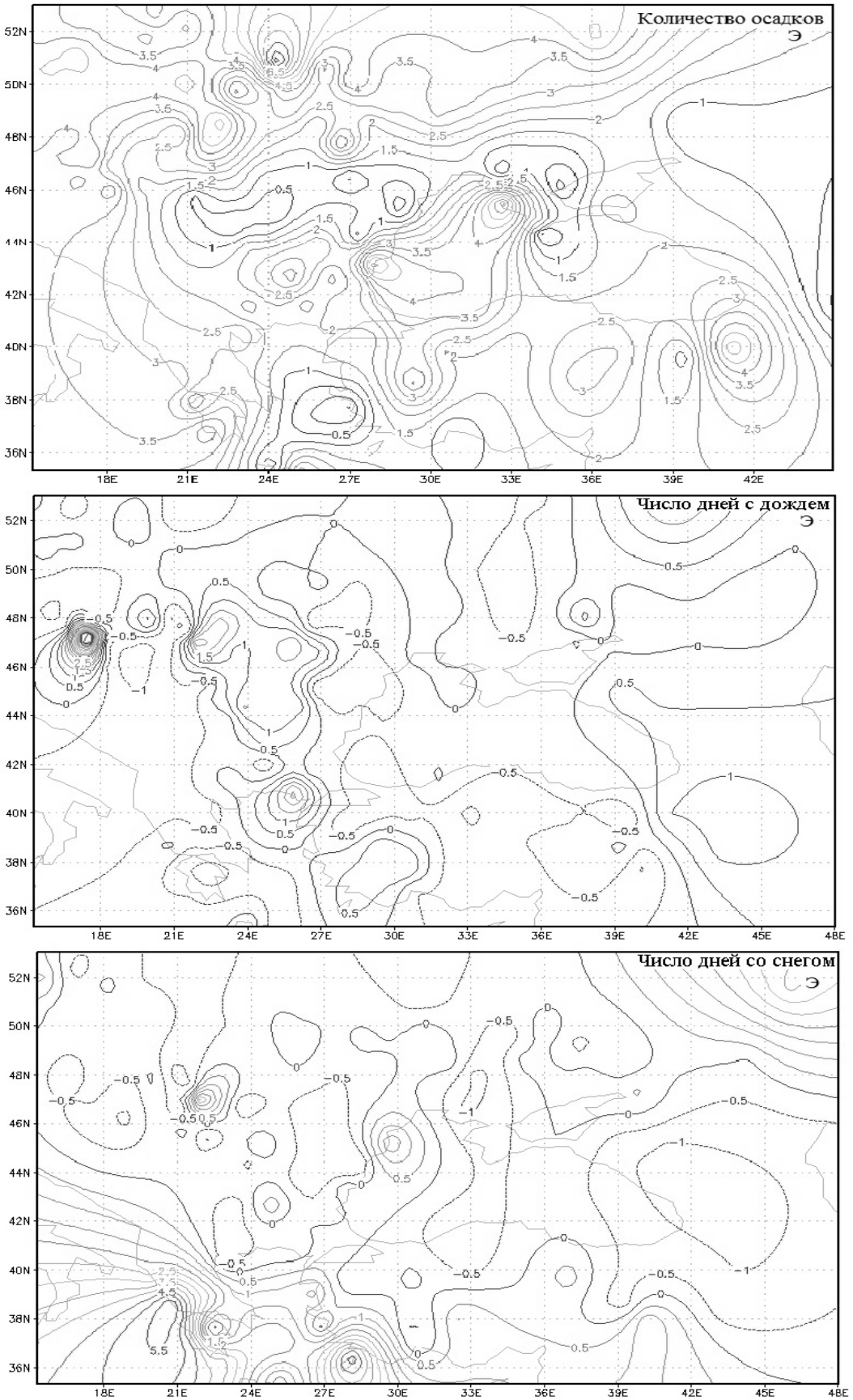


Рис. 4. Пространственно распределение коэффициентов эксцесса количества осадков, числа дней с дождем и снегом (мм)

В последних оценках глобального распределения типов климата за период 1950-2000 гг. на сетке 0,5×0,5° [6] и 0,1×0,1° [7] наибольшие изменения для бассейна Черного моря относятся к распределению степного и средиземноморского климатов. Граница степного климата сместилась далеко на восток к Каспийскому морю, расширив зону континентального климата. Зона климата степей в Восточном Крыму выделяется лишь при повышенном пространственном разрешении [7]. К средиземноморскому климату отнесена только часть юго-западного побережья у Стамбула, на большей части побережья преобладает умеренный климат (субтропический или морской) [8].

Для определения динамики характеристик садков во всем регионе и в Причерноморской зоне, выделим район, ограниченной сторонами квадрата 38°-50°с.ш. и 25°-45°в.д. с площадью около 3 млн. км² (см. рис. 1).

Далее все данные были суммированы и рассчитаны аномалии для площади всего региона и территории Причерноморского региона. Эти данные были использованы для построения гистограмм, характеризующих изменчивость осадков на территории двух выделенных регионов.

Как видим, выросшее после 90-х годов количество осадков в исследованных регионах в последние два десятилетия с 1991 по 2010 гг. претерпевает уменьшение, причем в большей степени это отражается на Причерноморском регионе и свидетельствует об уменьшении влагозапаса в почве и уровня воды в водоемах (рис. 5).

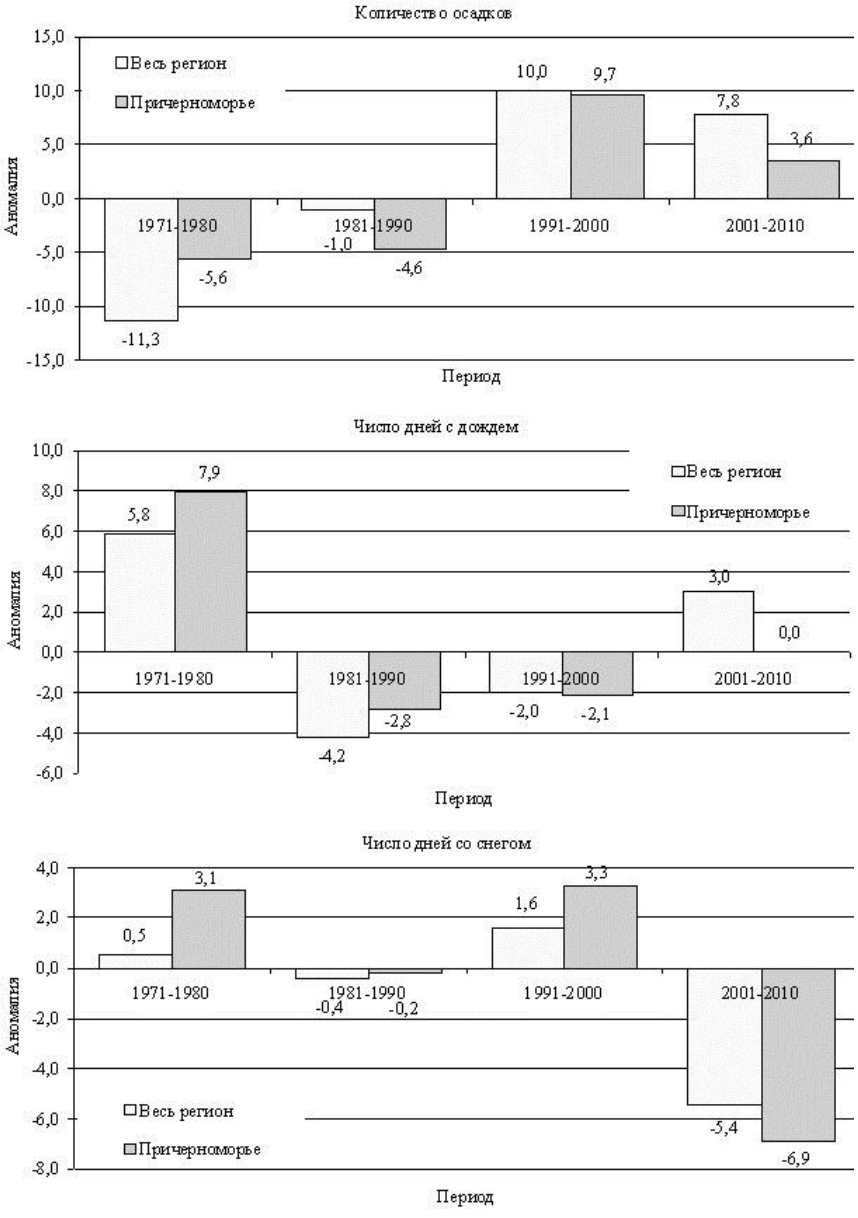


Рис. 5. Распределение аномалий количества осадков, числа дней с дождем и снегом по десятилетиям

Для динамики аномалий числа дней с дождем характерна отрицательная тенденция за весь период исследования, только последнее десятилетие для всего региона характеризуется незначительным ростом повторяемости дождей, в Причерноморском регионе эта характеристика остается в пределах климатической нормы.

Учитывая, что для степных и лесостепных районов Причерноморья снежный покров является основным источником увлажнения почвы, полученные отрицательные аномалии являются основным тревожным сигналом для различных отраслей народного хозяйства стран, входящих в регион Причерноморья.

Выводы

Итак, примененный в данной работе метод визуализации рассчитанных статистических характеристик исследуемых параметров позволяет выявить основные закономерности их пространственного распределения.

Выявлено, что за исследованный сорокалетний период в зоне максимальных осадков, совпадающей с зоной максимальных значений повторяемости дождя в западной части Черного моря, наблюдается устойчивое уменьшение количества осадков.

Учитывая динамику количества осадков для Причерноморского региона, можно сделать выводы, что в последние два десятилетия увеличение количества осадков при уменьшении числа дней с дождем и снегом связано с увеличением интенсивности осадков.

Полученные отрицательные аномалии характеристики снегонакопления являются основным тревожным сигналом для различных отраслей народного хозяйства стран, входящих в регион Причерноморья.

Учитывая, что сегодня все новые отрасли народного хозяйства становятся потребителями информации об атмосферных осадках, чрезвычайно возросшие потребности в воде, особенно пресной, диктуют жесткие требования к мониторингу количества и качества природной влаги. Своевременный мониторинг современного состояния количества и качества атмосферных осадков, является необходимым и обязательным условием устойчивого развития народного хозяйства.

Результаты проведенных исследований позволят выработать адекватные адаптационные меры относительно природных и социально-экономических систем на фактическое или ожидаемое изменение климата, которые приведут к минимизации экономического ущерба.

Список литературы

1. Швер Ц.А. Закономерности распределения количества осадков на континентах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 286 с.

2. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 302 с.

3. Барабаш М.Б., Татарчук О.Г., Гребенюк Н.П., Корж Т.В. Современное состояние режима осадков на территории Украины как следствие изменения климата // Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт. – К.: Ника-Центр. – 2011. – С. 198–206.

4. Волощук В.М. та ін. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2002. – 17 с.

5. В.М. Ліпінський, В.А. Дячук, В.М. Бабіченко Клімат України. – К.: Вид. Раєвського, 2003. –343 с.

6. M. Kottek, J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, F. Rubel World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated / Meteorologische Zeitschrift. – 2006. – Vol. 15. – No. 3. – P. 259–263.

7. M. C. Peel, B. L. Finlayson, T. A. McMahon Updated world map of the K¨oppen-Geiger climate classification Hydrol. Earth Syst. – 2007. – Sci. 11. – P. 1633–1644.

8. Климат чёрного моря / Интернет ресурс: http://lifebsea.ru/klimat/klimat-chernogo-morya.html

ESTIMATION OF MODERN VARIABILITY IN THE FREQUENCY AND AMOUNT OF PRECIPITATION BY STATISTICAL METHODS

T.E. Danova, T.L. Kasadjuk

Odessa State Environmental University, 15, Lvovskaya St., Odessa, 65016, Ukraine

E-mail: danova8@mail.ru

The results of the study of of the spatial distribution of the statistical characteristics of the amount of and number of days with rain and snow for forty years are presented. A stable downward trend was revealed in the number of days with rain and a considerable reduction of number of days with snow. The received negative anomalies are the main alarm for different industries of national economy of countries of Black Sea region, because for steppe and forest-steppe districts, snow cover is the main source of soil moisture. Timely monitoring of the modern amount and quality of atmospheric in the Black Sea region is a necessary and indispensable requirement for sustainable development of the national economy.

Key words: amount of precipitation, frequency of rain and snow, statistical descriptions, anomalies.

УДК 551.582(470.325)

ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ЗАПАДЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Бочарова, О.В. Крымская

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

E-mail: bocharova-ann@mail.ru; krymskaya@bsu.edu.ru

Проведена агроклиматическая оценка биологической продуктивности территории запада Белгородской области. Проанализированы данные об изменении температурного режима и осадков на метеостанции Готня, расположенной на западе Белгородской области в связи с изменениями атмосферной циркуляции, наблюдаемыми в последние десятилетия.

Ключевые слова: вегетационный период, температурный режим, осадки, биоклиматический потенциал, биологическая продуктивность.

Введение

Совокупность агроклиматических факторов, создающих условия для формирования продуктивности сельскохозяйственных культур определяет агроклиматические ресурсы территории. Важнейшим фактором увеличения эффективности сельскохозяйственного производства является точное определение биоклиматического потенциала определенной территории. Комплекс климатических факторов, которые определяют возможную биологическую продуктивность земли на данной территории, является её биоклиматическим потенциалом [1].

С течением времени, под влиянием совокупности факторов происходят постоянные изменения в климате, одной из причин этого являются изменения в атмосферной циркуляции. В связи с этим были проанализированы изменения тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур и характера атмосферной циркуляции в последние десятилетия.

Материал и методика

Для определения величины биоклиматического потенциала использовались метеорологические данные ст. Готня ежесуточной размерности за период 1982–2012 гг. Метеостанция Готня расположена на западе Белгородской области, наблюдения на которой ведутся с 1928 года. Выбор этой станции определялся тем, что в условиях недостаточного увлажнения, характерного для Белгородской области здесь отмечается наибольшее годовое количество осадков, а, следовательно, полученные значения биоклиматического потенциала будут характеризовать максимальные значения указанной характеристики в регионе при естественном увлажнении.

Результаты и их обсуждение

По данным Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за последние 30 лет среднегодовые значения температуры воздуха выросли (в среднем на 0,4°С/10 лет) (рис. 1). Наиболее теплыми за исследуемый период были: 1999, 2007 и 2010 годы, а наиболее холодным оказался 1987 год [2, 3].

Следствием роста температурного режима за последние десятилетия на исследуемой территории явилось увеличение вегетационного периода. Наиболее продолжительный вегетационный период с температурой выше 5°С, наблюдался в 2000, 2008 и 2010 годах, а наименее продолжительные отмечались в 2002 и 2003 годах.

Продолжительность периода активной вегетации (со среднесуточной температурой выше 10°С) с 1998 по 2010 год не имеет тенденции к росту, наибольшая продолжительность указанного параметра отмечена в начале исследуемого периода (в 1999, 2000 и 2001 годах).

Наряду с увеличением продолжительности вегетационного периода в последнем десятилетии отмечен рост сумм активных температур по сравнению с предыдущим тридцатилетним периодом (табл. 1). Полученные данные убедительно свидетельствуют об улучшении теплообеспеченности теплом сельскохозяйственных культур.

Одной из причин наблюдаемых изменений температурного режима являются изменения характера атмосферной циркуляции. Согласно исследованиям, проведенным в институте географии РАН в 1981–1997 гг. отмечался быстрый рост продолжительности выходов южных циклонов, который сменился с 1998 года её уменьшением. В это же время начинается рост

продолжительности блокирующих процессов, чья суммарная продолжительность превышает 250 дней в году (в основном зимой и летом) [4].

Рис. 1. Среднегодовая температура воздуха ст. Готня за период 1982–2012 гг.

Таблица 1

Средние значения суммы активных температур (°С) и продолжительности вегетационного периода за 1971–2000 гг. – 1998–2010 гг.

Период	Σ_t >10°	Σ_t >5°	Продолжительность вегетационного периода с t>10°, дни	Продолжительность вегетационного периода с t>5°, дни
1971–2000 гг.	2525	2950	158	196
1998–2010 гг.	2817	3108	167	205

В конце XX века в связи с ростом суммарной продолжительности блокирующих процессов наметилась тенденция увеличения годовой амплитуды температуры воздуха – в основном за счет повышения температур июля.

Анализ данных об осадках показал, что за последние 13 лет наблюдается незначительное сокращение количества осадков (рис.2), что при росте среднегодовых значений температуры приводит к увеличению испарения [5]. За исследуемый период наиболее увлажненным был 2004 г.(840 мм), а 2011 г. ознаменовался, как самый засушливый, поскольку годовое количество осадков в этом году было в два раза меньше.

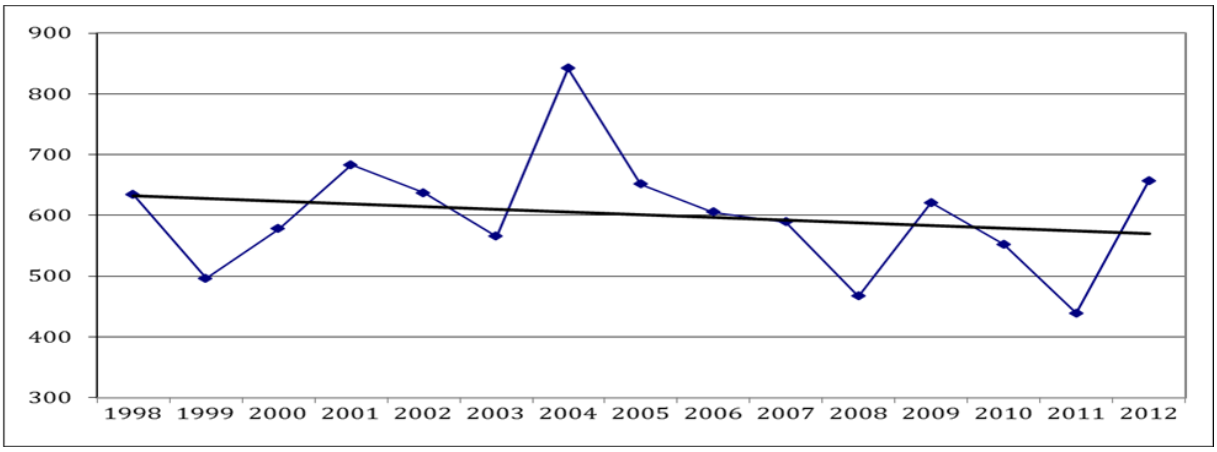


Рис. 2. Годовое количество осадков ст. Готня за период 1998–2012 гг.

В таблице 2 приведены средние месячные суммы осадков за различные периоды осреднения. Обращает на себя внимание сокращение количества осадков в ноябре и декабре в последнем периоде, что при низком температурном фоне этих месяцев увеличивает угрозу вымерзания озимых. Рост количества осадков в мае и июне не компенсирует снижение запаса продуктивной влаги в пахотном слое, поскольку значения испаряемости превышают сумму выпавших осадков в этих месяцах почти в полтора раза.

Таким образом, изменения, наблюдаемые в последних десятилетиях сводятся к следующему: увеличение суммы активных температур за июнь–август определяет рост испарения, который не компенсируется выпадающими осадками; особенной засушливостью отличаются июль и август.

Таблица 2

Осадки ст. Готня, осредненные за разные периоды

Месяцы	1961–1990 гг., мм	1971–2000 гг., мм	2000–2012 гг., мм
Январь	44	41	47
Февраль	34	32	44
Март	37	37	51
Апрель	44	44	40
Май	51	50	66
Июнь	58	66	70
Июль	78	82	75
Август	64	58	41
Сентябрь	50	56	66
Октябрь	43	51	52
Ноябрь	54	50	38
Декабрь	55	48	45
Год	602	615	635

Сдерживающим фактором для оптимального развития большого числа сельскохозяйственных культур в исследуемом районе являются ресурсы увлажнения, о чем свидетельствуют значения гидротермического коэффициента (ГТК) за период активной вегетации, приведенные в табл. 3.

Величина ГТК за период с июня по август равна 1 и характеризует условия увлажнения как недостаточные. Это следствие расположения исследуемого района в лесостепной зоне и преобладания антициклональной погоды. За весь исследуемый период лишь в мае ГТК близок к оптимальному и равен 1.5.

От анализа отдельных показателей перейдём к комплексной оценке агроклиматических условий, складывающихся в исследуемом регионе в последнем десятилетии. Биоклиматический потенциал – важнейший показатель оценки природных условий территорий, синтезирующий в себе влияние на биологическую продуктивность основных факторов – тепла и влаги.

Таблица 3

Средние значения ГТК на ст. Готня за период активной вегетации (1998–2010 гг.)

Показатель	Месяц				
	май	июнь	июль	август	июнь–август
ГТК	1.5	1.2	1.2	0.6	1

Оценка биологической продуктивности территории запада Белгородской области выполнена на основе модели расчета БКП Д.И. Шашко [6]. Значения БКП рассчитаны по приходу и соотношению тепла и влаги. Результаты сведены в табл. 4.

Таблица 4

Агроклиматическая оценка БКП при естественном увлажнении

Годы	P	∑d	Коэффициент увлажнения		$\sum t_{ак}$	БКП	$Б_к$, баллы
			КУ=P/∑d	$К_{Р(КУ)}$			
1998	634	1540	0.4	0.9	2862.2	1.4	74
1999	496	1825	0.3	0.8	3096.5	1.3	68
2000	578	1304	0.4	0.9	2370.8	1.1	58
2001	683	1485	0.5	1.0	2999.5	1.5	79
2002	637	1710	0.4	0.9	2874.4	1.4	74
2003	565	1423	0.4	0.9	2699.7	1.3	68
2004	842	1149	0.7	1.1	2565.2	1.5	79
2005	651	1567	0.4	0.9	2809.7	1.3	68
2006	605	1361	0.4	0.9	2750.0	1.3	68
2007	589	1798	0.3	0.8	2889.8	1.2	63
2008	467	1642	0.3	0.8	2671.6	1.1	58
2009	621	1674	0.4	0.9	2754.8	1.3	68
2010	552	2295	0.2	0.6	3281.5	1.0	53
2011	439	1589	0.3	0.8	3046.9	1.3	68
2012	657	1728	0.4	0.9	3256.0	1.5	79

Для расчета биоклиматического потенциала применяется формула следующего вида:

$$БКП = К_{Р(КУ)} \frac{\sum tак}{\sum tак(баз)}, \quad (1)$$

где БКП – относительные значения биоклиматического потенциала; $К_{Р(КУ}$ – коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения; $\sum t_{ак}$ – сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации в данном месте; $\sum t_{ак(баз)}$ – базисная сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации. В качестве базисной температуры принята 1900°С – для сравнения со средней по стране продуктивностью, характерной для южно-таежной зоны.

В применяемой формуле, коэффициент роста $К_{Р(КУ)}$ равен отношению урожайности в данных условиях влагообеспеченности к максимальной урожайности в условиях оптимальной влагообеспеченности. Его значение рассчитывается с помощью выражения:

$$К_{Р(КУ)} = \lg(20*КУ), \quad (2)$$

где КУ – коэффициент годового атмосферного увлажнения, равный отношению количества осадков (Р) к сумме средних суточных значений дефицита влажности воздуха ($\sum d$).

Различные градации величины биоклиматического потенциала соответствуют определённым уровням биологической продуктивности, которая меняется от очень низкой (БКП<0.8) до очень высокой (БКП>3.4).

На территории России средняя продуктивность зерновых культур соответствует БКП ≈ 1.9, который принят в качестве базового (100 баллов). Соответственно переход от БКП к баллам осуществляется умножением значения биоклиматического потенциала на соответствующий коэффициент пропорциональности.

Средние значение коэффициента увлажнения (КУ) установилось на отметке 0.4, что характеризует западную часть Белгородской области, как полувлажную лесостепную зону.

Относительный показатель продуктивности, за исследуемый период, равен 1.3, что соответствует 68 баллам. За период исследования минимальное значение БКП отмечено в 2010 году, что определяется влиянием блокирующего антициклона, который определял жаркую и сухую погоду на территории области в течение полутора месяцев. Низкий БКП (со значением ниже 1,2) наблюдался в 20% лет, в 80% – БКП был пониженным. На основе данных расчетов, можно сделать вывод, о том, что биологическая продуктивность на западе Белгородской области пониженная, что связано с недостаточным увлажнением. Анализируя ежегодные данные биоклиматического потенциала из табл. 4, мы видим, что 2001, 2004 и 2012 год отличились повышенным уровнем БКП по сравнению с другими годами, и высокая урожайность зерновых культур в эти годы хорошо согласуется с полученными данными. Согласно полученным значениям БКП, на территории Белгородской области регулярно высокие урожаи сельскохозяйственных культур без искусственного орошения получить невозможно.

Выводы

Проведённый в ходе работы анализ данных свидетельствует о росте среднегодовых и среднемесячных значений температуры воздуха в Готне за исследуемый период.

Рост суммарной продолжительности блокирующих процессов способствует повышению летних температур, в основном в июле и августе, что приводит к росту суммы активных температур и как следствие – к увеличению испарения.

Незначительное увеличение осадков не компенсирует увеличившееся испарение, следовательно, условия становятся более засушливыми.

Недостаточное увлажнение определяет пониженный биоклиматический потенциал территории.

Список литературы

1. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 247 с.

2. Фондовые материалы Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

3. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Проявление современных климатических изменений в Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2008. – №3 (43). Вып. 6. – С. 188–196.

4. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / Отв. ред. А.Б. Шмакин; Российская акад. наук. Ин-т географии. – М.: Воентехиниздат, 2009. – 372 с.

5. Оценка величины испарения с водной поверхности на юге Центрально-Черноземного региона / Л.К. Решетникова, М.Г. Лебедева, М.А. Петина и др. // Экологический мониторинг. – 2010. – №5. – С. 60–64.

6. Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко, Б.А. Черняков и др. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 512 с.

EVALUATION OF THE BIOCLIMATIC POTENTIAL IN THE WEST OF THE BELGOROD REGION

A.A. Bocharova, O.V. Krymskaya

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

E-mail: bocharova-ann@mail.ru; krymskaya@bsu.edu.ru

Agroclimatic assessment of biological productivity of the west of Belgorod region has been conducted. The data on changes in temperature and precipitation at the weather station Gotnya situated in the west of Belgorod region in connection with the changes in the atmospheric circulation, observed in the recent decades, have been analyzed.

Key words: climate, atmospheric circulation, temperature regime, bioclimatic potential.

УДК 556.4

ВЛИЯНИЕ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БОЛХОВЕЦ) [1]

М.Г. Лебедева, М.А. Петина, Е.В. Гончаревич, О.Н. Колмыкова, Ю.И. Новикова, И.Ю. Вагурин

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

E-mail: lebedeva_m@bsu.edu.ru

Малые реки являются главной составной частью наземной гидрографической сети и имеют огромное средообразующее значение. Они формируют средние и большие реки, влияют на их гидрологический, биологический и гидрохимический режим. Но именно экологическое состояние малых рек в результате резкой антропогенной нагрузки часто оценивается как катастрофическое.

Особую тревогу вызывает проблема заиливания рек, так как приводит к подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию пойм. Повышается вероятность затопления в период весеннего половодья, высокого дождевого паводка.

Один из наиболее распространенных методов спасения малых рек – это углубление русла рек с сохранением прибрежной древесно-кустарниковой растительности. Очистка выполняется гидромеханическим способом с применением землесосных снарядов. Подобный вид работ приводит к нежелательным изменениям водного режима малой реки.

Ключевые слова: малые реки, водный режим, дноуглубительные работы.

Введение

Река Болховец – правый приток Северского Донца, впадает в него на 989-м км от устья в черте г. Белгород. Исток реки расположен у хутора Махнов Белгородского района. Река Болховец относится к категории малых рек [1, 2]. Площадь водосбора 394 км², средняя ширина водосбора –16 км, средняя высота водосбора –190 м, средний уклон водосбора – 69‰. Длина реки – 25 км, в том числе в пределах городской черты – около 10 км. Уклон реки: средний – 2.1‰, средне-взвешенный – 1.7‰. Средняя глубина реки – 90 см, ширина в межень – 6–8 м, на расширенном участке до 50–70 м. Озерность – <1%. Заболоченность – <1%. Лесистость – 7%. Распаханность – 60% (рис. 1).

Рельеф прилегающей местности холмистый, растительность лесостепная, частично луговая. Долина реки трапецеидальная. Склоны высотой 50–60 м, пологие, плавно сливаются с окружающей местностью, сложены суглинками.

Правый склон более высокий, левый – низкий. Пойма левобережная и частично правобережная луговая, местами заболочена. Пойма пересечена шоссейными дорогами Москва–Симферополь и внутригородской у Супруновского моста, которые проходят по насыпи, через русло по автомобильным железобетонным мостам. Ложе песчано-глинистое, деформирующееся. Русло реки до впадения в реку Северский Донец спрямлено, слабо извилистое, зарастающее у берегов. При высоких уровнях воды в период половодья и дождевых паводков наблюдается подпор от реки Северский Донец [3, 4].

Водный режим реки характеризуется достаточно выраженными весенним половодьем и летне-осенне-зимней меженью, нарушаемой дождевыми паводками, а в период зимней межени иногда значительными оттепелями. Летне-осенняя межень наступает в мае, заканчивается во второй декаде ноября. С середины ноября устанавливается зимняя межень, которая продолжается до начала половодья [5].

Гидрологические наблюдения на реке Болховец в городе Белгороде ведутся с 1943 года по настоящие время. Водомерный пост был организован 16 августа 1943 года, прикрепленный к гидрологической станции, расположен в южной части города Белгород, в 1 км ниже устья реки Гостенка [6, 7, 8]. За этот период местоположения водпоста менялось дважды. Все эти перемещения были связаны с работами по расчистке русла.

[1] Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2013 год (№ проекта 5.1739.2011)

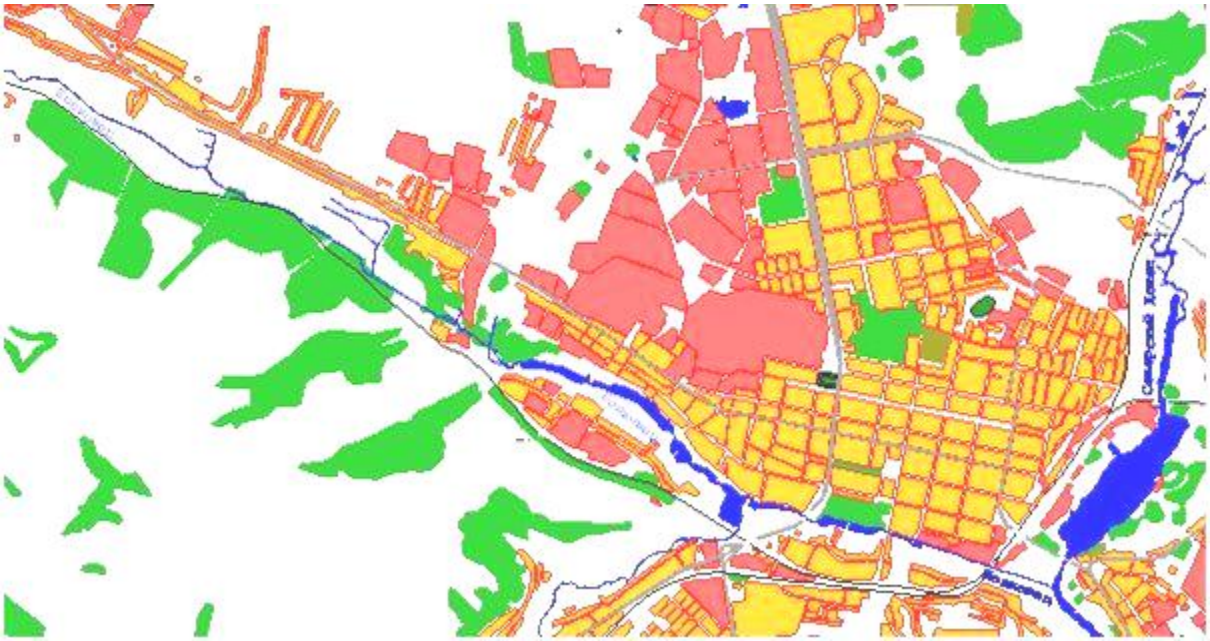


Рис. 1. Карта-схема р. Болховец в черте г. Белгорода

В связи с пересечениями реки различными инженерными коммуникациями, автодорогами, мостовыми переходами, земляные работы выполнялись отдельными участками с «горловинами» и перекатами между ними в различное время на протяжении нескольких лет.

Цель ранее выполненных земляных работ на реке Болховец – улучшение гидрологического, санитарного и экологического состояния реки, углубление, расчистка русла для повышения её пропускной способности, осушения пойменных земель.

В 1960 году на участке выше водпоста 410 м (длина участка около 2.5 км.) производились работы по спрямлению русла и дноуглубительные работы. Уровень нулевого расхода понизился до 1 метра.

В 1966 году русло реки с июня по сентябрь месяц выше водпоста, а в начале сентября на участке водпоста, углублялось и немного спрямлялось. Уровень воды упал примерно на 50 см, при сохранении прежней водности.

В 1974 году ниже водпоста в 110 метрах русло реки отведено в правую сторону для работы земснаряда и прорыт канал. Большая часть воды уходит по этому каналу, а меньшая по старому руслу.

В 1975 году в связи с построением шоссейной дороги русла рек перенесли в старое русло.

С 1983 по 1986 год периодически, ниже водпоста ведутся работы по расчистке русла земснарядом.

В 1987 году ниже водпоста в 250 метрах через реку Болховец идет строительство железобетонного моста, а выше – около трех километров расчистка русла.

В 1990 году под мостом образовалось дамба из-за понижения уровня воды. У левого берега идет деформация русла. Водность уменьшается, отмечается на отдельных участках пересыхание и перемерзание.

В 1999 году 7 мая сооружена плотина выше водпоста в 20 метрах, для поднятия уровня воды в реке. В тело плотины заложены две трубы. В 2000 году 13 сентября плотина разрушена. Периодически ведутся работы земснаряда.

В 2003 году комиссия под руководством Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Белгородской области произвела обследование реки Болховец и её водоохранной зоны в пределах города Белгорода с целью разработки мероприятий по её экологическому оздоровлению. В результате обследования было установлено:

- устьевая часть реки от железнодорожного моста до мостового перехода автодороги Белгород–Москва на длине 1.7 км расчищалась методом гидромеханизации. Далее 540 метров реки – напротив Госуниверситета до пересечения с теплотрассой расширялось экскаватором;
- участок реки от ул. Гостенская до конца ул. Везельской разрабатывалась земснарядом локальными участками на протяжение 2.5 км в 1980–82 годах;

- на средней части реки около 40 лет назад производилось углубление и расчистка русла экскаватором с целью повышения пропускной способности и осушения пойменных земель;
- участок в центральной части г. Белгород, проект углубления и расширения русла реки Болховец выполнен в 1999 году.

В период с 2003 по 2005 годы была произведена очередная расчистка русла реки Болховец от автомобильного железобетонного моста на пересечении с проспектом Б. Хмельницкого до Конпрока за счет Федеральной программы Донского бассейнового водного управления (рис. 2). Глубина реки на данном участке достигла 3 метров.

В 2010–2011 гг. за счет финансирования на местном уровне работы по расчистке и дноуглубительным работам в центральной части города продолжались в районе пляжа на левобережном берегу.

Для общего представления о динамике изменения уровней и расходов воды были использованы данные многолетних наблюдений по гидрологическому посту р. Болховец – г. Белгород.

Рис. 2. Работа земснаряда на реке Болховец в 2011 г.

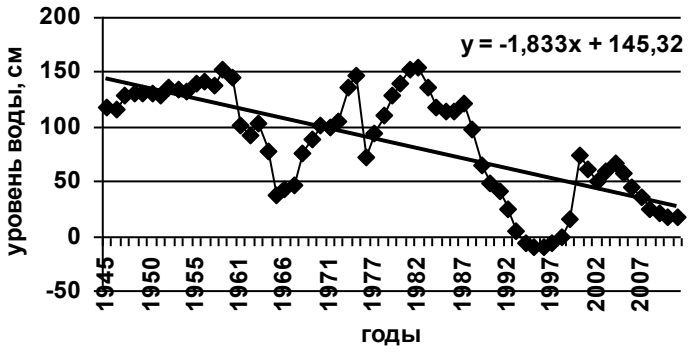


Рис.3. График среднегодовых уровней воды по р. Болховец – г. Белгород

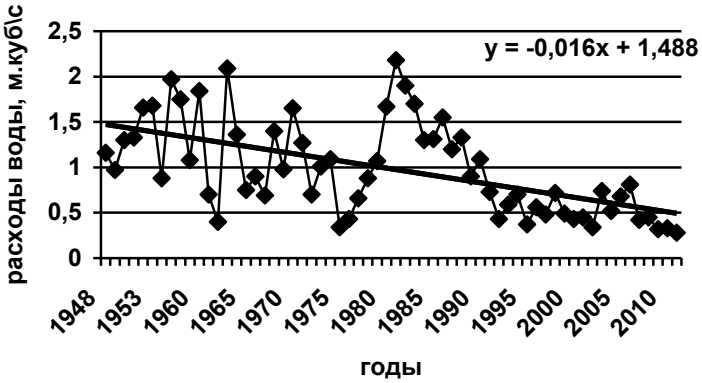


Рис. 4. График среднегодовых расходов воды по р. Болховец – г. Белгород

Анализ графика среднегодовых уровней воды по р. Болховец – г. Белгород изображенного на рисунке 3 показывает, что за последние годы наблюдается общая тенденция снижения уровня воды.

Период высоких уровней воды пришелся на 1949–1959, 1970–1974, 1977–1988 годы. На современном этапе повышение уровня воды наблюдалось в период с 2000 по 2006 год. С 2005 года наблюдается ежегодное уменьшение уровня воды. Среднегодовой уровень воды понизился за этот период с 57 см в 2005 году до 17 см в 2011 году, при норме 84 см.

Аналогично изменился сток воды за многолетний период. Как видно из рисунка 4, отмечается устойчивое снижение стока воды. И если до 1990 года наблюдалось чередование периодов повышенной и пониженной водности, то начиная с 1991 года, среднегодовой расход воды становится ниже нормы.

При норме 0.99 м^3/с за период с 1991 по 2011 годы включительно расход воды изменялся в пределах от 0.81 м^3/с в 2006 году (при наличии высокого половодья) до 0.28 м^3/с в 2011 году (сток в период половодья был незначительным).

Для анализа влияния дноуглубительных работ на уровенный и стоковый режим реки Болховец использованы данные о среднемесячных уровнях и расходах воды за период с 2002 (1 год до расчистки) по 2006 год включительно (1 год после расчистки). Данные приведены за этот период в сравнении с нормой (рис. 5).

При сравнении среднемесячных уровней за период 2002–2006 гг. видно, что среднемесячные уровни в большинстве своем ниже приведенной нормы.

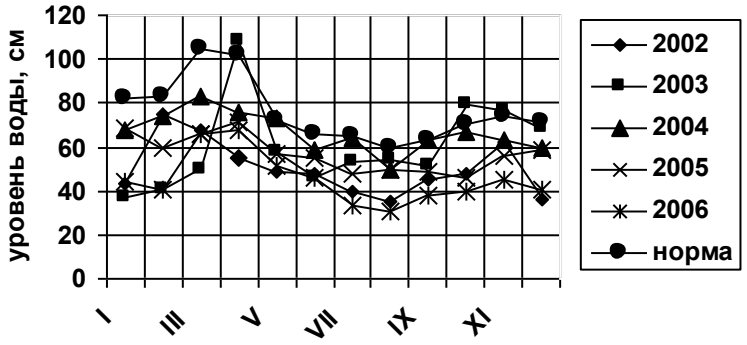


Рис. 5. График среднемесячных уровней воды по р. Болховец – г. Белгород

Следует так же отметить, что в 2003 году до начала работ по расчистке русла наблюдалось половодье с высокими уровнями воды, которое в какой-то мере способствовало очищению русла реки. На начальном этапе расчистки в 2003–2004 гг. наблюдается некоторое повышение уровней воды. Но в 2005 г. уровни воды начинают падать. Через год после окончания работ в 2006 году можно увидеть дальнейший спад уровня воды относительно предыдущих лет.

За период наблюдений 2002–2006 гг. сток воды за 2002 год можно выделить как наименьший. Максимальная водность за этот период наблюдалась в апреле 2003 года 5.92 м³/с, при норме 2.65 м³/с. В 2006 водность за период половодья была близкой к норме, так как половодье было затяжным. Сток 2005 года наблюдался близким к норме в большинство месяцев, за исключением февраля и марта (рис. 6). Величина расходов воды за период открытого русла в большинстве случаев ниже нормы.

Исходя из выше приведенных данных можно сделать выводы, что проведенные дноуглубительные работы положительного эффекта в полной мере на водный режим реки Болховец не оказали. Уровни и расходы воды продолжают падать.

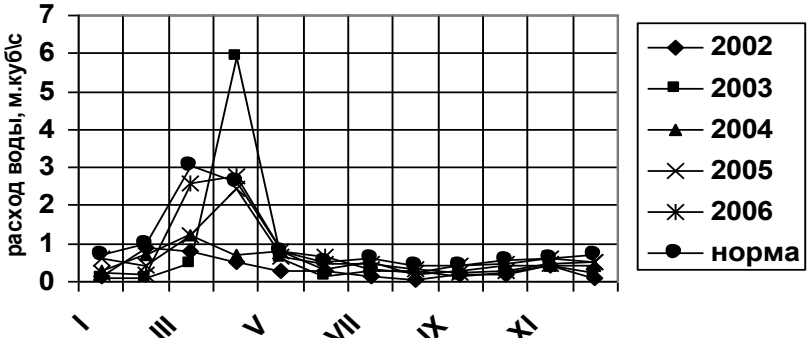


Рис. 6. График среднемесячных расходов воды по р. Болховец – г. Белгород

До настоящего времени не спроектированы и не установлены реальные границы водоохранных зон и прибрежных полос на протяжении всей реки, не всегда контролируется деятельность человека вблизи реки.

На левом берегу р. Болховец находятся свалки бытового мусора; во многих местах реки находятся стволы упавших деревьев. На правом берегу р. Болховец находятся самозахватные огороды, граничащие с рекой. В связи с отсутствием закрепительных лотков береговую часть размывает весенними и ливневыми водами, что способствует заиливанию русла реки и приводит к зарастанию водорослями. Отсутствие песколовок и отстойников для перехвата воды со стороны проспекта Славы, улицы Сумской и проспекта Богдана Хмельницкого обуславливает скопление песка, грязи и тяжелых фракций нефти в реке.

В плане улучшения санитарно-экологического состояния реки земляные работы приносят положительные результаты, но для гидрологического режима реки несут определенные негативные последствия: уменьшение скорости течения и зарастание русла из-за застоя воды. Отсутствие каких-либо ручьев, родников в русле реки и прилегающих к реке землях говорит о том, что река в пределах города не получает какого-либо значимого водного питания и существует только за счет родников, находящихся в верхней части бассейна за пределами города. В подобных условиях нужно спасать реку с ее притоками (рис. 7).

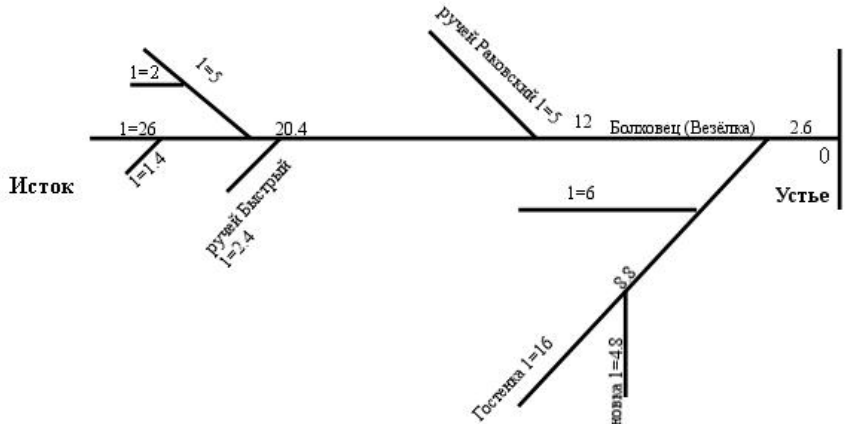


Рис. 7. Гидрографическая схема системы р. Болховец

Для улучшения санитарно-экологического состояния реки и поддержания равновесия необходимо установить ливневую и коммунально-бытовую канализацию частного сектора, закрепительные лотки для предотвращения дальнейшего размыва береговой линии реки, песколовки и отстойники для задержания воды со стороны проспекта Славы, улицы Сумской и проспекта Богдана Хмельницкого; создать законодательно установленные границы прибрежных зон и водоохранных полос. Эти действия способны улучшить экологическое состояние реки и поддержать водный баланс реки без его дальнейшего ухудшения.

Список литературы

1. Гидрографические характеристики речных бассейнов европейской территории СССР. – Л.: Гидрометеоиздат–Л., 1971. –100 с.

2. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о ресурсах поверхностных вод суши. Том 1. Вып. 3. – Л.: Гидрометеоиздат–Л., 1986 г. – 560 с.

3. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики за 1971–1975 гг. и весь период наблюдений. Том 6. Вып. 3. – Л.: Гидрометеоиздат–Л., 1980 г. – 204 с.

4. Петин А.Н., Сердюкова Н.С., Шевченко В.Н. Малые водные объекты и их экологическое состояние. – Белгород: БелГУ, 2005. – 240с.

5. Ежегодные данные о ресурсах поверхностных вод суши. Том 1. Вып. 3 за 1944-2011 гг.

6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 2. Ч. 2. – Л.: Гидрометеоиздат–Л., 1975 г. – 264 с.

7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Ч. 1. – Л.: Гидрометеоиздат–Л., 1978 г. – 384 с.

8. Техническое дело водпоста р. Болховец – г. Белгород 1946–2012 гг. – Белгородского ЦГМС.

IMPACT OF DREDGING ON THE WATER REGIME OF SMALL RIVERS (ON THE EXAMPLEOF THE RIVER BOLHOVETS)

M.G. Lebedeva, M.A. Petina, O.N. Kolmykova, E.V. Goncharevich, Yu.I. Novikova, I.Yu. Vagurin

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

E-mail: lebedeva_m@bsu.edu.ru

Small rivers are the main component of the ground drainage and have a huge envirnment-forming value. They form medium and large rivers, affect their hydrological, biological and hydrochemical conditions. But it is the ecological state of the small rivers due to severe anthropogenic pressure that is often assessed as catastrophic.

Of particular concern is the problem of siltation of rivers, as it leads to a rise in the water table and waterlogging of floodplains. It increases the likelihood of flooding during the spring flood, high rainfall floods.

One of the most common methods of saving small rivers - is the deepening of rivers with preservation of coastal trees and shrubs. Cleaning is performed using the method of hydro dredge. This kind of work leads to undesirable changes in the water regime of the small river.

Key words: small rivers, water regime, dredging.

УДК 628.112

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ Г. БЕЛГОРОДА И БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА В ЧАСТИ СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД [1]

Е.В. Леонтьева[1, 2], А.Г. Корнилов[2]

[1] ЗАО «Белнедра», Россия, 308007, г. Белгород, ул. Мичурина, 56, оф. 304
E-mail: lena_kv_v@mail.ru

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

Проведена оценка экологической ситуации района размещения крупного промышленного центра в части состояния подземных вод (г. Белгород и Белгородский район). Рассмотрено влияние на гидроэкологическую ситуацию трех факторов: защищенности подземных вод, развития депрессионной воронки, антропофункционального зонирования территории. На основе полученных данных выделены районы благоприятной экологической ситуации, напряженной экологической ситуации, кризисной экологической ситуации. Проведена оценка влияния функциональной принадлежности территории на качество подземных вод внутри района кризисной экологической ситуации.

Ключевые слова: региональная экология, гидроэкологическая ситуация, загрязнение подземных вод.

Введение

Использование подземных вод для хозяйственно-питьевого, технологического водоснабжения, освоение месторождений полезных ископаемых неизбежно приводят к изменению состояния источников водоснабжения – водоносных горизонтов. В результате отбора больших объемов воды формируются обширные депрессионные воронки, происходит перетекание подземных вод из смежных водоносных горизонтов и привлечение в питание подземных вод загрязнённых поверхностных водотоков, что сказывается на качестве добываемых вод [1, 2].

В связи с этим актуальной целью исследования является оценка экологической ситуации района размещения крупного промышленного центра (г. Белгорода и Белгородского района) в части состояния подземных вод на основе влияния трех факторов: защищенности подземных вод; развития депрессионной воронки; эколого-функционального зонирования территории.

Основными задачами исследования являются: выявление недостаточно защищенных районов, которые в наибольшей степени подвергаются антропогенному воздействию, оценка влияния функциональной принадлежности территории на качество подземных вод.

Защищенность подземных вод. В соответствии с классификацией СанПиН 2.1.4.1110-02 [3] достаточно защищенным источником водоснабжения г. Белгорода и Белгородского района является турон-маастрихтский водоносный горизонт в пределах водораздельных пространств, где он перекрыт четвертичными суглинками и палеогеновыми глинами мощностью до 30 м и более [4].

Недостаточно защищен данный горизонт в пределах склонов и пойменной части речных долин (рис.).

Развитие депрессионной воронки. На изучаемой территории эксплуатация турон-маастрихтского водоносного горизонта осуществляется 12 групповыми водозаборами, состоящими из 114 скважин с общей производительностью около 220 м^3/сут. В результате такой интенсивной добычи подземных вод сформировалась депрессионная воронка площадью 354 км^2. При этом в «маловодные» годы наибольшее понижение уровня подземных вод, превышающее допустимые 30 м, зафиксировано в Западной промзоне г. Белгорода в районе Муниципального водозабора № 3. На пределе допустимых понижений в маловодные годы также работают водозаборы «Белаци», «Цитробел», «Белгородский цемент», «Белэнергомаш».

[1] Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2013 год (№ проекта 5.1739.2011)

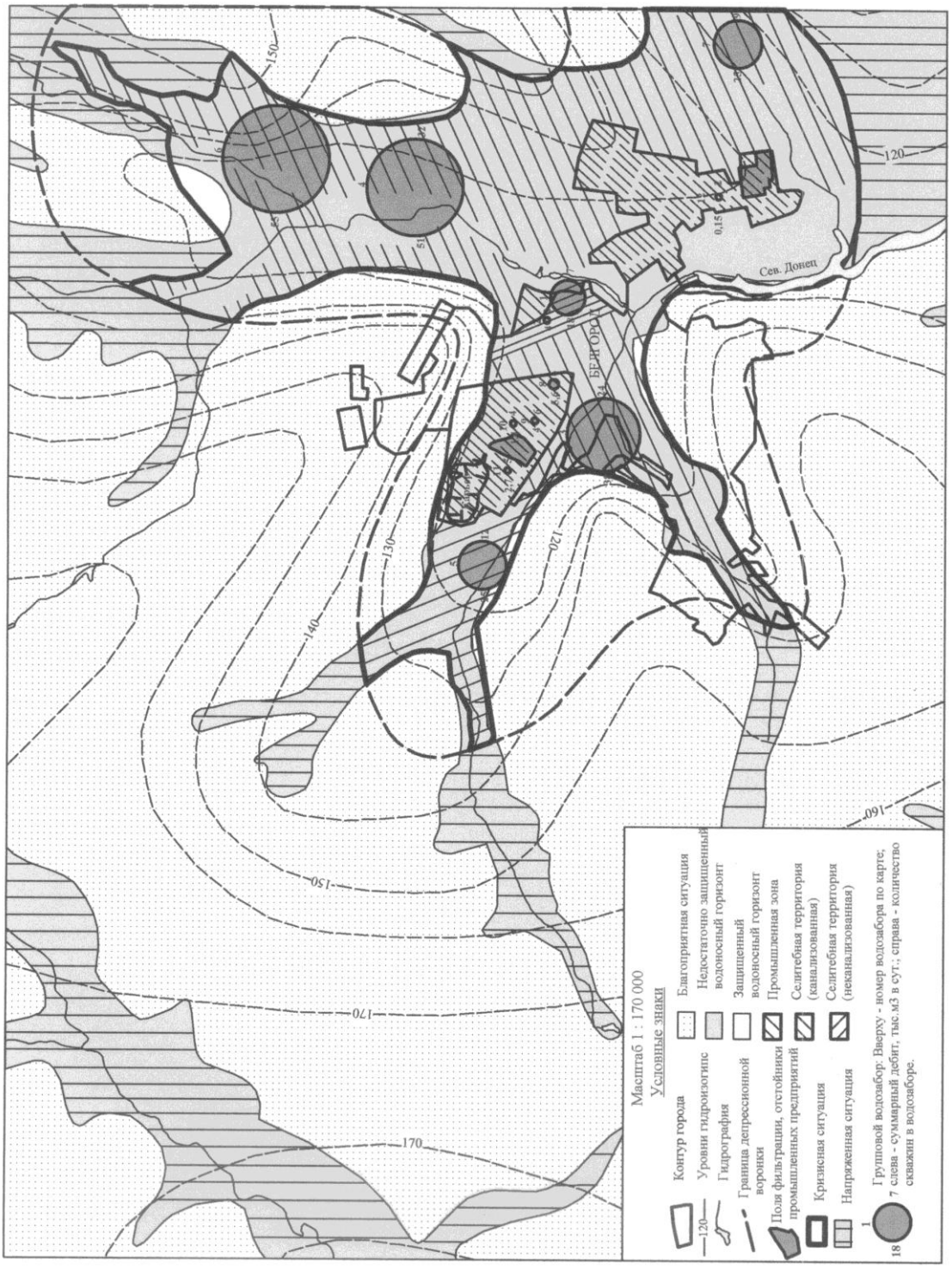


Рис. 1. Экологическая ситуация района размещения крупного промышленного центра в части состояния подземных вод на примере г. Белгорода и Белгородского района

В границах депрессионной воронки расположены Восточная и Западная промышленные зоны г. Белгорода, канализированная и неканализированная городская жилая застройка, микрорайоны индивидуальной жилой застройки. Кроме этого, внутри депрессионной воронки турон-маастрихтский водоносный горизонт, классифицируется как недостаточно защищенным.

Таким образом, внутри депрессионной воронки турон-маастрихтский водоносный горизонт подвержен наибольшему техногенному воздействию за счет интенсивной добычи подземных вод, стягивания в нее утечек из промышленных отстойников, канализационных промышленных и коммунальных систем.

Функциональное зонирование территории. Степень загрязнения грунтовых вод и химический состав загрязнителей в пространстве существенно различается в зависимости функциональной принадлежности территории [5, 6].

Для выявления функциональной принадлежности территории и выявления участков, в пределах которых состояние подземных вод подвергается негативному антропогенному воздействию в наибольшей степени было проведено антропофункциональное зонирование района г. Белгорода и Белгородского района с последующим выделением трёх зон: умеренной, повышенной и высокой антропогенной нагрузки [7]. При этом отмечается, что в исследуемом районе преобладает зона повышенной антропогенной нагрузки 58.8% от общей площадью 1113.1 км². Ареалы высокой антропогенной нагрузки расположены в юго-западной и северо-западной части исследуемой территории и составляют 8.8% от общей площади.

С учётом условий защищенности турон-маастрихтского водоносного горизонта, развития депрессионной воронки, функционального зонирования территории на исследуемой площади выделены районы: благоприятной, напряженной, кризисной экологической ситуации в части ситуации подземных вод (см. рис.).

Район благоприятной экологической ситуации в части состояния подземных вод характеризуется достаточной степенью защищенности водоносного горизонта, т. е. наличием мощной толщи в его кровле слабопроницаемых пород, отсутствием или слабым развитием депрессионной воронки, умеренной и повышенной антропогенной нагрузкой в соответствии с эколого-функциональным зонированием территории. Площадь района благоприятной экологической ситуации составляет 759 км² от общей площади исследуемого района. В пределах района благоприятной экологической ситуации в основном расположены пашни, сенокосы, лесохозяйственные земли, в меньшей степени сельские поселения.

Район напряженной экологической ситуации в части состояния подземных вод представлен недостаточно защищенным турон-маахстрихтским водоносным горизонтом, отсутствием или слабым развитием депрессионной воронки. С точки зрения функционального зонирования, территория представлена преимущественно зоной повышенной антропогенной нагрузкой. Площадь района напряженной экологической ситуации составляет около 154 км². В его пределах в основном расположены преимущественно неканализованные сельские поселения, районный центр Томаровка, а так же пашни.

В районе кризисной экологической ситуации в части состояния подземных вод турон-маахстрихтский водоносный горизонт недостаточно защищен, депрессионная воронка имеет интенсивное развитие по мощности водоносного горизонта, территория характеризуется преимущественно высокой и повышенной антропогенной нагрузкой. Площадь района кризисной экологической ситуации составляет около 199.7 км². Внутри выделенной зоны кризисной экологической ситуации расположены часть селитебной территории г. Белгорода, промышленная зона, селитебная территория – сельские поселения, а также незначительная часть лесохозяйственных земель, сенокосов и пашни.

В пределах района кризисной экологической ситуации с целью детализации ситуации выделены:

– промышленные зоны (водозаборы в западной промзоне г. Белгорода «Белгородский цемент», «Белаци», «Цитробел», в восточной промзоне водозабор «Верофарм». На территории промышленных зон расположены поля фильтрации, отстойники промышленных предприятий, городские очистные сооружения);

– селитебная неканализированная территория г. Белгорода и сельских поселений (муниципальные водозаборы № 1, 2 и частично № 5, расположенные в пределах частного сектора старой постройки неканализованного типа по ул. Калинина, в микрорайонах Стрелецкое, Савино);

– селитебная канализированная территория г. Белгорода и сельских поселений (водозаборы № 3, 4, 6, 7 , которые находятся в г. Белгороде, районе поселений Беломестное, Новосадовый, Разумное, участки ИЖС, где осуществляется канализованное водоотведение).

По итогам рассмотрения результатов качества вод по участкам водозаборов можно отметить следующее.

В источнике водоснабжения водозаборов, расположенных на селитебной неканализированной зоне, в турон-маастрихтском водоносном горизонте выявлены повышенные значения содержания нитратов. Так по водозабору МУП № 1 Горводоканал максимальное значение превышало ПДК и достигало 57.92 мг/л при норме 45 мг/л. По водозаборам МУП Горводоканал № 2 и № 5 максимальное значение нитратов составляли 30.57–35.93 мг/л, что выше 0.5 ПДК.

Нитратное загрязнение подземных вод турон-маастрихтского водоносного горизонта обусловлено поступлением хозяйственно-бытовых стоков из фильтрующих септиков в источник водоснабжения.

Так же выявлена повышенная жесткость воды, значения более 0.5 ПДК по хлору и аммиаку, превышение концентрации никеля.

В селитебной канализованной территории отсутствует повышенное содержание нитратов. При этом присутствует повышенная жесткость, максимальное значение получено по водозабору № 3, которое достигало 10.81 мг/л при норме 7 мг/л, так же установлено эпизодическое превышение нормативного значения никеля по водозабору № 6.

В промышленных зонах отмечено превышение жесткости по всем представленным водозаборам. Минерализация подземных вод на водозаборах «Белгородский цемент», «Цитробел», «Верофарм» превышала допустимые нормы и достигала 1765.6 мг/л при ПДК 1000 мг/л. На территории промзоны в водозаборах также зафиксировано превышение нормативных значений по хлору, максимальное значение получено на водозаборе предприятия «Верофарм» и составило 900.95 мг/л при норме 350 мг/л.

Заключение

Таким образом, в ходе проведенного районирования в части состояния подземных вод целесообразно выделение района кризисной экологической ситуации.

Зонирование района кризисной экологической ситуации на: селитебную неканализированную территорию г. Белгорода и сельских поселений, селитебную канализированную территорию г. Белгорода и сельских поселений (канализованная), промышленные зоны, совместно с анализом результатов качества вод по участкам водозаборов, позволило выявить ряд проблем:

1. На неканализированной селитебной территории г. Белгорода и сельских поселений выявлено повышенные значения содержания нитратов, что обусловлено поступлением хозбытовых стоков из фильтрующих септиков в источник водоснабжения.

В качестве мероприятий по снижения концентрации нитратов рекомендуется установка “Водоканалом” системы очистки вод от нитратов, либо переход на канализованную систему водоотведения.

2. На канализированной селитебной территории г. Белгорода и сельских поселений выявлено повышенное содержание жесткости, что вызвано высокой производительностью скважин, которая приводит к выщелачиванию ионов Ca и Mg из водовмещающих пород.

Необходимы мероприятия по снижению жесткости, рекомендуется уменьшить производительности водозаборных скважин, а так же предложить населению использование системы умягчения воды.

3. В промзонах выявлено повышенное содержание хлора, что обусловлено сбросом промышленных вод и утечками из промышленных систем канализации, отстойников котельных.

Для решения данной проблемы необходима ликвидация утечек, герметизация отстойников, сокращение объемов сбросов. Выполнять постоянный производственный контроль за показателями качества, которые превышают 0.5 ПДК.

Список литературы

1. Сыромятникова С.Н., Колмыков С.Н., Корнилов А.Г. Азотное загрязнение водных объектов Белгородской области в сельскохозяйственных и горнопромышленных районах // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2012. – №15 (134). Вып. 20. – С. 173–*177*.

2. Анализ пространственно-временных закономерностей изменчивости гидрохимических показателей р. Болховец (притока р. Северский Донец) / М.П. Прядко, П.В. Голеусов, А.Г. Корнилов и др. // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки» – 2012. – №21 (140). Вып. 21. – С. 159–*166*.

3. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – М., 2002. – 11 с.

4. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области: атлас. – Белгород, 2005. – 180 с.

5. Корнилов А.Г., Петин А.Н., Назаренко Н.В. Антропофункциональный анализ территории как основа эколого-географического районирования Белгородской области // Проблемы региональной экологии. – 2005. – №1. – С. 21–27.

6. Толстихин Д.О., Соколова В.И. Функциональное зонирование городской территории. Геоэкологическое обоснование // Геоэкология урбанизированных территорий сб. тр. Центра Практической Геоэкологии. – 1996. – 108 с.

7. Функциональное зонирование земель населенных пунктов Белгородской области / А.Г. Корнилов, А.Н. Петин, Н.В. Назаренко и др. // Проблемы региональной экологии. – 2009. – №5. – С. 266–271.

8. http://protown.ru/information/hide/2832.html

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION OF UNDERGROUND WATER IN BELGOROD AND BELGOROD REGION

E.V. Leontyeva [1,2], A.G. Kornilov [2]

[1] Lmt "Belnedra", Of. 304, 56, Michurina St., 308007, Belgorod, Russia
E-mail: lena_kv_v@mail.ru

[2] Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

An assessment of the environmental situation of underground water in the area of location of a large industrial center (Belgorod and Belgorod district) has been carried out. The influence of three factors on hydroecological situation: protection of groundwater, development of cone of depression, anthropogenic and functional zoning of the area, has been considered. On the basis of the findings areas of favorable environmental conditions, of hard environmental conditions and environmental health threat areas have been singled out. The influence of functional belonging of the area on the quality of groundwater within the district of environmental health threat has been evaluated.

Key words: regional ecology, hydroecological situation, contamination of groundwater.

УДК 504+712+911.5

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ

Н.В. Максименко,
Р.А. Квартенко

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Украина, 61022, г. Харьков, пл. Свободы, 4

E-mail: nadezdav08@mail.ru

В работе обосновано, что функциональная и планировочная структура экосети зависит от антропогенных условий и определяется природной ценностью местности, потребностью в рекреационных территориях и другими природными и социально-экономическими факторами. Приведены как результаты изучения природных особенностей Харьковской области и состояния ее экосистем, так и оценка ресурсов, необходимых для перестройки экосети. Для Харьковского региона предложено шесть основных этапов ландшафтно-планировочных мероприятий по перестройке экологической сети регионального уровня, которая станет частью национальной экосети.

Ключевые слова: экологическая сеть, ландшафтное планирование, экологические коридоры, базовые элементы, Харьковская область.

Введение

Экологические аспекты проблемы территориального планирования в последнее время приобретают все большую актуальность, поскольку они неразрывно связаны с различными сторонами нашей жизни. Одна из них – поддержание экологического равновесия территории, сохранение первозданных ландшафтов. О важности этой тематики говорит большое число публикаций в отечественной и зарубежной научной литературе за последние два десятилетия. Многие из них посвящены вопросам формирования экологических сетей и охраняемых территорий.

Экологическая сеть – новая форма охраны природы, которая позволяет учесть потребность как дикой природы, так и человеческого общества, является важным механизмом обеспечения сохранения биоразнообразия и полноценного развития регионов, создается путем объединения объектов природно-заповедного фонда и других особо ценных территорий для сохранения и возобновления качества окружающей среды [1, 2].

По мнению А.А. Блакберна, Н.С. Кудокоцева и Ю.А. Гуковой [3] создание экологических сетей, на сегодняшний день является наиболее эффективной формой сохранения ландшафтного и биологического разнообразия для регионов и стран, где так называемая дикая природа представлена в виде сильно фрагментируемых участков естественных ПТК среди общего пространства антропогенно-трансформируемых ландшафтов. Экологический смысл сложившейся ситуации заключается в том, что природные территории, окруженные существенно преобразованными антропогенной деятельностью ландшафтами, потеряли пространственную связь друг с другом, и с течением времени неминуемо теряют свое биологическое разнообразие из-за невозможности генетического и биогеохимического обмена между собой, постепенно сливаясь по своим биологическим характеристикам с окружающей их средой.

В Украине правовые основы формирования экологической сети регулируются Законами Украины «Об охране окружающей природной среды», «О природно-заповедном фонде Украины», «О растительном мире» [4], «О моратории на проведение сплошных рубок на горных склонах в пихтово-буковых лесах Карпатского региона» [5], «Об общегосударственной программе формирования национальной экологической сети Украины на 2000–2015 гг.» [1], а также Рамочной конвенцией об охране и устойчивом развитии Карпат [6].

Экологическая сеть является комплексной, многофункциональной природной системой, к основным функциям которой относятся сохранение биоразнообразия, стабилизация экологического равновесия, повышение производительности ландшафтов, улучшение состояния окружающей среды, переход к сбалансированному устойчивому развитию региона [4].

Объект экосети – отдельная составная часть экосети, имеющая признаки пространственного объекта – определенную площадь, пределы, характеристики и т. п. К объектам экосети относятся территории и объекты природно-заповедного фонда, водного фонда, лесного фонда, сельскохозяйственные угодья экстенсивного использования (пастбища, сенокосы) и т. п.

Объектами экосети также являются территории с повышенным биоразнообразием, прилегающие к ним территории с редкими видами и группировками, перспективные для заповедания территории, озера, реки, прибрежные зоны морей, самобытные культуры земледелия и образованные ими ландшафты, историческое и культурное наследие, главные миграционные пути диких животных, места массового расселения видов, территории с растительностью разной степени изменения и, даже, уничтоженной, пригодные для соединения центров разнообразия.

Теоретическая база проведения географических исследований региональных экологических сетей освещена в трудах по проблемам социально-экономического развития и качества окружающей среды В.Я. Шевчука, С.И. Дорогунцова, Л.Г. Руденко, Б.М. Данилишина, М.И. Нижнего, В.В. Волошина, Ю.Р. Шеляг-Сосонка, П.Г. Шищенко, А.М. Гродзинского, В.И. Олещенко [по 7, 8, 9, 10] и других. В то же время фундаментальным аспектам формирования и развития экосетей посвященные труды Ю.Р. Шеляг-Сосонка [11, 12], П.Г. Шищенко, М.Д. Гродзинского [13], В.А. Барановского [14], Т.Л. Андриенко [15], С.М. Стойка, К.М. Ситника [16].

Т.Л. Андриенко, Г.Я. Арап, Д.П. Воронцов [17] считают, что идея формирования экологической сети является интегральной в деле сохранения природной среды, оптимизации ландшафтов, сохранения генофонда живой природы, формирования благоприятных условий для жизнедеятельности человека. В Европе она уже приобрела определенное развитие и является главным направлением реализации Всеевропейской стратегии сохранения биологического и ландшафтного разнообразия [18]. На межгосударственном уровне формирование экологической сети координирует программа «Natura–2000», принятая в 15 странах Европейского Союза. В случае сочетания природоохранных территорий с Всеевропейской экологической сетью «Emerald» будет обеспечена охрана биоразнообразия и генофонда видов всей Европы и неизнурительное использование природных ресурсов [18].

Учитывая развитие концептуальных основ экосети в русле международной стратегии согласованного развития, следует отметить весомый вклад ученых в обоснование его географических аспектов: Л.Г. Руденко [10], В.И. Олещенко [9], И.О. Горленко, Н.Г. Малишевой, В.М. Пащенко [по 19].

А.Г. Топчиев рассматривает формирование экологических сетей как новое направление обоснования концепций и программ устойчивого социально-экономическо-экологического развития. По его мнению, элементы экологической сети выполняют функцию природных каркасов экологической безопасности регионов [20].

Здесь перспективними могут являться исследования по созданию ландшафтного каркаса экосети, геокомплексного и геокомпонентного наполнения природных ядер и экологических коридоров, буферных зон, территорий ренатурализации.

Важнейшим и в то же время сложным заданием формирования экосети является пространственная организация антропогеннотрансформированных ландшафтов – агроландшафтов. Это в корне измененные человеком ландшафты с преобладанием в структуре угодий пахотных земель, значительной пёстростью элементов территориальной структуры и нарушенными энергетическими потоками. Учитывая это, необходима регулируемая реконструкция и оптимизация агроландшафтов с приближением их пространственной структуры и энергетического обмена до уровня природных ландшафтов с учетом двух системно-экологических уровней – ландшафтного и водосборного [21]. Именно эту задачу и может решить применение законов и методов ландшафтного планирования для создания экологических сетей.

Объекты и методы исследования

Цель данного исследования – оценка возможностей Харьковщины в создании региональной экологической сети с учетом рекомендаций и методов ландшафтного планирования.

В данном исследовании необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать разные научные подходы к реализации главной цели – формированию региональной экологической сети;
- выделить различные категории природоохранных территорий, как элементов экосети;
- обозначить экологические коридоры разного уровня;
- оценить видовое разнообразие природных компонентов, слагающих ландшафты региональной экосети;
- рассмотреть перспективы функционирования экосети Харьковской области.

Создание региональной экологической сети даст возможность:

- объединить в целостную систему земли природно-заповедного фонда, другие природные и полуприродные территории;

- обеспечить сохранение, воссоздание и неизнурительное использование природных ресурсов, биологического и ландшафтного разнообразия, избежать потерь генофонда;
- повысить устойчивость ландшафтов к антропогенным нагрузкам, восстановить саморегулирующую и самвосстановительную способность природных экосистем;
- обеспечить позитивные изменения состояния окружающей среды, сформировать экологически безопасную среду жизнедеятельности людей;
- улучшить гидрологический режим территории, предотвратить эрозию почв;
- расширить пригодные для рекреационного использования территории, обеспечить развитие сбалансированного туризма [7].

Результаты и их обсуждение

По мнению П.Л. Царика [19] территории и объекты природно-заповедного фонда выступают основой функциональной и территориальной структуры перспективной экологической сети. В истории развития сети территорий и объектов природно-заповедного фонда можно выделить ряд периодов отличающихся по своему функциональному назначению.

Так, в 60-х – начале 70-х годов XX в. произошло выделение основных достопримечательностей природы как прообразов будущих ключевых природоохранных территорий и объектов. 70–80-е годы XX в. характеризуются наполнением функционально-пространственной структуры природно-заповедного фонда, формированием узловых структурных элементов природо-заповедной сети. Период с 1990 года до наших дней знаменует собой поворот к формированию целостной, функционально завершенной, социально направленной сети территорий и объектов природно-заповедного фонда.

Ю.Р. Шеляг-Сосонко [22], исследуя биоландшафтное разнообразие, считает, что негативные изменения окружающей среды, предопределенные значительной антропогенной нагрузкой, привели к его уменьшению, а для сохранения этого разнообразия необходимо перестроить экологическую сеть и создать систему управления ею. Общей тенденцией экосети является попытка создать универсальную природную структуру, которая бы решила не только проблемы сохранения биоландшафтного разнообразия, но и была бы по социальной и экономической оценке полезной для населения, а также улучшала бы экологические условия его жизни. Особенное значение экосеть имеет для экологически уязвимых и очень деградированных территорий, экологическая емкость которых в значительной степени уже исчерпана. Для таких территорий экосеть является единственно возможным выходом из кризисного состояния.

Формирование экологической сети – это подход, который развивается в европейской и мировой практике уже в течение последних 30 лет. В Центральной и Восточной Европе первые национальные программы экологических сетей появились в 80-х годах прошлого столетия. На территории восточной Европы экологическая сеть на уровне страны впервые была разработана в 1987 г. в Эстонии. Приблизительно в это время, некоторые страны начали разрабатывать предложения, которые основывались на концепции стабилизации ландшафта. Особенно следует отметить опыт Литвы и Чехословакии. Все эти программы характеризовались общей позицией относительно зонирования землепользования и экологического менеджмента, который предусматривает внедрение национальной системы планирования землепользования. Понятие «экологическая сеть» было официально признано в Европе, как важный инструмент для сохранения биоразнообразия в рамках Пан-европейской стратегии биологического и ландшафтного разнообразия (Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy – PEBLDS) [23, 24, 25].

В течение первых лет нового тысячелетия возросло внимание к развитию экологических сетей на глобальном уровне. Во время Мирового Саммита Устойчивого Развития в Йоханнесбурге в 2002 г. рассматривалась важность развития региональных и национальных экологических сетей и коридоров, как одного из направлений устойчивого развития.

Национальная экосеть Украины создается в русле реализации Закона Украины от 21 сентября 2000 года «Об Общегосударственной программе формирования национальной экологической сети Украины на 2000–2015 гг.». В 1995 г. была одобрена Всеевропейская стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, базовым направлением реализации которой стало создание Всеевропейской экосети. Эта сеть должна объединить существующие ячейки природного разнообразия европейского значения в единую территориальную систему, которая простирается от Пиренейского полуострова до Урала.

В соответствии с Всеевропейской стратегией сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, базовыми элементами Всеевропейской экосети являются:
- природные ячейки (ядра) для сохранения разных типов экосистем и сред существования (экотопов), видов растений и животных и ландшафтов европейского значения;

- экологические коридоры (переходные зоны) для обеспечения связей между природными ячейками;
- районы возобновления нарушенных экосистем;
- буферные зоны для защиты природных ячеек от вредного внешнего влияния.

Причем к природным ячейкам Всеевропейской экосети относятся лишь те природные территории, которые отвечают критериям международных (мирового, европейского и регионального уровней) конвенций и соглашений и признаны ими. Целостность сети будет обеспечиваться путем создания, где необходимо, непрерывных экокоридоров или непрерывных «переходных зон», которые способствуют расселению или миграции видов между природными ячейками. Во многих случаях связующие функции экокоридоров необходимо увязывать с отдельными формами экономической деятельности на соответствующей территории.

К природным ячейкам экосети в первую очередь относятся природоохранные или природно-заповедные территории, хотя часто они включают буферные зоны и экокоридоры. В Украине естественными ячейками наивысшего ранга являются природные заповедники, заповедные зоны национальных природных парков и биосферных заповедников, а охранные зоны вокруг природных заповедников, рекреационные зоны в национальных природных парках и буферные зоны в биосферных заповедниках (резерватах) являются по своей сути буферными зонами.

В рамках выполнения программы в Украине должно быть создано 29 национальных природных парков, 7 биосферных заповедников, расширены границы трех природных и трех биосферных заповедников, пяти национальных природных парков. В целом площадь природно-заповедного фонда Украины должна расшириться более чем вдвое и достичь 10 процентов от площади государства. Формирование экологической сети предусматривает изменения в структуре земельного фонда Украины путем отнесения части земель к категориям, которые подлежат особенной охране для обеспечения целостности экологической сети на основании научного обоснования и экономической целесообразности.

Программой предусмотрено осуществление таких основных мероприятий [1]:
- расширение и оптимизация сети объектов природно-заповедного фонда;
- формирование трансграничных природоохранных территорий;
- создание защитных лесных насаждений, полезащитных лесных полос, залуження земель;
- рекультивация и ренатурализация земель;
- обеспечение охраны водно-болотных угодий;
- обеспечение сохранения популяций видов растений и животных;
- осуществление специальных мероприятий для обеспечения миграции животных;
- создание условий для воссоздания разнообразия видов растений и животных;
- осуществление мероприятий по предотвращению негативного влияния на природные комплексы экологической сети.

Общегосударственная программа формирования национальной экосети предусматривает подготовку заявок относительно признания ценностей природных территорий Украины, в первую очередь в пределах ее природно-заповедного фонда, на международном уровне, составление национального перечня объектов природного наследия. Должны быть подготовлены представления на международное признание новых биосферных заповедников, внесены предложения к Перечню водно-болотных угодий международного значения и Мировой сети биосферных резерватов, Изумрудной сети Европы и награждений Европейским дипломом для природоохранных территорий.

В свете указанных генеральных направлений развития экологической сети Украины, значительное внимание должно уделяться процедуре проектирования и ландшафтного планирования природоохранных территорий.

Проектирование экологической сети является одним из заданий территориального планирования Украины, которое осуществляется в соответствии с законами «О планировании и застройке территорий» и «Об основах градостроения».

Главным принципом проектирования природно-заповедных территорий является многоэтапная, последовательная детализация проектных решений, то есть стадийность проектирования. При этом обеспечивается содержательная преемственность на всех стадиях проектирования.

Генеральная схема экологической сети Украины является составной частью Генеральной схемы планирования территории Украины. Генеральная схема планирования территории Украины разработана институтом «ГИПроград» и утверждена Законом Украины от 7 февраля 2002 года. Закон определяет основные проблемы использования и планировочной организации территории Украины, дает комплексную оценку экологических, экономических, социальных, инженерно-технических и других предпосылок и ограничений использования террито-

рий. В нем обоснованы районы размещения предприятий, которые имеют значительное влияние на окружающую среду и на территориальную организацию экономики государства. Закон определяет также районы размещения природно-заповедных территорий, расширения существующих и создания новых объектов природно-заповедного фонда в соответствии с Общегосударственной программой формирования национальной экосети Украины.

Постановлением Кабинета Министров Украины №1296 от 29 августа 2002 года предусмотрен мониторинг и мероприятия по реализации Генеральной схемы планирования территории Украины. Среди показателей мониторинга и мероприятий по реализации схемы значительное место занимают мероприятия по формированию национальной экосети, в том числе и определению потенциальных природоохранных территорий международного значения. Отображение в Генеральной схеме перспективы создания новых природно-заповедных территорий является резервированием территории для последующего заповедания.

Проектирование экологической сети осуществляется путем разработки Генеральной схемы экологической сети Украины и региональных схем административно-территориальных образований. В случае необходимости возможна разработка схем экологической сети бассейнов рек, отдельных природно-территориальных комплексов и других территорий.

Одним из основных заданий планирования национальной, региональных и местных схем экосети является обеспечение условий для бесконфликтного функционирования природы и общества. Поэтому количественные параметры экосети не могут быть одинаковыми в разных районах и зависят от целого комплекса природных и социально-экономических факторов. Но при этом очевидным является то, что значение экосети растет со степенью хозяйственного освоения территории. Функциональная и планировочная структура экосети еще в большей мере зависит от конкретных условий и определяется природной ценностью местности, потребностью в рекреационных территориях и другими природными и социально-экономическими факторами.

Для Харьковского региона предлагается шесть основных этапов ландшафтно-планировочных мероприятий по перестройке экологической сети регионального уровня, которая станет частью национальной экосети:

- изучение природных особенностей региона и состояния экосистем и оценка ресурсов, необходимых для перестройки;
- анализ репрезентативности существующей природно-заповедной сети (ПЗС) области;
- разработка проекта экологической сети, путем выделения потенциальных природных ядер и экологических коридоров;
- усиление существующих биоцентров и создание новых вдоль определенных экокоридоров за счет оптимизации природно-заповедной сети области;
- комплиментация региональной экосети в Европейскую экосеть;
- практическое воплощение проекта экосети.

В Харьковской области в настоящий момент лишь формируется экосеть, но есть ряд проблем, поскольку до сих пор в области нет заповедников – высших форм охраны уникальных ландшафтов области.

Основные направления деятельности нашли свое отражение в Программе формирования национальной экологической сети в области на 2002–2015 годы, утвержденной решением Харьковского областного совета от 21.05.2002 года.

Основной целью Программы является увеличение площади земель области с природными ландшафтами до уровня, достаточного для сохранения их разнообразия, близкого к присущему им естественному состоянию и формирования их территориально единой системы, построенной в соответствии с требованием обеспечения существования естественных путей миграции и распространения видов растений и животных. При этом национальная экологическая сеть на территории Харьковской области должна отвечать требованиям Общеевропейской экологической сети и выполнять ведущие функции относительно сохранения биологического разнообразия.

Особенностью Харьковщины является то, что через нее проходят два природных коридора Национальной экологической сети: широтный Галицко-Слобожанский и меридиональный Северскодонецкий (рис. 1)

Изучение природных особенностей региона и состояния экосистем и оценка ресурсов, необходимых для перестройки экосети показало следующие результаты.

Харьковская область расположена в пределах двух природных зон: лесостепной и степной. На ее территории представлены как зональные, так и азональные типы растительности (табл. 1).

Рис. 1. Национальная экологическая сеть Украины

Таблица 1

Репрезентативность типов растительности Харьковской области

№№ п/п	Типы растительности
Зональная природная растительность	
1	Нагорные дубравы (лесостепная зона)
2	Буерачные дубовые леса (лесостепная и степная зоны)
3	Березовые леса (лесостепная зона)
4	Суходольные луга (лесостепная зона)
5	Луговые степи (лесостепная зона)
6	Разнотравно-типчаково-ковыльные степи (степная зона)
7	Растительность меловых отслоений (лесостепная и степная зоны)
Азональная природная растительность	
8	Пойменные леса
9	Сосновые и широколиственно-сосновые леса
10	Пойменные луга
11	Галофитная растительность
12	Осоково-злаковые и мохово-осоковые болота
13	Прибрежная водная растительность
Растительность антропогенного происхождения	
14	Агрофитоценозы на месте сведеных зональных широколиственных лесов, азональных сосновых лесов, распаханных зональных луговых и разнотравно-типчаково-ковильных степей
15	Синантропная растительность

Нагорные дубравы распространены, главным образом, в северо-западных районах вдоль речных долин на плакорних участках водоразделов и правых высоких берегах рек Северский Донец, Харьков, Лопань, Уды, Мжа, Мерла. Наибольшие площади в нагорных широколиственно-смешаных лесах занимают кленово-липовая и липово-ясеневая дубравы. Первый ярус представлен Дубом черешчатым, Липой сердцелистной, Ясенем высоким, Кленом остролистым. На опушках и вырубках появляются Береза повислая, и Осина. Во втором ярусе растут Яблоня лесная, Груша обыкновенная, Черемуха обыкновенная; есть также виды родов Вяза и Клена. Подлесок состоит из разных видов боярышника, Лещины обыкновенной, Березы повислой, Ели европейской. На опушках – Крушина ломкая, виды рода Шшиповник, Вяз пробковый [26].

Байрачные дубовые леса распространены в Зачепиловском, Красноградском, Кегичевском, Первомайском, Змиевском, Барвенковском, Балаклейском, Изюмском, Шевченковском,

Купянском, Двуречанском, Великобурлукском и Волчанском районах, то есть на территории почти всех районов степной зоны и в южной части лесостепной [27].

Березовые леса на Харьковщине сохранились небольшими участками на понижениях боровой террасы среди лесных сосновых массивов. Основная порода этих фитоценозов – береза повислая, значительно реже встречается береза пушистая.

Суходольные луга в нашей области развиваются на месте сведеных лесов и являются производными группировками. Здесь преобладают многолетние травянистые растения.

Степные формации на Харьковщине почти не сохранились, степи в значительной степени распаханы. Отдельные участки степной растительности встречаются лишь на склонах балок, оврагов и на правых берегах рек Северский Донец, Волчья, Оскол и других.

В прошлом на плакорних участках Левобережья были достаточно распространены луговые степи с доминированием караганы кустовой и значительным участием Миндаля низкого. В северных лесостепных районах росли также кустарниковые степи [28]. Фрагменты луговых степей еще встречаются кое-где в лесостепных районах области. Но естественный растительный покров степных фитоценозов очень изменен под воздействием хозяйственной деятельности человека. Особенно большие изменения испытала степная растительность на участках, где в течение многих лет выпасали скот. Под воздействием выпаса пёстрая растительность естественных степей изменилась на однообразные типчаковые или тонконогово-тысячелистниковые сборы. Поэтому небольшие участки луговых степей на склонах балок находятся в дигресивном состоянии.

Небольшие участки настоящих разнотравно-типчаково-ковильных степей еще остались кое-где в степных районах Харьковщины. Они характеризуются значительной обильностью более ксерофитных узколистых плотнодернинних злаков: виды Ковыля, Житняк гребенчатый, виды Костра. К сожалению, эти остатки целинных степей отводятся под садово-огородные участки. Из-за этого под угрозой полного уничтожения оказлись ценные резерваты степной растительности около сёл Рогань, Липковатовка, Ольховка. В других местах на состояние растений негативно влияют избыточный выпас скота, ежегодное выжигание, сенокошение и нерегламентированный сбор лекарственных и декоративных растений. Даже на заповедных территориях области наблюдается такое негативное антропогенное влияние.

Обнажения мела тянутся узкими полосками на правых берегах рек, порезанных глубокими оврагами и балками, по Северскому Донцу и его притокам – Осколу и Волчьей, где еще кое-где сохранилась уникальная растительность меловых склонов. Здесь изредка встречаются растительные группировки, занесенные в Зеленую книгу Украины (ЗКУ): формация пырея ковылелистого и шесть редких формаций для растительности Харьковщины: формации иссопа мелового, чебреца известнякового, проломника Козо-Полянского, льна украинского, полыни беловойлочной. Эту специфическую флору образуют около 350 видов растений [26]. Среди них много эндемических, редких и исчезающих видов, занесенных в Европейский красный список и Красную книгу Украины. В образовании растительных группировок на обнажениях мела принимают участие и типичные представители степной флоры: овсяница валлисская, или типчак, ковыль перистый, стоколос безостый, шалфей мутовчатый, тысячелистник обыкновенный и т. п.

Пойменные леса расположены на берегах рек, главным образом Северского Донца, Оскола, Уд, Мжи, Орели. Это широколиственные пойменные дубравы, в древостое которых доминируют дуб черешчатый, ясень высокий, виды Вяза. Подлесок и травостой подобны таковым в нагорных дубравах. Обычно здесь растут и лианы, в частности, хмель вьющийся. Мелколиственные пойменные леса из ивы белой, тополя серебристого, осины и ольхи черной встречаются лишь в притеррасной части заводи рек. В пойменных лесах кое-где растут редкие ассоциации ясеневово-дубового леса хвощового с участием хвоща зимующего, ясенево-дубового леса ландышевого, чорноольшанникового леса. В заводях рек также распространены заросли кустарниковых ив с влаголюбивым высокотравьем и сорняками.

Сосновые и широколиственно-сосновые леса – азональные типы растительности, занимают значительную часть боровой террасы левых берегов Северского Донца, Оскола, Мжи, Уд, Мерлы. Рельеф террас неровный, на его повышенных элементах с бедными почвами формируются сухие боры, а на равнинных и пониженных его элементах с плодородными почвами – свежие субори. Сухие боры имеют бедный флористический состав. Здесь встречаются сосново-разнотравно-злаковые группировки. Из деревьев растет Сосна обыкновенная, а среди трав преобладают степные злаки: костер Беккера, ковыль днепровский, рожь дикая, вейник наземный, житняк песчаный, куничник наземный и разнотравье: прострел луговой, чебрец Палласа, цмин песчаный, полынь Маршалла, юринея харьковская, хондрилла ситниковидная. Флористический состав свежих суборей значительно богаче. В первом ярусе растет сосна обыкновенная, во втором – дуб черешчатый, виды Вяза, яблоня лесная, груша обыкновенная. Под-

лесок состоит из клена полевого, клена татарского. Травянистый покров составляют орляк обыкновенный, щитовник мужской, земляника лесная, ландыш майский, золотарник обыкновенный и др. Кое-где на Харьковщине встречаются ассоциации дубово-сосновых лесов лещиновых (Зеленая книга Украины) и редкие для области ассоциации сосновых лесов разнотравно-злаковых, орляковых, вересковых, костяницевих, кладониевых и житняково-чебрецовых.

Пойменные луга формируются в поймах рек. Раньше они ежегодно затапливались паводковыми водами. Интенсивное использование лугов как сенокосов и пастбищных угодий привело к значительной деградации этих растительных группировок. Площади их очень сократились также из-за распахивания пойм многих рек региона. Доминантами и субдоминантами естественных пойменных лугов являются корневищные виды злаков, которые имеют хорошие кормовые качества. Это – мятлик луговой, виды тонконога, костер луговой, тимофеевка луговая, пырей ползучий и бобовые: виды клевера, люцерна румынская, виды Горошка, сочевичник луговой [26].

При избыточном выпасе скота в составе луговой флоры появляется много балластных видов и сорняков – щавель конский, полынь Маршалла, молочай болотный и др. Они не поедаются животными и хорошо заметны на деградированных лугах. Естественные луга Харьковщины почти не охраняются, их доля в природно-заповедном фонде может реально увеличиться при создании экологической сети. Значительная площадь пойм распахана под сельскохозяйственные угодья или вытаптывается скотом, уничтожается неорганизованными туристами.

Для пойм рек степной зоны (Берестовая, Богатая, Орель, Орелька, Берека, Волоская Балаклейка, Самара) свойственны солончаковые и солонцеватые почвы, на которых растет галофильная растительность. Она распространена также в Змиевском районе в долине р. Сев. Донец (озеро Лиман). В засоленных условиях чаще всего растут осоково-разнотравные и злаково-разнотравные группировки с участием видов-галофитов: осока острая, покосница обыкновенная, костер восточный, солончаковая астра обыкновенная, подорожник Корнута [26]. Кое-где в составе этих фитоценозов встречаются редкие виды флоры Харьковщины.

Осоково-травяные и мохово-осоковые болота сохранились в сосновых лесах и среди открытых песков второй террасы Северского Донца, Уд, Мжи, Мерлы. Болота окружены зарослями ив, ольхи клейкой, крушины ломкой, березы пушистой и видами, которые типичные для пояса камыша. Интересные виды растут на верховых торфяных, или сфагновых болотах. Именно осоково-сфагновая ассоциация является редкой на Харьковщине. Кроме видов белого мха, здесь встречаются росянка круглолистная, клюква болотная, пушица многоколосковая, бобовник трехлистный и другие виды бореальной флоры. Редкими группировками для Харьковщины в этих условиях являются осоково-сфагновые ассоциации и формации осоки омской [26]. Эти уникальные для нашей области фитоценозы находятся под угрозой полного уничтожения. Уже высохло в пределах г. Харьков «Клюквенное» болото. Такая же судьба и у «Моховатого» болота (окрестности с. Гавриловка Дергачевского района), гидрологический режим которого полностью изменился в результате добычи рядом с ним песка.

В долинах и поймах рек большое количество озер, рукавов, стариц, временных водоемов. В долине Северского Донца наибольшими озерами является Лиман, Чайка, Камышеватое, Белое и другие, а озеро Боровое расположено прямо среди соснового леса. Эти водоемы и топкие берега рек зарастают прибрежно-водной растительностью.

В наше время природные ландшафты, где сохранились зональные и азональные растительные группировки, на Харьковщине занимают незначительную площадь (около 20%) [26]. На месте сведенных сосновых и дубовых лесов и распаханных луговых и разнотравно-типчаково-ковыльных степей на протяжении уже многих лет на сельскохозяйственных землях выращиваются разнообразные зерновые, зерново-бобовые, технические, овощные и плодово-ягодные культуры. На этих площадях формируются своеобразные агрофитоценозы, в образовании которых принимают участие, кроме определенных видов культурных растений, и значительное количество сорняков, которые составляют основу синантропной растительности. Сорняки растут там, где человек в процессе своей деятельности нарушает природные группировки и этим способствует им в борьбе за существование. Сорнякам свойственна большая энергия семенного и вегетативного размножения. Их семена долго сохраняют всхожесть. Плоды и семена имеют разнообразные приспособления к распространению.

Общая площадь лесов и других лесопокрытых площадей области составляет 419.4 тыс. га [26]. Они выполняют, преимущественно, экологические функции – водоохранные, защитные, рекреационные, природоохранные и имеют ограниченное эксплуатационное значение. Леса расположены фрагментарными участками большей или меньшей площади. По лесистости Харьковская область занимает 15 место в Украине, а по общему запасу древостоев – 10 место [26].

Выводы

Важнейшее стратегическое направление деятельности лесохозяйственных предприятий области – это увеличение лесистости, потому в области уделяется значительное внимание воссозданию лесов.

Лесистость области – 12.1% при нормативной – 15.0%. Чтобы достичь нормативного показателя, нужно осуществить новых посадок на площади около 91 тыс. га. Сегодня увеличение объемов посадки и этим выполнение экологического показателя – увеличения лесистости – возможно только за счет создания новых лесов на непригодных для ведения сельского хозяйства землях, - овражках, балках.

Особенной охране подлежат природные территории, которые имеют большую экологическую ценность как уникальные и типичные природные комплексы для сохранения благоприятного экологического состояния. Эти территории образуют единую территориальную систему и включают объекты природно-заповедного фонда, водно-болотные угодья и защитные лесные полосы.

Следовательно, создание региональной экологической сети в Харьковской области будет способствовать соблюдению экологического равновесия на территории области, в т. ч.:
- перестройке национальной экологической сети Украины;
- обеспечению экологически сбалансированного и неизнурительного природопользования на значительной территории области;
- ренатурализации земельных угодий, которые изымаются из сельскохозяйственного использования;
- воссозданию деградированных экосистем и сохранению видов растений и животных, которые находятся под угрозой исчезновения;
- улучшению пространственных и качественных показателей биомногообразия;
- развитию ресурсной базы для занятия туризмом, устраивания отдыха и оздоровления населения;
- улучшению совместной деятельности местных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, общественных экологических организаций в решении проблем экологической безопасности Харьковщины.

Список литературы

1. Закон України «Про державну програму формування національної екомережі України на 2000-2015 роки». // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2000. – № 47.

2. Закон України «Про екологічну мережу України». // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2004. – № 45.

3. Блакберн А.А., Кудокоцев Н.С., Гукова Ю.А. К методике оценки экологического потенциала локальных экологических сетей водосборов малых рек Донецкой области. – [Электронный ресурс] режим доступа: http://masters.donntu.edu.ua

4. Законодавство України про екологію. – К.: КНТ, 2004. – 440 с.

5. Закон України «Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, № 13. – С. 99.

6. Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат [Электронный ресурс] режим доступа: http://search.ligazakon.ua

7. Формування регіональних схем екомережі (методичні рекомендації) / За ред. Ю.Р. Шеляга-Сосонко – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 71 с.

8. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні / Нац. екол. Центр України; Наук. ред. П.Г. Шищенко. – К., 1993. – 292 с.

9. Олещенко В.И. и др. Справочник по заповедному делу / Под ред. А.М. Гродзинского . – К.: Урожай, 1988. – 167 с.

10. Руденко Л.Г., Шевченко В.О., Горленко І.О. Україна: Основні тенденції взаємодії суспільства і природи у XX столітті (географічний аспект). – К.: Академперіодика, 2005. – 320 с.

11. Розбудова екомережі України / За ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонка. – К., 1999. – 127 с.

12. Національна екологічна мережа як складова частина Пан-Європейської екологічної мережі / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, О.В. Дудкін, М.М. Коржнєв, О.С. Аксьом. – К., 2005. – 63 с.

13. Гродзинський М.Д. Ландшафтно-экологический анализ в мелиоративном природопользовании / М.Д. Гродзинский, П.Г. Шищенко. – К.: Либидь, 1993. – 224 с.

14. Барановський В.А. До концепції переходу України на модель сталого розвитку // Економіка України. – 2001. – № 7. – С. 78-83.

15. Андрієнко Т.Л., Клєстов М.Л., Прядко О.І. Напрямки розвитку природно-заповідної мережі України та роль регіональних мереж в ній // Міждержавні природно-заповідні території України. – К., 1998. – С. 7 - 13.

16. Ситник К.М., Стойко С.М. Значення біосферно-ноосферних ідей В.І. Вернадського для екологічної стратегії збереження ресурсів біосфери та оптимізації життєвого середовища // Екологія та ноосферологія. – 1995. – Т. 1, № 1-2. – С. 5-11.

17. Фіторізноманіття національних природних парків України / Т.Л. Андрієнко, Р.Я. Арап, Д.П. Воронцов та ін. – К.: Наук. світ, 2003. – 143 с.

18. Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. – К., 1998. – 52 с.

19. Царик П.Л. Динаміка територіальної організації територій і об'єктів природно-заповідного фонду Тернопільської області. // Наукові записки ТДПУ. Сер. «Географія». – Тернопіль, 2001. – №2. – С. 112–120.8.

20. Топчієв О.Г. Парадигма сталого розвитку в географії : географічні засади сталого розвитку // Україна : географічні проблеми сталого розвитку : зб. наук. пр. в 4-х т. – К. : ВГЛ «Обрії», 2004. – Т. 1. – 2004. – С. 51–61.

21. Приходько М.М. Ґрунтоводоохоронні біоінженерні комплекси та оптимізація ландшафтів у бассейнах малих річок західного регіону України. – Івано-Франківськ, 1996. – 83 с.

22. Українська національна екологічна мережа як складова частина Пан'європейської екологічної мережі / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, О.В. Дудкін, М.М. Коржнєв, О.С. Аксьом // Національна екологічна мережа – складова частина Пан'європейської екологічної мережі. – Київ, 2005 – С. 3–20.

23. Sluis, T. van der, H. Baveco. G. Corridore, H. Kuipers, F. Knauer, B. Pedroli, R. Jochems and J. Dirksen Networks for LIFE: An Ecological Network Analysis for the Brown bear (Ursus arctos) - and indicator species in Regione Abruzzo. Wageningen, Alterra, Green World Research. Alterra-rapport 697 – 2003. – 59 p.

24. Van der Sluis, T., M. Bloemmen, I.M. Bouwma (2004), European corridors: Strategies for corridor development for target species // ECNC, Tilburg, the Netherlands & Alterra. – 2004. – 34 p.

25. Jongman, R.H.G. Nature Conservation Planning in Europe: Developing Ecological Networks. // Landscape and Urban Planning, – 1995. – Vol. 32. – P. 169–183.

26. Загальна характеристика рослинного світу // Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області, 2011 р. Відп. за випуск Квартенко Р.О. – Харків, 2012. – С. 76–81.

27. Рослинність / Є.Л. Макаровський та інші // Екологічний атлас Харківської області. – Харківська обласна державна адміністрація, Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (УкрНДІЕП) – 2-ге вид. доп. та перероб – Харків, 2005. – С. 27.

28. Алексеенко М.И. Растительность Харьковской области// Материалы Харьковского отдела Географического общества Украины. – Вып. VIII: Харьковская область. Природа и хозяйство. – Харьков: Изд-во ХГУ, 1971. – С. 80–94.

SPATIAL PLANNING OF THE ECOLOGICAL NETWORK OF KHARKIV REGION ON LANDSCAPE BASIS

N.V. Maksimenko, R.A. Kvartenko

V.N. Karazin Kharkiv Nartional University, 4, Svobody Sq., Khar'kov, 61022, Ukraina

E-mail: nadezdav08@mail.ru

The paper justifies that the functional and ecological network planning structure depends on the anthropogenic environment and is determined by natural value of the locality, the need for recreational areas and other natural and socio-economic factors. The research results of the natural features of Kharkiv region and the conditions of its ecosystems have been given in the paper, as well as the assessment of the resources needed to restructure the ecological network.Six main stages of landscape-planning actions to restructure the regional ecological network which will become part of the national ecological network have been suggested for Kharkiv region.

Key words: environmental network, landscape planning, environmental corridors, basic elements, Kharkiv region.

УДК 504.064

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В УКРАИНЕ

Е.Н. Варламов, О.А. Палагута

Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, Украина, 61166, г. Харьков, ул. Бакулина, 6

E-mail: varl@niiep.kharkov.ua

Рассмотрены экологические показатели, которые используются для оценивания состояния окружающей природной среды в Украине на отдельных территориях и государства в целом. Рассмотрены и проанализированы экологические индикаторные показатели, которые используются для проведения оценки состояния окружающей природной среды в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. С учетом рассмотренного предложено внедрить Систему экологических индикаторных показателей для оценки состояния окружающей природной среды в Украине.

Ключевые слова: экологические показатели, экологические индикаторные показатели, окружающая природная среда, система, мониторинг.

Введение

Экологические индикаторные показатели (ЭИП) являются основным средством для проведения оценки состояния окружающей природной среды (ОПС) в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА) [1]. Выбранные надлежащим образом показатели, которые основаны на достаточных временных рядах данных, могут не только отражать основные тенденции, но и способствовать описанию причин и последствий сложившейся экологической обстановки, а также позволяют наблюдать за ходом осуществления экологической политики в стране и оценивать её эффективность.

На рабочем совещании (Санкт-Петербург, июль 2003 года) национальными экспертами стран ВЕКЦА была определена приоритетная тематика для основных направлений мониторинга, по которым следует разработать набор ЭИП для оценки состояния НПС. В результате кропотливой работы национальные эксперты стран ВЕКЦА создали Руководство по применению экологических показателей в странах ВЕКЦА [1, 2].

Предполагается, что внедрение, экологических показателей, согласованных между странами, будет способствовать:

- совершенствованию национальных систем мониторинга окружающей среды, представления экологической отчетности для целей принятия решений, касающихся окружающей среды, и информирования общественности;
- сопоставимости национальных оценок состояния окружающей среды с оценками других стран - членов ООН;
- облегчению сбора данных для будущих общеевропейских оценочных докладов по окружающей среде.

В связи с этим возникает необходимость формирования информации о состоянии ОПС во взаимосвязи человеческой деятельности с конечным влиянием на нее. А также отражение социальных аспектов этого влияния, при удовлетворении всех информационных потребностей. Таким образом, необходимы ЭИП, при помощи, которых в первую очередь необходимо отслеживать это влияние для оценки действенности экологической политики, а также для возможности прогнозирования изменений в состоянии ОПС.

Результаты исследований

Авторами выполнялись исследования данного вопроса, в результате предложена для внедрения Система экологических индикаторных показателей для оценки состояния окружающей природной среды в Украине (далее – Система ЭИП), которая предназначена для комплексной оценки состояния ОПС и последствий природопользования на территории Украины и отдельных административных территориях. С помощью ЭИП можно отследить тенденции изменений состояния ОПС территорий, за которыми ведется наблюдение.

Система ЭИП будет оказывать содействие развитию информационной базы Государ-

ственной системы мониторинга окружающей среды, которая должна быть основой для разработки экологической политики в Украине, принятия управленческих решений относительно улучшения состояния экологической безопасности и информирования общественности о состоянии ОПС, эффективности природоохранной деятельности.

Относительно осуществления экологической политики ЭИП должны решать следующие задачи:
- применение в качестве инструмента оценивания состояния ОПС и эффективности природоохранной политики;
- обеспечение информацией относительно экологических проблем руководителей и специалистов по экологической политике;
- определение главных факторов, которые вызывают давление на ОПС, информационная поддержка планирования развития и приоритетное урегулирование направлений развития экономики с минимизацией отрицательного влияния на ОПС;
- контроль эффективности внедрения природоохранных мероприятий;
- информирование относительно контроля ЭИП согласно международным обязательствам Украины по международным Конвенциям и соглашениям в сфере охраны ОПС;
- информирование общественности для улучшения общественного осознания относительно имеющихся экологических проблем.

В основу Системы ЭИП положены рекомендации Рабочей группы ЕЭК ООН по мониторингу и оценке ОПС, которые изложены в Руководстве для стран ВЕКЦА [2], а также опыт применения экологических показателей в Украине [3, 4, 5].

Система ЭИП должна охватывать основные направления мониторинга ОПС и экономические направления, по тем отраслям, деятельность которых оказывает непосредственное влияние на состояние ОПС [6].

Система ЭИП должна быть открытой системой, которая предусматривает возможность внесения прогрессивных изменений в элементы системы на основании опыта ее практического применения и развития нормативной и методической базы ведения мониторинга окружающей среды. В Систему ЭИП предложено включить 39 ЭИП по 9-и направлениям (табл.).

Таблица

Система экологических индикаторных показателей для оценки состояния окружающей природной среды в Украине

Направления	ЭИП, который включен в направление
1	2
«Загрязнение атмосферного воздуха»	«Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух»
	«Качество атмосферного воздуха в городских населенных пунктах»
	«Радиационное загрязнение атмосферного воздуха»
	«Использование озоноразрушающих веществ»
«Изменение климата»	«Температура воздуха»
	«Атмосферные осадки»
	«Выбросы парниковых газов»
«Водные ресурсы»	«Возобновляемые ресурсы пресных вод»
	«Забор пресных вод»
	«Бытовое потребление воды в расчете на душу населения»
	«Потери воды»
	«Повторное и оборотное использование пресной воды»
	«Качество питьевой воды»
	«Биохимическое потребление кислорода и концентрация аммонийного азота в речной воде»
	«Биогенные вещества в пресной воде»
	«Биогенные вещества в прибрежных морских водах»
	«Загрязненные сточные воды»
«Биоразнообразие и леса»	«Природные территории, которые подлежат особой охране»
	«Леса и прочие лесопокрытые земли»
	«Виды, которые подлежат особой охране»
	«Тенденции изменения численности и распространения отдельных видов»
«Земельные ресурсы и почвы»	«Изъятие земель из продуктивного оборота»
	«Районы, подверженные эрозии почв»
	«Структура земель сельскохозяйственного назначения»
	«Орошаемые и осушенные земли»
«Энергетика»	«Конечное энергопотребление»
	«Валовое внутреннее использование энергии»
	«Энергоемкость»
	«Энергопотребление на основе возобновляемых источников»

Окончание таблицы

1	2
«Сельское хозяйство»	«Внесение минеральных и органических удобрений»
	«Внесение пестицидов»
«Транспорт»	«Пассажирооборот»
	«Грузооборот»
	«Состав парка дорожных механических транспортных средств в разбивке по видам используемого топлива»
	«Средний возраст парка дорожных механических транспортных средств»
«Обращение с отходами»	«Образование отходов»
	«Переработка и вторичное использование отходов»
	«Окончательное удаление отходов»
	«Трансграничные перевозки опасных отходов»

ЭИП, которые включены в Систему ЭИП измеряются в численном выражении (значение ЭИП находится в пределах от 0 до 10).

Для удобства оценивания состояния ОПС с помощью ЭИП, которые определены, в Системе ЭИП предлагается проводить классификацию ЭИП по двум видам:

первый – по группам оценки состояния объектов ОПС и оценки источников техногенного влияния на объекты ОПС. С помощью группы оценки состояния объектов ОПС можно оценить текущее состояние и тенденции изменений ОПС, включая параметры качества (уровни загрязнения) по атмосферному воздуху, водным и земельным ресурсам, а также по биоразнообразию и лесам (разнообразие видов в конкретном географическом районе; наличие природных ресурсов, таких как лес, и т.п.). К этой группе ЭИП отнесены следующие направления мониторинга: загрязнение атмосферного воздуха; водные ресурсы; биоразнообразие и леса; земельные ресурсы и почвы. С помощью группы оценки источников техногенного влияния на объекты ОПС можно оценить текущее состояние и тенденции влияния техногенных объектов на ОПС. В эту группу ЭИП входят показатели, которые имеют прямое антропогенное давление на ОПС вследствие выбросов или сбросов загрязняющих веществ, образования отходов. Например, выбросы в атмосферу от автомобилей, загрязнение почв пестицидами, и т.п. К этой группе ЭИП отнесены следующие направления влияния на ОПС: сельское хозяйство; энергетика; транспорт; обращение с отходами. Исключением, от перечисленных групп ЭИП является направление «Изменение климата». Это связано с тем, что наблюдается изменение климатических условий в сторону потепления, как в Украине, так и на всем Земном шаре [7], а динамика изменения климата Украины в значительной степени является синхронной с изменениями глобального климата. Система ЭИП, которая распределена по данной классификации, представлена на рис. 1.

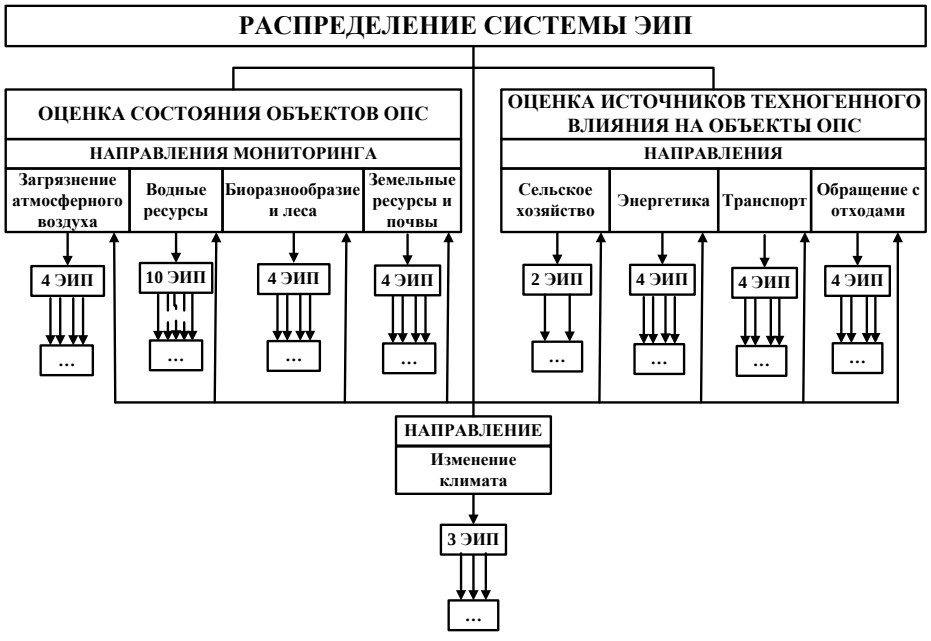


Рис. 1. Распределение Системы ЭИП согласно классификации первого вида

второй – по группам эколого-социальных (ЭСИП) и эколого-экономических индикаторных показателей (ЭЭИП). ЭСИП дают представление о том, насколько изменения в ОПС и нагрузках на нее отвечают изменениям в социальной сфере, помогают найти ответы на вопрос «наблюдается ли прогресс, связанный с экологией в социальной сфере?» [8, 9]. Рассчитываются ЭСИП с применением, в основном, таких социальных показателей, как численность населения страны (административной территории), площадь страны (административной территории). К ЭСИП также отнесены показатели, которые указывают непосредственно на такой важный социальный фактор, как риски связаны с ухудшением состояния здоровья населения. Это, например, показатели, которые указывают на количество и/или тенденции изменений в количестве случаев превышения нормативов содержимого загрязняющих веществ в питьевой воде, атмосферном воздухе населенных городов. ЭЭИП дают представление о том, насколько изменения в ОПС и нагрузках на нее отвечают изменениям в экономической сфере, помогают найти ответы на вопрос «наблюдается ли прогресс, связанный с экологией в экономической сфере?». Рассчитываются ЭЭИП с применением в основном таких экономических показателей, как валовой внутренний продукт (валовой региональный продукт), объем промышленного производства в отдельных областях экономики и другие экономические показатели, которые существенно влияют на состояние и управление в экологии [8, 9]. С экономической точки зрения экологическое оценивание является необходимым инструментом рационального планирования и реализации природоохранных мероприятий. Оценка качества отдельных компонентов ОПС необходима для организации ресурсного обеспечения нужд населения и хозяйства страны. ЭСИП и ЭЭИП могут быть применены как для раскрытия информативного содержания определенных ЭИП, так и отдельно для анализа эколого-социальных и эколого-экономических изменений, являются инструментом формирования общественного мнения относительно действенности экологической политики и состояния экологической безопасности в Украине. Система ЭИП, которая распределена по данной классификации, представлена на рис. 2 на примере направления мониторинга «Загрязнение атмосферного воздуха».

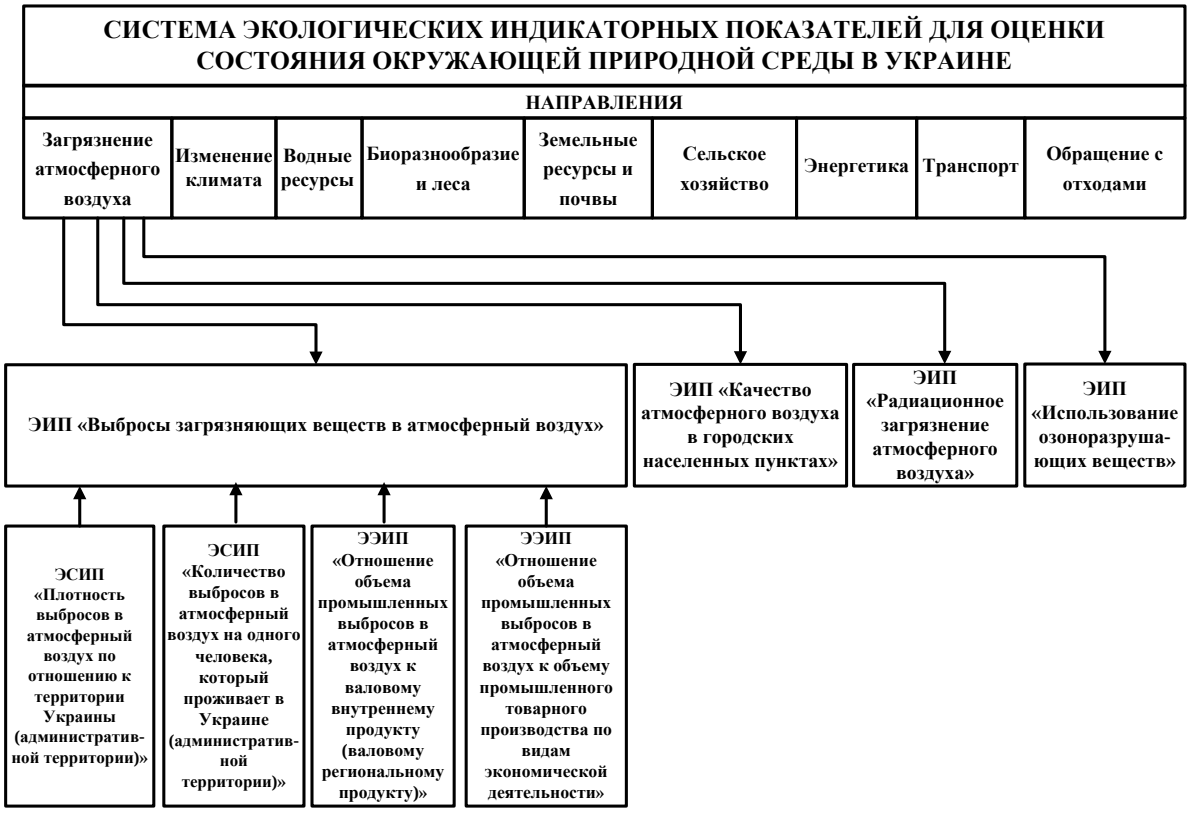


Рис. 2. Распределение Системы ЭИП согласно классификации второго вида

С политической точки зрения такая оценка состояния ОПС необходима исходя из трансграничного характера экологических проблем и необходимости выполнения международных договоренностей.

Заключение

Для разработки и проведения природоохранных мероприятий, а также эффективного управления природными ресурсами, необходима объективная информация, которая поможет лицам, принимающим управленческие решения, осуществлять политику стойкого развития государства. В Украине информация о состоянии ОПС, влияние на нее разных факторов и использование природных ресурсов формируется на основе результатов государственного мониторинга окружающей среды.

В настоящий момент в Украине оценка состояния ОПС не носит комплексного характера. В связи с этим, разработана и предложена для внедрения Система ЭИП с помощью которой можно выполнить комплексную оценку состояния ОПС и последствий природопользования на территории Украины и отдельных административных территориях.

Практическое значение Системы ЭИП состоит в повышении эффективности и результативности природоохранной деятельности на различных уровнях (государственном, региональном, ведомственном и др.), а также улучшению информирования общественности о состоянии ОПС.

Список литературы

1. Экологические показатели и основанные на них оценочные доклады, Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия // ЕЭК ООН. – Нью-Йорк и Женева, 2007. – 110 с.

2. Мониторинг окружающей среды: Руководство по применению экологических показателей в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, 2007 [Эл. ресурс]: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/europe/monitoring/Belgrade/CRP1.Indicators.Ru.MK.pdf

3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.

4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. – К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2012. – 258 с.

5. Обзор результативности природоохранной деятельности. Украина второй обзор // ЕЭК ООН. – Нью-Йорк, Женева, 2007. – 223 с.

6. Варламов Е.Н., Юрченко Л.Л., Палагута О.А. Использование экологических индикаторных показателей для оценки влияния на окружающую природную среду // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. пр. вип. 32 / УкрНДІЕП. – Х.: Вид. дім «Райдер», 2010. С. 63 – 75.

7. Глобальное изменение климата – современные взгляды и тенденции // Укргидрометцентр, МЧС Украины [Эл. ресурс]: http://ukrweather.kiev.ua/

8. Варламов Е.Н., Юрченко Л.Л., Палагута О.А. Использование эколого-экономических индикаторных показателей для оценки эффективности природоохранной деятельности // Научно-производственный журнал «Экология и промышленность», Х., УкрГНТЦ «Энергосталь», № 1 (22), 2010. С. 73 – 77.

9. Палагута О.А. Соціальні, економічні та екологічні індикаторні показники для оцінки стану навколишнього природного середовища України // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: Матер. VIII Міжнар. науково-практ. конф. – Х.:Райдер, 2012. – Т. 2. – С. 132 – 134.

THE SYSTEM OF ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDICATORS FOR ASSESSING THE STATE OF NATURAL ENVIRONMENT IN UKRAINE

E.N. Varlamov, O.A. Palaguta

Ukrainian Scientific and Research Institute of Ecological Problems, 6, Bakulina St., Kharkiv, 61166, Ukraine

E-mail: varl@niiep.kharkov.ua

The authors analyzed evaluated ecological indicators used in assessing the state of natural environment in Ukraine for regions and for the State as a whole. They reviewed and analyzed environmental performance indicators for natural environment in countries of Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. Based on the analysis a new set of environmental performance indicators for Ukraine has been proposed.

Key words: environmental performance, environmental performance indicators; natural environment; monitoring.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абдуллина Р.Г. – научный сотрудник; Ботанический сад-институт УНЦ РАН, г. Уфа, Башкортостан, Россия

Адаменко В.Д. – аспирант; Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины, г. Умань, Черкасская обл., Украина

Андреенков В.С. – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Баранова Т.В. – кандидат биологических наук; Воронежский государственный университет, Ботанический сад, г. Воронеж, Россия

Бочарова А.А. – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Бронникова А.М. – ассистент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Буковцова И.С. – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Бунтина М.Л. – аспирант; Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

Бухкало С.П. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Тобольская комплексная научная станция УрОАН, г. Тобольск, Россия

Вагурин И.Ю. – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Варламов Е.Н. – кандидат технических наук, старший научный сотрудник; Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г. Харьков, Украина

Везенцев А.И. – доктор технических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Во Ван Тхань – преподаватель; Педагогический университет, г. Хошимин, Вьетнам

Габрук Н.Г. – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Голованов Я.М. – кандидат биологических наук; Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, г. Уфа, Башкортостан, Россия

Гончаревич Е.В. – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Гусев А.В. – кандидат географических наук; Станция юных натуралистов, г. Новый Оскол, Белгородская обл., Россия

Данова Т.Е. – кандидат географических наук, доцент; Одесский государственный экологический университет, г. Одесса, Украина

Демидова Н.А. – кандидат биологических наук; Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, г. Архангельск, Россия

До Хыу Кует – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Дунаев В.А. – доктор геолого-минералогических наук, профессор; Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу, г. Белгород, Россия

Ерохин К.С. – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Жежера М.Д. – аспирант; Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков, Украина

Закирова Л.Р. – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Карабутов А.П. – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник; Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, 308000, г. Белгород, Россия

Касаджик Т.Л. – аспирант; Одесский государственный экологический университет, г. Одесса, Украина

Квартенко Р.А. – аспирант; Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков, Украина

Кирильчук А.А. – кандидат географических наук, доцент; Львовский национальный университет им. Ивана Франко, г. Львов, Украина

Клочкова Г.Н. – кандидат биологических наук; Областная клиническая больница Святителя Иоасафа, г. Белгород, Россия

Колмыкова О.Н. – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Корнилов А.Г. – доктор географических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Королькова С.В. – аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Крымская О.В. – кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Курносова К.Д. – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Кучер Н.М. – младший научный сотрудник; Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины, г. Умань, Черкасская обл., Украина

Лебедева М.Г. – кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Лебедева О.Е. – доктор химических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Леонтьева Е.В. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Мазур Н.В. – кандидат биологических наук; Мелеховская средняя общеобразовательная школа, с. Мелехово, Корочанский район, Белгородская обл., Россия

Максименко Н.В. – кандидат географических наук, доцент; Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина, г. Харьков, Украина

Михайленко И.И. – младший научный сотрудник; Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, г. Белгород, Россия

Мочалов Б.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства; Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

Найденов А.А. – аспирант; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, пос. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия

Никулин И.И. – кандидат технических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Новикова Ю.И. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Олейникова И.И. – кандидат педагогических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Опалко А.И. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины, г. Умань, Черкасская обл., Украина

Опалко О.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины, г. Умань, Черкасская обл., Украина

Палагута О.А. – аспирант; Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г. Харьков, Украина

Петина М.А. – кандидат географических наук; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Питюнова И.И. – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Попова Е.И. – кандидат биологических наук; Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения Российской академии наук, г.Тобольск, Тюменская область, Россия

Присный Ю.А. – кандидат биологических наук; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Сергеев С.В. – доктор технических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Сергин С.Я. – доктор географических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Смальченко Д.Е. – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Смирнова Л.Г. – доктор биологических наук; Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, г. Белгород, Россия
Снегин Э.А. – доктор биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Тохтарь В.К. – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Тухватуллина Л.А. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Ботанический сад-институт Уфимского научного центра Российской академии наук, г. Уфа, Башкортостан, Россия
Уваров Г.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Усманова Л.С. – соискатель; Кушнаренковский педагогический колледж, с. Кушнаренково, Кушнаренковский р-н, Башкортостан, Россия
Фурда Л.В. – кандидат химических наук; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Цуриков М.Н. – кандидат биологических наук; государственный заповедник «Галичья гора» Воронежского государственного университета, с. Донское, Задонский район, Липецкая обл., Россия
Червонный В.В. – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Чернявских С.Д. – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Шапошников А.А. – доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Шутеева Т.А. – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
Яницкий Е.Б. – кандидат географических наук; Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу, г. Белгород, Россия

Правила оформления статей в журнал
«Научные ведомости Белгородского государственного университета»:
серия «Естественные науки»

В журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие завершенные результаты оригинальных исследований автора (соавторов) по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология» ранее нигде не опубликованные. Обзорные статьи публикуются по заявкам редколлегии или в особых случаях.

Статьи представляются в редколлегию в печатном (1 экз.) и электронном виде с использованием Microsoft Word для Windows. Поля страницы (формата А-4): левое – 3 см, другие по 2 см. Текст (весь) – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см., выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются. Объем статей не должен превышать 12 страниц, включая иллюстративный и графический материал, таблицы, список литературы.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева вверху). Название статьи оформляется строчными буквами (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указываются инициалы и фамилии авторов (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указываются название и адрес места работы (с указанием почтового индекса, e-mail) автора (соавторов) – обычный шрифт (12 pt) с выравниванием по центру.

Аннотация статьи (резюме) должна располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов – обычный шрифт (12 pt) с выравниванием по ширине. В конце аннотации необходимо указать ключевые слова (5–7).

В конце статьи на английском языке приводятся название, инициалы и фамилии авторов, места работы авторов с почтовыми и электронными адресами, аннотация и ключевые слова с теми же правилами оформления, что и на русском языке.

В статье должны четко и сжато излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследований и обсуждение полученных результатов. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание. Рекомендуется стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: *Введение* (теоретический анализ); *Экспериментальная часть*: объекты и методы исследования, результаты и их обсуждение, заключение (выводы); *Список литературы*.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующую сноску в заголовке статьи (см. пример).

К статьям, направляемым в редколлегию, должна быть приложена авторская справка: фамилия, имя, отчество, учёная степень, учёное звание, место работы, должность, точный почтовый адрес (с почтовым индексом), контактный телефон, факс, e-mail.

К статьям, выполненным аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем (если руководитель не является соавтором).

Редколлегия направляет полученные статьи на рецензирование.

Редколлегия оставляет за собой право вернуть статью на доработку.

Условия публикации. В течение календарного года автором (авторским коллективом) в журнале может быть опубликовано не более 4-х статей. К публикации принимаются материалы подписчиков журнала (не менее чем полугодовая подписка). Копия квитанции прилагается к материалам, направляемым для публикации.

Более подробную информацию о правилах оформления статей для серии «Естественные науки» и условиях публикации можно получить по адресу: http://www.bsu.edu.ru:8806/dok_fakt.htm

Пример оформления статьи

УДК 51-72:530.145

Полуклассическое приближение к исследованию двумерных гамильтоновых систем на основе метода нормальных форм[1]

Н.А. Иванов [1], В.Н. Петров [2], Н.Н. Сидоров [3]

[1] Белгородский государственный университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: Ivanov@bsu.edu.ru
[2] Академия гражданской защиты Украины, Украина, 61023, г. Харьков, ул. Чернышевского, 94
[3] ННЦ Харьковский физико-технический институт, Украина, 61108, г. Харьков, ул. Академическая, 1

Изложена процедура приведения .. Установлено, что … .

Ключевые слова: классический гамильтониан, нормальная форма Биркгофа-Густавсона, .. .

Введение

К настоящему времени установлено существование детерминированного хаоса в различных классических динамических системах [1, 2]. Известно, что детерминированный или классический хаос возможен в консервативных гамильтоновых системах даже с двумя степенями свободы [3], а также и в одномерных гамильтоновых системах, но зависящих от времени [4].

Материал и методы

……

Результаты исследований

……..……

Заключение

.....

Список литературы (ГОСТ-1986)

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.

2. Степановский Ю.П. Атом водорода во внешнем поле как ангармонический осциллятор // УФЖ. – 1987. – Т. 32. – С. 1316–1321.

3. Соловьев Е.А. Адиабатические инварианты и проблема квазиклассического квантования многомерных систем // ЖЭТФ. – 1978. – Т. 75, вып. 4. – С. 1261–1268.

4. Gutzwiller M.C. Chaos in Classical and Quantum Mechanics. – New York: Springer, 1990. – 432 p.

5. Henon M. Integrals of the Toda lattice // Phys. Rev. – 1974. – Vol. 9, № 4. – P. 1921–1923.

[1] *Работа выполнена при частичной грантовой поддержке РФФИ: №03-02-17695, №03-02-16263.*

A Semiclassical Approach to the Investigation of the Two-Dimensional Hamiltonian Systems by the Normal Form Method

N.A. Ivanov [1], V.N. Petrov [2], N.N. Sidorov [3]

[1] Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: Ivanov@bsu.edu.ru
[2] Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky St. 94, Kharkov, 61023, Ukraine
[3] National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology,
Akademicheskaja St. 1, Kharkov, 61108, Ukraine

The receiving procedure of classical Hamiltonian to the Birkhoff-Gustavson normal form is described. With help … .

Keywords: classical Hamiltonian, Birkhoff-Gustavson normal form, Weyl correspondence rule, energy spectra, wave function, method of quantization.

Подписка на журнал осуществляется через отделения связи

Ф. СП 1

Министерство связи Российской Федерации

АБОНЕМЕНТ на	газету / **журнал**		**81466**
НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО			(индекс издания)
ГОС. УН-ТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ		Кол-во компл.	
(наименование издания)			

На 2013 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
								+			+

Куда

(почтовый индекс) (адрес)

Кому

линия отреза

			ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА	**81466**
ПВ	место	литер		(индекс издания)

На газету **НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО**
журнал (наименование издания)
ГОС. УНИВЕРСИТЕТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Стои-мость	подписки	руб.	Кол-во компл.	
	переадресовки	руб.		

На 2013 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
								+			+

(почтовый индекс)

код улицы

дом | корпус | квартира

Город

Село

Область

Район

Улица

(фамилия, и. о.)