# ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Материалы
IX Международной научной конференции
в рамках Белгородского международного
экологического форума

Белгород, 20-23 октября 2021 г.

Белгород
2022

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»

Правительство Белгородской области
Департамент агропромышленного комплекса
и воспроизводства окружающей среды Белгородской области
Институт географии РАН
Русское географическое общество
Государственный природный заповедник «Белогорье»

# ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Материалы
IX Международной научной конференции
в рамках Белгородского международного экологического форума

Белгород, 20-23 октября 2021 г.

Белгород 2022

УДК 504.062+502.3(470+1-854)
ББК 28.081+20.1
П 78

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом института наук о Земле НИУ «БелГУ» (протокол № 6 от 17.12.2021)

Организационный комитет:

*О.Н. Полухин* (председатель)
*А.Г. Корнилов, Ю.Г. Чендев, И.М. Игнатенко, Ф.Н. Лисецкий,*
*Е.А. Дроздова* (секретарь)

П 78 **Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях**: материалы IX Международной научной конференции в рамках Белгородского международного экологического форума, Белгород, 20-23 октября 2021 г. / под ред. Е.А. Дроздовой, Ю.В. Юдиной. – Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2022. – 374 с.

ISBN 978-5-9571-3303-2

В сборнике материалов научной конференции рассматриваются актуальные проблемы, связанные с использованием природных ресурсов и экологической ситуацией в России и соседних государствах. Анализируются перспективы устойчивого развития регионов, обсуждаются возможности совершенствования способов управления природопользованием, новые подходы и технологии рационального природопользования и ресурсосбережения. Особое внимание уделяется рассмотрению региональных геоэкологических проблем и ситуаций, теоретическим и практическим вопросам экологической диагностики территорий, использования геоинформационных систем, инженерно-экологическим проблемам недропользования.

Сборник рассчитан на широкий круг научных работников, специалистов-экологов, преподавателей высшего и среднего образования, аспирантов и всех интересующихся экологической проблематикой.

УДК 504.062+502.3(470+1-854)
ББК 28.081+20.1

ISBN 978-5-9571-3303-2

© НИУ «БелГУ», 2022

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

*Lupo A.R., Kononova N.K., Semenova I.G., Lebedeva M.G.*
A COMPARISON OF THE CHARACTERISTICS OF EXTREME DROUGHT DURING THE LATE 20TH AND EARLY 21ST CENTURIES OVER EURASIA AND NORTH AMERICA ..... 9
*Nguyen Thi Hong Chuonga, Ta Ngoc Bao Uyena, Pham Huynh Khanh Duya, Tran Thi Thanh Dunga, Tran Thi Ngoc Bicha, Pham Hai Yenb, Giang Thi Kim Lienc, Phan Van Kiemb, Do Thi Thuy Vana*
COMPOUNDS ISOLATED FROM LEAVES OF ARALIA ARMATA SPECIES AND THEIR ANTITUMOR ACTIVITIES IN VIETNAM ..... 9
*Верютина О.С., Голубничий Д.В., Лапиров А.Г.*
ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИТООЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД ЯКОВЛЕВСКОГО ГОКА ..... 13
*Голеусов П.В., Малышев А.В.*
ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНОЗЁМОВ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЗАЛЕЖЕЙ ..... 20
*Долгих А.В., Ананьева Н.Д., Хатит Р.Ю., Сушко С.В., Буйволова А.Ю., Журавлева А.И., Селезнева А.Е., Васенев В.И., Иващенко К.В.*
ПОЧВЕННАЯ МИКРОБНАЯ БИОМАССА И ЕЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ В ГОРОДСКИХ ЛЕСОПАРКАХ И ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСАХ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ ..... 22
*Дроздова Е.А., Корнилова Е.А., Динькаева Г.Т., Дорошенко М.В., Решетникова Л.К., Корнилов А.Г., Данилин О.В.*
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА В СВЯЗИ С ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ПРИОСКОЛЬСКОГО ЖЕЛЕЗНОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ..... 23
*Зеленская Н.Н., Аблеева В.А., Асаинова Ж.С., Демидов В.Э.*
ПРИОКСКО-ТЕРРАСНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК – ЭТАЛОННАЯ ТЕРРИТОРИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА..... 28
*Мартынов В.Л., Греков И.М., Сазонова И.Е., Соколова Н.В.*
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЯМ..... 33
*Чендев Ю.Г., Геннадиев А.Н., Заздравных Е.А.*
АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМАХ ПОД ЛЕСОПОЛОСАМИ И НА ОКРУЖАЮЩИХ ПАШНЯХ..... 40
*Экзарьян В.Н.*
МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОНИТОРИНГА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ..... 48

## ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

*Анциферова Г.А.*
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО ДОНА (БИОИНДИКАЦИЯ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ)..... 56

*Боровлев А.Э., Зеленская Е.Я.*
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НОРМИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЫЛИ ..... 59
*Вендина Т.Н., Гуринова Е.А., Петина М.А., Корнилова Е.А.*
ПРИМЕНЕНИЕ «ГЕОГРАФИЧЕСКОГО АТЛАСА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРИРОДА, ОБЩЕСТВО, ХОЗЯЙСТВО» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ (НА ПРИМЕРЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ) ..... 65
*Выродова Ю.Н.*
РЕГИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 71
*Гайдукова Е.В., Маргарян В.Г., Мякишева Н.В., Винокуров И.О.*
ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПРОГНОЗ СТОКА ГОРНЫХ РЕК ДАГЕСТАНА И АРМЕНИИ ..... 79
*Дроздова Е.А., Родионова М.Е., Вагурин И.Ю.*
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КОМФОРТНОСТИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ШКОЛ ..... 83
*Киреева-Гененко И.А., Белоусова Л.И., Полякова Т.А., Осокина Н.В., Дедух Г.В.*
СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА БЕЛГОРОДА ..... 85
*Клевцова М.А., Михеев А.А.*
ДИАГНОСТИКА СТРЕССОВЫХ РЕАКЦИЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЛИПЕЦКА) ..... 88
*Королева И.С.*
ГОРОДСКОЙ ТУРИЗМ: РОЛЬ И ПОПУЛЯРНОСТЬ В СОВРЕМЕННОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ ..... 94
*Крупко А.Э., Нестеров Ю.А., Рогозина Р.Е., Деревягина М.В.*
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЛЕСНЫХ РЕСУРСАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНА ..... 97
*Кульнев В.В.*
УПРАВЛЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ..... 105
*Лопина Е.М.*
ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ДИНАМИКИ ЭСТЕТИКО-ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПАРАМЕТРОВ ..... 110
*Новых Л.Л., Елисеева Н.В., Тешева С.А., Волошенко И.В., Слюсаренко Э.Е.*
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ ..... 114
*Новых Л.Л., Жуненко Э.А., Новых И.Е., Белоусова Л.И., Киреева-Гененко И.А.*
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ В ВОЛОКОНОВСКОМ РАЙОНЕ ..... 118
*Олейникова В.А., Корнилов А.Г.*
ПОЛЕВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА УЧАСТКОВ САМОЗАРАСТАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ЛГОКА ..... 122

*Погребняк Т.А., Хорольская Е.Н., Воробьева О.В., Горбачева А.А.*
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК КОМПЛЕКСНАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА НА ПЛАНЕТЕ ЗЕМЛЯ ..... 128
*Суринов А.В.*
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА РОССИИ ... 135
*Шумовская Д.А., Асаинова Ж.С.*
В.И. ВЕРНАДСКИЙ О ПРОБЛЕМАХ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ..... 141
*Юдина Ю.В.*
КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 145

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И СИТУАЦИИ

*Акимов Л.М., Акимов Е.Л.*
ОЦЕНКА ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ .. 154
*Баринова Г.М., Гаева Д.В., Романчук А.Ю., Ушакова Л.О.*
СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И РИСКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 163
*Белоусова Л.И., Дроздова Е.А., Киреева-Гененко И.А.*
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ АЛЕКСЕЕВСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ..... 169
*Горбунов А.С., Михно В.Б., Быковская О.П.*
ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВЫСОТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАВНИННЫХ ЛАНДШАФТОВ..... 178
*Елисеева Н.В., Сидоренко А.В.*
РИСОВЫЕ ПОЧВЫ И ИХ ФИЗИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ..... 183
*Жуненко О.И., Новых Л.Л., Нарожняя А.Г.*
ПРИРОДНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РОДНИКОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АЙДАР ..... 187
*Иванова Е.Ю.*
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА СРЕДЫ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОНАХ НА РЕКЕ МАТЫРА ..... 193
*Киселев В.В., Корнилов А.Г., Курепина В.А.*
ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ РЕК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОГО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ..... 199
*Кожанов А.М., Новых Л.Л.*
ОСОБЕННОСТИ РОДНИКОВ ЮГА ВЕРХНЕВОЛЖСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ..... 202
*Крамчанинов Н.Н.*
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ БЕЛГОРОДСКОГО РЕГИОНА..... 207
*Крымская О.В., Крымский И.А., Крымская А.А.*
ОЦЕНКА ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА ..... 211

*Малинин В.Н., Гордеева С.М., Митина Ю.В.*
ОСОБЕННОСТИ УВЛАЖНЕНИЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ
В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ ..... 215
*Малькова И.Л., Рубцова И.Ю., Семакина А.В.*
ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА
В ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СВЯЗИ
С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ..... 221
*Никулина А.С., Боровлев А.Э.*
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЕЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ..... 229
*Пузанова Т.А., Чендев Ю.Г., Трегуб Т.Ф., Федюнин И.В., Крючков М.А., Белеванцев В.Г., Салова Т.Л.*
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ И КУРГАНА СРЕДНЕГО
БРОНЗОВОГО ВЕКА В МИКРОРАЙОНЕ ШИЛОВО Г. ВОРОНЕЖА ..... 233
*Разиньков Н.Д., Овчинникова Т.В., Калач А.В., Арифуллин Е.З., Некрасова А.О.*
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕЗУЛЬТАТЕ
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ..... 239
*Сарычев А.В., Хрисанов В.А., Красников Р.В.*
ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ
СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ
В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 245
*Серпуховитина Т.Ю., Лазарев Р.А., Есипова А.В.*
МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЕГО РОЛЬ В СОЗДАНИИ
БЛАГОПРИЯТНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ ..... 250
*Тимошенко А.И., Чендев Ю.Г.*
ОЦЕНКА И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ
ТРАНСФОРМАЦИЙ ПОЧВЕННЫХ АРЕАЛОВ: НА ПРИМЕРЕ
ВАЛУЙСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 254
*Чендев Ю.Г., Тишков А.А., Бахаев С.Н., Белеванцев В.Г.*
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПРИЗНАКОВ ПАХОТНЫХ
ПОЧВ КАК ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ:
НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 259
*Шульгин В.М., Киреева-Гененко И.А.*
ВЛИЯНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 266

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

*Везенцев А.И., Воловичева Н.А., Буханов В.Д., Хмыров А.В., Труфанов Д.А.*
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕНТОНИТОПОДОБНЫХ ГЛИН
ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАФИНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД ..... 271
*Везенцев А.И., Раздобарин А.Е., Севастьянов В.С., Шамгулов Р.Ю., Нгуен Д.Т.*
ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ТВЁРДЫХ
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ..... 275
*Данилова К.А., Севрюков М.С., Павлюк Я.В.*
НОВЕЙШИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭРОЗИОННОЙ СИТУАЦИИ ..... 281

*Кайдалова А.С., Боровлев А.Э.*
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МОЛОЧНОГО ЗАВОДА ..... 285
*Корнилов А.Г., Кичигин Е.В., Павлюк Я.В., Динькаева Г.Т., Корнилова Е.А., Дорошенко М.В., Усачев Д.В.*
ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА. РАЙОННЫЙ ФОН..... 290
*Шайдурова А.В., Павлюк Я.В.*
РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ГЕОПОРТАЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ..... 293

## ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Агарков Н.Б., Хаустов В.В., Лукьяненко Н.А.*
ПРОГНОЗ ВОДОПРИТОКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЕ КАРЬЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ..... 297
*Еланцева Л.А., Фоменко С.В., Афанасьев А.Ю.*
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОПРИТОКОВ К СИСТЕМЕ ОСУШЕНИЯ МИХАЙЛОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА..... 303
*Овчинников А.В.*
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД..... 308
*Хаустов В.В., Лукьяненко Н.А., Агарков Н.Б.*
ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕНАЖНЫХ ВОД И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ ТЫРНАУЗСКОГО ВОЛЬФРАМО-МОЛИБДЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ..... 315
*Храмцов Б.А., Бабушкин К.С.*
ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ КРУПНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ НА ОТВАЛАХ... 321

## МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

*Абрамова Л.В.*
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭСТЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА ..... 326
*Алферов А.Г.*
КАДАСТРОВЫЙ СТАТУС ЗЕМЕЛЬ ЗАБРОШЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ..... 328
*Аникеев А.А.*
К ВОПРОСУ УПРОЧНЕНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПОРОД..... 331
*Долженко Д.В.*
ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА..... 336
*Долженко Д.В.*
СОВРЕМЕННАЯ СЕТЬ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ..... 340

*Литвиненко Л.К.*
РАЗВИТИЕ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО НАПРАВЛЕНИЯ
В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ..... 345
*Магомедсаидова А.М.*
БИОРАЗНООБРАЗИЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН..... 349
*Никишина А.А.*
ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ БОЛОТ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ..... 353
*Саблина О.М., Голиков М.А.*
АНАЛИЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОВРАГОВ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ
И НОВЕЙШИХ МЕТОДОВ ..... 358
*Сарычев А.В., Красников Р.В.*
ПРОЯВЛЕНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ..... 361
*Пройдакова А.С., Ковалева Е.А.*
МЕДИЦИНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ: АКТУАЛЬНОСТЬ
МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ..... 365
*Цыгулёв Е.В., Севрюков М.С., Полтев А.Е., Дроздова Е.А., Игнатенко И.М.*
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА..... 367
*Чурилова Э.А.*
ИЗУЧЕНИЕ ЭСТЕТИКО-ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ
НА ПРИМЕРЕ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 370

# ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

## A COMPARISON OF THE CHARACTERISTICS OF EXTREME DROUGHT DURING THE LATE 20TH AND EARLY 21ST CENTURIES OVER EURASIA AND NORTH AMERICA

**Anthony R. Lupo[1], Nina K. Kononova[2], Inna G Semenova[3], Maria G. Lebedeva[4]**
[1]*Atmospheric Science Program, School of Natural Resources, University of Missouri, Columbia, MO 65211*
[2]*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow 119017, Russian Federation*
[3]*Department of Military Training, Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine*
[4]*Department of Geography and Geoecology, Belgorod State University, Belgorod 308015, Russia; lebedeva_m@bsu.edu.ru*
**Corresponding Author: Anthony R. Lupo, lupoa@missouri.edu, phone: 573.489.8457*

***Keywords:*** *extreme drought, atmospheric circulation, elementary circulation mechanism (ECM), integrated enstrophy, atmospheric blocking*

The character of the atmospheric general circulation during extreme droughts over Eurasia and North America during the late twentieth and early twenty first century is examined here. A criterion to examine atmospheric drought events that encompassed the important part of the growing season was used to determine which years were driest using precipitation, evaporation, and areal coverage. The relationship between drought and the character of the atmosphere using the Dzerzeevsky weather and climatic classification scheme, atmospheric blocking, and integrated enstrophy are used to study the atmospheric dynamics. The National Centers for Environmental Prediction (NCEP) re-analyses data set archived at the National Center for Atmospheric Research (NCAR) in Boulder, CO, USA is used to examine the synoptic character and calculate the dynamic quantities for these dry events. The results demonstrate that droughts over North America are associated with a long warm and dry period of weather and the development of a strong ridge driven by surface processes. These were more common in the late 20th century. Droughts over Eurasia are driven by the occurrence of prolonged blocking episodes and have become more common during the 21st century.

UDC 615.322

## COMPOUNDS ISOLATED FROM LEAVES OF *ARALIA ARMATA* SPECIES AND THEIR ANTITUMOR ACTIVITIES IN VIETNAM

**Nguyen Thi Hong Chuong[a], Ta Ngoc Bao Uyen[a], Pham Huynh Khanh Duy[a], Tran Thi Thanh Dung[a], Tran Thi Ngoc Bich[a], Pham Hai Yen[b], Giang Thi Kim Lien[c], Phan Van Kiem[b], Do Thi Thuy Van[a*]**
[a]*The University of Danang, University of Science and Education, Danang, 550000, Vietnam*
[b]*Institute of Marine Biochemistry, Vietnam Academy of Science and Technology (VAST), 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*
[c]*VN-UK Institute for Research and Executive Education, The University of Danang, Danang, 550000, Vietnam*
*Email: hongchuong1991@gmail.com*

**Abstract.**

Three compounds isolated from *Aralia armata* leaves species, {oleanolic acid-[28- *O*-*β*- D-glucopyranosyl]-3-*O*-[*β*-D-galactopyranosyl(1→3)]-[*β*-D-glucopyranosyl(1→2)]-*β*-D-glucuronopyranoside (1), chikusetsusaponin IVa methyl ester (2), and chikusetsusaponin IV

(3), namely. The structures of compounds were determined by HR-ESI-MS, 1D and 2D NMR spectra and comparison with data in the previous literature. These compounds displayed weak cytotoxic activity against KB and HepG2 cell lines humans.

**Keywords:** isolation, *Aralia armata*, activity, KB and HepG2 cell lines.

**Introduction**

*Aralia armata* is a popular herb in the mountains of Northern Vietnam. Earlier, this plant has been used as a traditional medicine to treat several ailments such as colic, snakebite, hepatitis, arthritis, stomach ulcers, diabetes [1, 2, 3, 4]. Previous studies have published several compounds isolated from this species; the compounds are mainly identified as saponins [5, 6, 7]. This study reports the extraction and isolation of three oleanane - type triterpene saponins from the leaves of *Aralia armata* species in Vietnam, as well as their toxicity against several human cancer cell lines.

**Materials and methods**

***Plant materials.***

Leaves of *Aralia armata* species were harvested in Hoa Vang district, Danang city, Vietnam in October 2020 (16°00′55″N 108°07′8″E). Plant samples are kept at the Institute of Marine Biochemistry, VAST (Code: NCCT-P71R) and identified by Dr. Nguyen The Cuong.

***General experimental procedures***

Natural compounds isolated and purified by column chromatography with the stationary phase are diaion HP-20 resins, silica gel, and reverse-phase C-18. The thin-layer silica gel sheets 60 F254, RP-18 F254S, and 5% $H_2SO_4/C_2H_5OH$ solution were used to examine the spots. Besides, Bruker 500 MHz spectrometer, Jasco P2000 polarimeter, and Agilent 6530 Accurate Mass Quadrupole Time- of- Flight liquid chromatography were utilised to analyse the structure of pure compounds.

***Extraction and isolation***

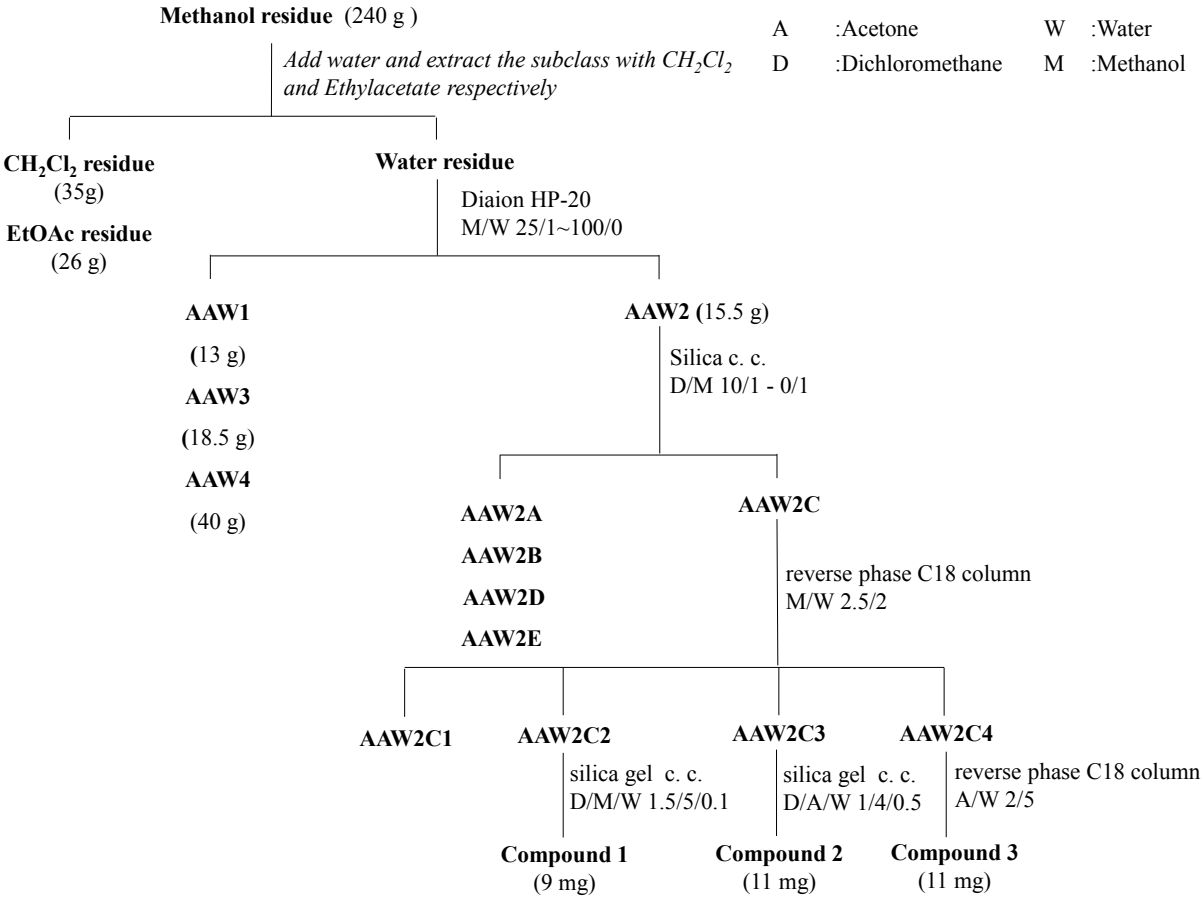
6 kg of fresh plant samples were pretreated and dried at 60 $^{o}$C, ground the dried plant samples into powder, and then extracted the plant samples with methanol (MeOH) solvent with the support of ultrasonic tanks. After extraction, 240 g of dry residue was obtained. Next, dissolve the MeOH residue in a little distilled water and conduct liquid-liquid extraction with solvents of increasing polarity (dichloromethane and ethyl acetate) respectively, obtaining fractional extracts and an aqueous layer. The aqueous layer was eluted through a diaion column (HP-20) to remove salts and oligosaccharides. After that, the water layer was further eluted according to **Scheme 1**.

**Results and discussion.** Pure compounds **1-3** had an amorphous white powder. Compounds **1** and **3** were {oleanolic acid-[28- *O-β*- D-glucopyranosyl]-3-*O*-[*β*-D-galactopyranosyl(1→3)]-[*β*-D-glucopyranosyl(1→2)]-*β*-D- glucuronopyranoside and chikusetsusaponin IV, respectively, which analyzed by high-resolution electrospray ionization mass spectrometry, 1-dimensional (1D) and 2D nuclear magnetic resonance (NMR) spectral data, as well as comparison with data in the previous literature [5].

Compound **2** was chikusetsusaponin IVa methyl ester, which is also an amorphous white powder. The structure of compound **2** was determined by MNR, HMBC, HSQC spectra and compared the data with previously published works [5, 8, 9].

The structures of compounds **1-3** are shown in **Fig. 1**.

The compounds isolated in this work were tested with two human cancer cell lines (KB and HepG2) in vitro by using the 3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5- diphenylte traazolium bromide assay. The results showed that three compounds from *Aralia armata* species were active against the above cancer cell lines; however, the half-maximal inhibitory concentration ($IC_{50}$) values showed that the activities of these three purified compounds were much weaker than that of the positive control (**Table 1**).




*Scheme 1.* Scheme of isolation of natural compounds from leaves of *Aralia armata* species

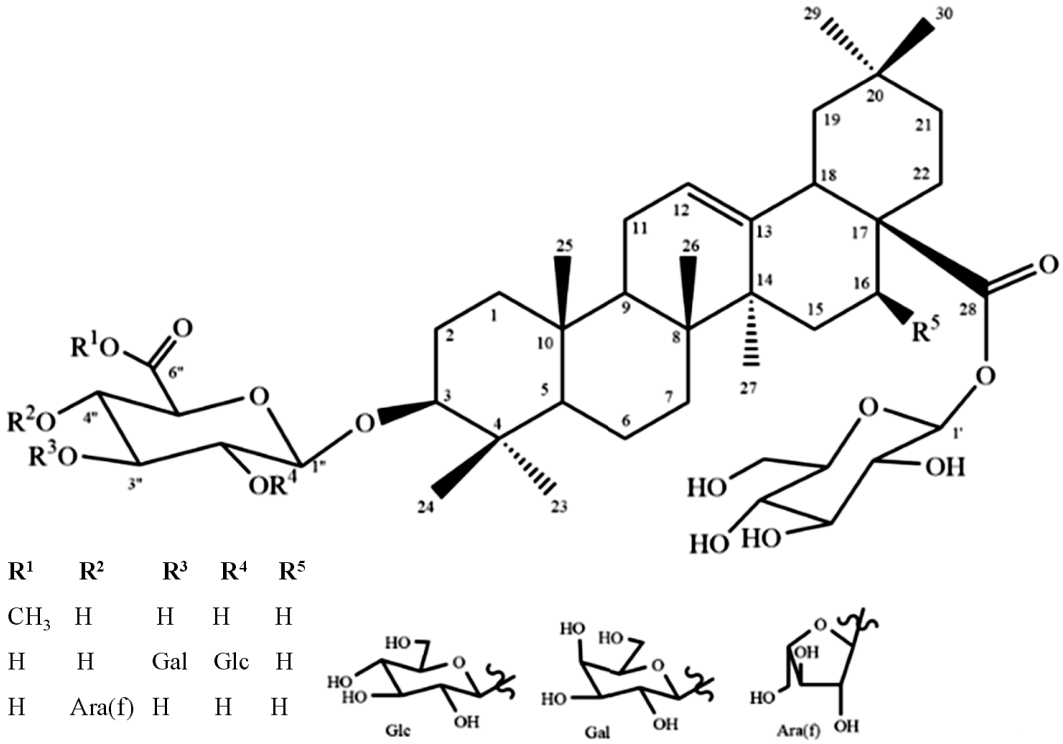



*Figure 1.* Chemical structures of natural compounds isolated from leaves of *Aralia armata*

Table 1.

**The activity against KB and HepG2 cancer cell lines of natural compounds isolated from *Aralia armata* species**

| Compounds | $IC_{50}$ (µM) KB | $IC_{50}$ (µM) HepG2 |
|---|---|---|
| 1 | 24.2 ± 0.7 | 27.1 ± 0.6 |
| 2 | 27.3 ± 0.4 | 30.3 ± 0.8 |
| 3 | 30.1 ± 0.6 | 25.3 ± 0.2 |
| Ellipticine (Positive control) | 1.5 ± 0.1 | 1.8 ± 0.1 |

In summary, this work isolated three compounds from *Aralia armata* leaves, {oleanolic acid-[28- *O*-*β*- D-glucopyranosyl]-3-*O*-[*β*-D-galactopyranosyl(1→3)]-[*β*-D-glucopyranosyl(1→2)]-*β*-D- glucuronopyranoside (1), chikusetsusaponin IVa methyl ester (2), and chikusetsusaponin IV (3). These compounds demonstrated weak cytotoxic activity toward KB and HepG2 cell lines with $IC_{50}$ values ranging from 24.2 ± 0.3 to 30.3 ± 0.8 µM in *in vitro* assay. The above results further confirmed that oleanane-type triterpene glycosides are typically present in *Aralia* species.

**Acknowledgement**

Thi Hong Chuong Nguyen was funded by Vingroup Joint Stock Company and supported by the Domestic Master/ PhD Scholarship Programme of Vingroup Innovation Foundation (VINIF), Vingroup Big Data Institute (VINBIGDATA), code VINIF.2020.TS.55.

## References

1. Chi VV. Dictionary of Vietnamese medicinal plants. Medicine Publishing House. 2012; 1:956-957.

2. Jason AC, Ella SHC. The medicinal chemistry of genus *Aralia*. *Curr Top Med Chem*. 2014; 14(24):2783-2801.

3. Miao H, Sun Y, Yuan Y, et al. Herbicidal and cytotoxic constituents from *Aralia armata* (wall.) seem. *Chem Biodivers*. 2016; 13(4):437-444.

4. Bi L, Tian X, Dou F, Hong L, Tang H, Wang S. New antioxidant and antiglycation active triterpenoid saponins from the root bark of *Aralia taibaiensis*. *Fitoterapia*. 2012; 83(1):234-240.

5. Shao CJ, Kasai R, Xu J- D, Tanaka O. Saponins from roots of *Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz., Ciqiu: Structures of Kalopanax- saponins C, D, E and F. *Chem Pharm Bull*. 1989; 37(2):311-314.

6. Pham Hai Yen, Nguyen Thi Hong Chuong, Giang Thi Kim Lien, Nguyen Thi Cuc, Nguyen Xuan Nhiem, Nguyen Thi Viet Thanh, Bui Huu Tai, Yohan Seo, Wan Namkung, SeonJu Park, Seung Hyun Kim, Chau Van Minh, Pham Van Kiem. Oleanane-type triterpene saponins from *Aralia armata* leaves and their cytotoxic activity. *Nat. Prod. Res*. 2020; 1-8.

7. Hu M, Ogawa K, Sashida Y, Xiao PG. Triterpenoid glucuronide saponins from root bark of *Aralia armata*. *Phytochemistry*. 1995; 39(1):179-184.

8. Yoshikawa M, Murakami T, Kishi A, Kageura T, Matsuda H. Medicinal flowers. III. Marigold (1): hypoglycemic, gastric emptying inhibitory, and gastroprotective principles and new oleanane-type triterpene oligoglycosides, calendasaponins A, B, C, and D, from Egyptian *Calendula officinalis*. *Chem Pharm Bull*. 2001; 49(7):863-870.

9. Vidal- Ollivier E, Balansard G, Faure R, Babadjamian A. Revised structures of triterpenoid saponins from the flowers of *Calendula officinalis*. *J Nat Prod*. 1989; 52(5):1156-1159.

УДК 628.54:582.5/9(470.325)

# ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИТООЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД ЯКОВЛЕВСКОГО ГОКА

**Верютина О.С.[1] Голубничий Д.В.[1], Лапиров А.Г.[2]**
*[1]ООО «Яковллевский ГОК», Белгород, Россия*
*[2] Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН, Россия*
*Email: os.veriutina@severstal.com*

Эксплуатация шахт связана с необходимостью очистки шахтных вод, поступающих на поверхность в результате разработки массивов материнских пород. Традиционными методами очистки таких вод в России являются классические очистные сооружения с использованием реагентов (обработка коагулянтами и флокулянтами) и далее, через каскад прудов-отстойников очищенные воды сбрасываются в водные объекты. Новые требования к качеству очистки сточных вод требуют от предприятий дальнейшей модернизации очистных сооружений и внедрения новых технологий, позволяющих извлекать загрязняющие вещества без дополнительной техногенной нагрузки на окружающую среду.

Одной из таких экологически чистых технологий, которая успешно была использована в ряде зарубежных стран для очистки сточных вод различного типа (в том числе и шахтных), является применение для этих целей конструкционных ветландов (constructed wetland)».

Конструкционные ветланды (constructed wetland – CW) – рукотворный комплекс, имитирующий структуру естественных водно-болотных угодий, и служащий фильтром сточных вод [Hammer, Bastian, 1989 – цит. по [1]]. Для русскоязычных специалистов такие системы были названы Н.М. Щегольковой с соавторами [2, 3] фитоочистными системами (ФОС). Большинство ФОС эксплуатируются в Европе, многие функционируют в Северной и Южной Америке, Австралии, Азии и Африке, демонстрируя высокую эффективность и являясь полигоном для дальнейшего изучения и совершенствования технологии очистки сточных вод различного типа. ФОС достаточно эффективно работают в различных климатических условиях, в том числе и в странах с климатом, далеким от тропического (круглый год на Аляске, США, на японском «крайнем севере» на острове Хоккайдо, в Канаде, Германии, Ирландии, Швеции, Норвегии, Великобритании, Чехии).

Другими словами, ФОС – это спроектированные системы, разработанные и построенные с использованием естественных функций водно-болотной растительности, почвы и микробных сообществ, способных обрабатывать загрязнения в сточных водах. Процесс очистки рассматриваемых систем основан на ряде биологических, химических и физических процессов, таких как адсорбция, осаждение, фильтрация, окисление, восстановление, разложение и пр. Зона корней (ризосфера) – наиболее эффективная реакционная зона в ФОС, где происходят все эти процессы при взаимодействии растений, микроорганизмов и загрязняющих веществ [4, 5]. В этой связи, процессы самоочищения воды при участии высших водных растений протекают в течение всего года эксплуатации ФОС. Процессы, ведущие к уменьшению содержания загрязняющих веществ в воде, происходят благодаря выделению водными растениями кислорода, продуктов метаболизма, биологически активных веществ, биоаккумуляции, биотрансформации и детоксикации загрязняющих веществ, создания субстрата для развития микроорганизмов и других факторов самоочищения [6].

На опыте работы ФОС ряда зарубежных стран было убедительно показано снижение концентрации различных загрязняющих веществ в сточных водах при

использовании технологий очистки с применением высших водных растений (макрофитов). Среди них:

- биогенные элементы – аммоний-ион, нитриты, нитраты, фосфаты;
- металлы, в том числе тяжелые: железо, медь, цинк, марганец, никель, свинец, кадмий и др.;
- органические вещества, в том числе ксенобиотики: фенол, нефтепродукты, СПАВ, пестициды и др.
-патогены.

Причем, соединения, загрязняющие сточные воды, удаляются из них с помощью процессов переноса, превращения и преобразования физической, химической или биологической природы. Так, для тех компонентов, в составе которых имеются вещества, присутствующие в атмосфере (например, $N_2$ и другие азотистые газы, $H_2O$ и $CO_2$), обычно стратегия удаления заключается в их образовании из загрязнителей с последующим переносом в атмосферу. Речь, главным образом, идет об органике, выражаемой через биологическое потребление кислорода и об азотистых соединениях – аммиаке, нитратах, нитритах, аминокислотах и др. Что касается других компонентов, их можно лишь изолировать, извлекая из раствора и контролировать внутри системы. Главные процессы удаления загрязнителей в ФОС представлены в таблице 1 [7].

*Таблица 1*

**Процессы удаления загрязнителей в ФОС**

| Загрязнитель | Процессы удаления/механизм реакции | | |
|---|---|---|---|
| | Физические | Химические | Биологические |
| Взвешенные вещества | Фильтрация и седиментация | - | Бактериальное разложение |
| Органика (БПК и нефтепродукты) | Фильтрация и оседание | Окисление | Бактериальное разложение, микробное поглощение |
| Азот | Улетучивание | Ионный обмен | Нитрификация/денитрификация, поглощение биотой |
| Металлы | Оседание | Адсорбция | Биодеградация, фитодеградация, поглощение растениями |
| Патогены | Фильтрация | УФ деградация, адсорбция | Хищничество, натуральность смертность |

Рассматриваемый спектр загрязнений характерен, практически, для большинства типов сточных вод, вопрос только в их количественном и процентном содержании. В этой связи, в зависимости от качества стоков, ФОС способны обеспечить первичную, вторичную и третичную очистку хозяйственно-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод.

Главное отличие таких систем от других технологий очистки стоков состоит в следующем [8]:

- высокая надежность сооружений в течение длительного времени, повышение эффективности очистки со временем;
- удаление загрязняющих веществ (в т.ч. ксенобиотиков) до нормативных требований за счет использования растительно-бактериальных сообществ;

- отсутствие необходимости применения реагентов для очистки воды, ее обеззараживания, а также для обезвоживания осадка;
- низкие эксплуатационные затраты, основанные на сравнительно незначительном энергопотреблении, малой потребности в обслуживании, отсутствии необходимости применения высококвалифицированного персонала;
- экологическая совместимость с природными ландшафтами, эстетическая привлекательность;
- отсутствие неприятных запахов и возможность расположения практически вплотную к жилой застройке.

Если технология (ФОС) приобрела популярность в течение последних четырех десятилетий в качестве альтернативы стандартным способам обработки сточных вод в других странах, то, к сожалению, она практически не применяется в нашей стране. При этом, в качестве основных лимитирующих климатических факторов распространения ФОС специалисты отмечают абсолютный минимум температуры в холодный период и длительность периода с температурой ниже 0°С. Тем не менее, К.Ю. Рыбка с соавторами [9] отмечают, что в нашей стране могут применяться ФОС различных технологических типов, при учете климатических особенностей регионов. При зонировании РФ по типам ФОС (с учетом интегрального показателя – суммы активных температур выше 0°С), Белгородская область (место расположения Яковлевского ГОКа) попадает в I зону с суммой активных температур 2550-3400 градусов, что предполагает, в большинстве случаев, размещение здесь всех типов ФОС [9].

Основываясь на опыте зарубежных стран, считаем ФОС подходящими технологиями для устойчивого управления сточными водами и возможными для использования при очистке сточных вод, в том числе, шахтных, в Белгородской области. Слабая проработка этой технологии в нашей стране по причинам, перечисленным выше, привела к сложностям, с которыми столкнулся Яковлевский ГОК при проектировании экспериментальной ФОС. Это, прежде всего, недостаток информации по данной тематике с практической точки зрения. Среди основных возникших вопросов отметим следующие:

- какой тип ФОС выбрать с учетом характера сточных вод,
- как рассчитать размеры системы и предельные нагрузки по загрязнениям,
- какие должны быть гидравлические характеристики системы и режим подачи стоков,
- какова эффективность очистки по интересующим загрязняющим веществам,
- что использовать в качестве загрузочного слоя, какой крупности и глубины должен быть носитель,
- какие виды растений использовать и как их правильно загружать в ячейки системы ФОС.

Для ответа на эти вопросы пришлось обрабатывать большие объемы информации, а также предварительно проводить ряд экспериментальных работ. К работе над проектом была привлечена профессиональная команда, в состав которой вошли ученые Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук (п. Борок, Ярославская область), Белгородского государственного национального исследовательского университета (НИЛ обогащения минерального сырья НИУ «БелГУ») и сотрудники Яковлевского ГОКа. Такой тандем позволил охватить в совокупности научные и прикладные аспекты и создать инновационную в своем роде экспериментальную фитоочистную систему.

Первый необходимый шаг при создании экспериментальной установки – разобраться в конструкционных характеристиках ФОС, поскольку эффективность удаления напрямую зависит от их особенностей. Понимание внутренних процессов

очистки в каждом типе систем имели важное значение для будущего применения такой технологии.

Различают два основных типа конструкционных ветландов (ФОС): первый тип – системы со свободной водной поверхностью воды (FWS), второй тип – системы подповерхностного потока (SF) (см. рис. 1).

ФОС со свободной водной поверхностью обычно состоят из бассейна или каналов с изоляцией, чтобы предотвратить инфильтрацию, почвы для укоренения водных растений и воды на сравнительно небольшой глубине, протекающей через систему. Поверхность воды подвергается воздействию атмосферы и предполагаемый путь потока через сооружение горизонтальный. Внешний вид таких систем представляет собой участки открытой воды с плавающей растительностью, схожие по морфологии с естественными водными системами.

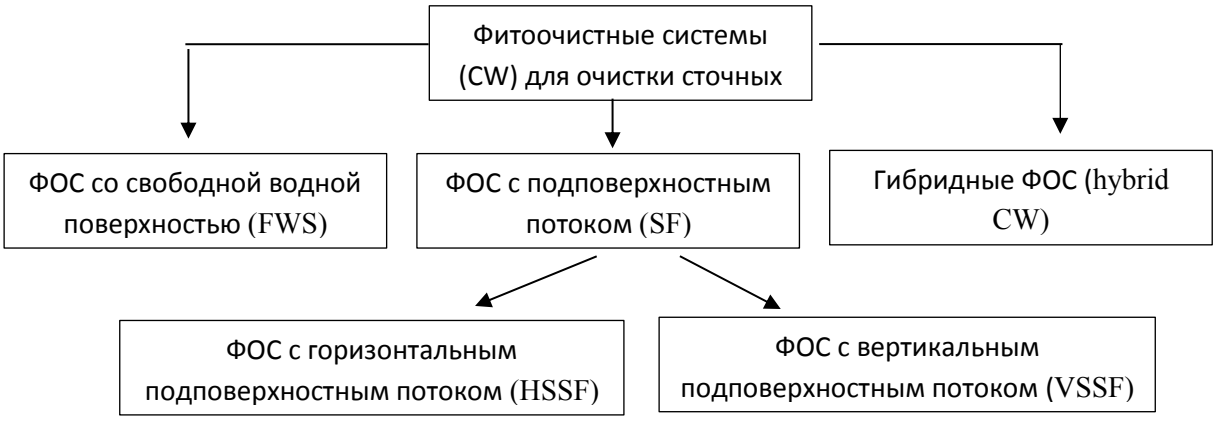



*Рис. 1.* Классификация фитоочистных систем

В России опыт использования ФОС со свободной водной поверхностью связан с так называемыми биологическими прудами, биоплато и габионными очистными сооружениями, предназначенными для очистки ливневых стоков или третичной очистки для сооружений с активным илом.

ФОС с подповерхностным потоком также состоят из бассейна или канала с изоляцией, однако, помимо растений содержат фильтрующую среду. Существуют два основных типа конструкции системы подповерхностного потока: вертикальный (VSSF) и горизонтальный поток (HSSF). В системе с горизонтальным подповерхностным потоком (HSSF) сточные воды поступают с одного конца и проходят в горизонтальном направлении через всю систему и собираются в основании другого конца. В системах с подповерхностным вертикальным потоком сточные воды равномерно дозируются по поверхности системы и собираются в нижнем дренажном слое сооружения (VSSF).

С помощью ФОС с подповерхностным потоком можно производить очистку сточных вод с очень высокой концентрацией загрязняющих веществ. Это связано в первую очередь с тем, что наиболее важным процессом очистки в таких системах является фильтрация через биопленку, развивающуюся на специальной загрузке, которая представлена разными видами аэробных, анаэробных и факультативных бактерий. Специальная загрузка, используемая в ФОС подповерхностного потока, способствует интенсификации процессов очистки путем предоставления поверхности для микробиологического роста, поддержании процессов фильтрации и адсорбции. Данные обстоятельства способствуют повышению эффективности очистки стоков и приводят, в том числе, к снижению площади при проектировании таких систем. В этой

связи конструкционные ветланды подповерхностного потока (SF) являются экономически эффективным методом очистки различных видов сточных вод.

Однако, подобные системы, как правило, используются для вторичной очистки сточных вод, после предварительного удаления более крупных твердых частиц. Такая обработка стоков крайне важна, поскольку позволяет исключить засорение пор фильтрующего слоя, связанного с накоплением в нем твердых веществ. В этой связи, конструкционные ветланды подповерхностного потока являются преобладающим типом фитоочистных систем и эффективность очистки в них, со временем, как правило, возрастает. Кроме того, при проектировании ФОС подповерхностного потока в странах с наличием холодного сезона, с целью недопущения резкого снижения эффективности процессов очистки в холодный сезон, обязателен расчет теплового баланса для определения мощности теплового изолирующего слоя, расположенного между слоем загрузки и растительным слоем [2, 3].

Комбинированные (как, правило, многоступенчатые) ФОС используются для достижения большей эффективности очистки, когда различные типы ФОС (описанные выше) комбинируют друг с другом. Гибридные системы имеют преимущества перед однотипными системами в удалении загрязняющих веществ. Самым распространенным вариантом является комбинация системы вертикального подповерхностного потока (VSSF), за которым следует система горизонтального подповерхностного потока (HSSF). Существуют и другие варианты сочетаний различных типов ФОС.

Заметим, что климат Белгородской области относиться к умеренно-континентальному типу с продолжительным летом и относительно холодной зимой. Северные ветра приносят на территорию Белгородской области холодный воздух с Арктических морей, что в зимнюю пору обеспечивает сильные морозы (-20, -30), а летом и в межсезонье – заморозки, возвраты холодов, похолодания. Учитывая климатические особенности региона, а также характер и объем сточных вод, на Яковлевском ГОК была спроектирована и установлена комбинированная 2-х ступенчатая экспериментальная ФОС для исследования и отработки технологии доочистки шахтных вод.

Обе её ступени представляют собой модули подповерхностного потока: в качестве 1-ой ступени – модуль вертикального подповерхностного потока (VSSF), в качестве второй – модуль горизонтального подповерхностного потока (HSSF) (рис. 2). Вертикальный и горизонтальный модули, в свою очередь, представлены 8-ю ячейками, в каждой из которых находилась специально подобранная фильтрующая загрузка и определенные виды воздушно-водных растений (макрофитов).

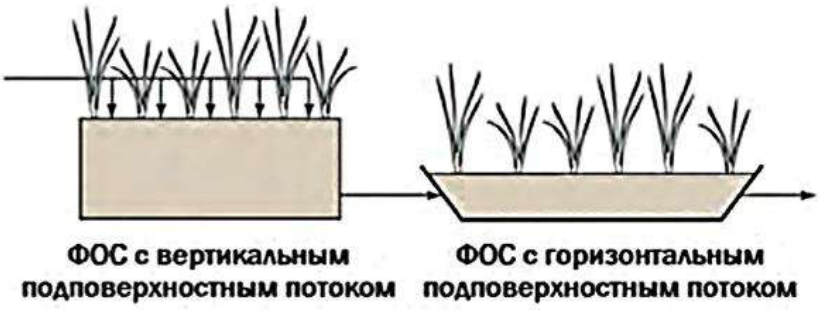



*Рис. 2.* Схема опытной гибридной системы ФОС для доочистки шахтных вод Яковлевского ГОКа

Вся установка ФОС оборудована развитой сетью трубопроводов для подачи и сбора стоков. Сеть трубопроводов включает в себя подающую и отводящую системы. Подающая сеть состоит из магистрального коллектора, который присоединяется к

существующему трубопроводу насосно-фильтровальной станции. Распределительные трубопроводы осуществляют подвод стоков к ячейкам и равномерно распределяют их по площади каждой ячейки модуля. Отводящая сеть включает в себя дренажные трубопроводы и магистральный коллектор. Дренажные трубопроводы уложены по дну ячеек в дренажном слое. Они собирают профильтровавшийся через загрузку сток и направляют его к отводящему коллектору. После каждой ячейки системы ФОС на отводящей сети предусмотрены места отбора проб воды для последующего их химического анализа.

Сточная (шахтная) вода подается на опытную ФОС через насосно-фильтровальную станцию, после предварительной обработки в существующем на Яковлевском ГОКе пруде-отстойнике шахтных вод, где происходит осаждение до 80-85% крупнодисперсных взвешенных веществ.

Необходимо отметить, что эффективность удаления загрязняющих веществ зависит не только от конструкционных особенностей ФОС, но и от подбора различных видов макрофитов, от их морфологических и физиологических особенностей. Кроме того, растения, используемые в ФОС, должны обладать высокой способностью удаления загрязняющих веществ, быть устойчивыми к постоянному затоплению и потоку сточных вод [9].

Еще одним критерием отбора растений является учет экологических особенностей той местности, где они, естественно, росли. Это может дать представление о пределах устойчивости того или иного вида растений (растительных сообществ) к различным условиям окружающей среды, физическим, химическим и микробиологическим процессам, участвующим в их создании и развитии [10]. Именно поэтому, преимущество было отдано широко распространенным местным видам, растущим на территории Белгородской области. С учетом этого, а также промышленных особенностей сточных вод Яковлевского ГОКа, подбор видов макрофитов для экспериментальной ФОС был осуществлен после серии экспериментов, проведенных на базе НОЦ Ботанический сад НИУ БелГУ. Затем, там же, эти растения были специально выращены и, после этого, перенесены и посажены в опытную фитоочистную систему.

Немаловажным фактором при проектировании экспериментальной фитоочистной системы являлся и подбор загрузочного (фильтрующего) слоя. Фильтрующие среды в ФОС должны способствовать росту макрофитов, обеспечивать высокий и устойчивый эффект фильтрации и поддерживать высокую гидравлическую проводимость.

В первую очередь, тип среды зависит от необходимого времени нахождения сточной воды в системе. Данный показатель был определен совестно с площадными характеристиками установки расчетным путем. Далее с помощью лабораторных испытаний был подобран фракционный состав фильтрующего слоя, определена его пористость, проводимость и эффективная гидравлика. При подборе глубины выбранного фильтрующего слоя мы основывались на двух составляющих: времени нахождения сточных вод в системе и отсутствии в конструкции экспериментальной установки дополнительных технических элементов.

Таким образом, на основании всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что эффективность удаления в ФОС (CW) зависит от их конструкции, загрузочного слоя, участвующих видов растений и микробного сообщества, которое формируется в зависимости от созданных условий и характера сточных вод.

Сейчас на ЯГОК проходят исследовательские работы на уникальной установке для доочистки сточных вод от загрязняющих веществ с помощью макрофитов, основная цель которых оценить эффективность такой технологии очистки для шахтных вод. Предварительные результаты по данному эксперименту появятся в конце 2021 г. Яковлевский ГОК одно из немногих в стране, и пока единственное в Белгородской области промышленное предприятие, обратившее внимание на фитотехнологию очистки

сточных вод с помощью макрофитов и использующее экспериментальную установку для отработки технологии очистки сточных (шахтных) вод.

## Список литературы

1. Shelef Oren, Gross Amit and Rachmilevitch, Shimon Role of plants in a constructed wetland: current and new perspectives// Water. – 2013. –Vol. 5. – P.405–419.

2. Щеголькова Н.М., Диас В., Криксунов Е.А., Рыбка К.Ю. Применение фито-систем для очистки сточных вод в России // Доклады Международной конференции «Водоснабжение и водоотведение населенных мест», Экватэк-2014, 4-5 июня 2014, МВЦ "Крокус Экспо", Москва. – 2014 а. – 10 с.

3. Щеголькова Н.М., Диас В., Криксунов Е.А., Рыбка К.Ю. Природный механизм с техническими элементами: применение фито-систем для очистки сточных вод в разных климатических зонах. // Вода Magazine. – 2014 б. №1 (78). – С. 12–18.

4. Stottmeister U., Wieíner A., Kuschk P., Kappelmeyer U., Kastner M., Bederski, O., Müller R.A., Moormann H., Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment. Biotechnology Advances. – 2003. – Vol. 22. – Issues 1–2. P. 93-117.

5. Vymazal J., Greenway M., Tonderski K., Brix H., Mander Ü. Constructed wastewater treatment// Wetlands as a Natural Resource, / J.T.A. Verhoeven, B. Beltman, R. Bobbink and D.F. Whigham (eds.). – Berlin, 2006. – Volume 1. Wetlands and Natural Resource Management. – P. 69–96.

6. Билявский Г. О., Бутченко Л.И., Навроцкий В.М. Основы экологии: теория и практика. Начальное пособие. – Киев: Либра, 2002. – 352 с.

7. Диас В.Н., Криксунов Е.А., Панков Я.В., Переллыгина Е.Н., Бизин С.А. Использование ризосферы для очистки сточных вод // Естественные науки и лес. – 2015-№3-С. 10-19

8. Щеголькова Н.М., Диас В., Криксунов Е.А., Рыбка К.Ю. Фито-системы для очистки сточных вод: современное решение экологических проблем // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2015. – № 2. – С. 46–55.

9. Рыбка К.Ю., Щеголькова Н.М., Алмашин Д.С., Скрипчинский А.К. Использование фито-очистных систем для очистки от ксенобиотиков в климатических условиях России// Вода: химия и экология. –2015. –№7. –С. 29-38.

10. Brisson J., Chazarenc F. Maximizing pollutant removal in constructed wetlands: Should we pay more attention to macrophyte species selection? // Science of the total environment. – 2009. – Vol. 407. – P. 3923–3930.

11. Pérez-López M. E., González-Elizondo M.S., López-González C., Martínez-Prado A. and Cuevas-Rodríguez, G. Aquatic macrophytes tolerance to domestic wastewater and their efficiency in artificial wetlands under greenhouse conditions// Hidrobiológica. - 2009. – Vol. 19 (3). – P. 233–244.

УДК 631.48:332.332

# ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНОЗЁМОВ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЗАЛЕЖЕЙ

**Голеусов П.В.[1], Малышев А.В.[2]**

*[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия*

*[2]ФГБУ «Центр агрохимической службы «Белгородский», Белгород, Россия*

*Email: goleusov@bsu.edu.ru*

Согласно данным Росстата, в 2020 г. в России площадь посевов составила 79,9 млн га, с тенденцией к росту после минимума, достигнутого в 2010-х гг. Но по сравнению с 1990 г., используется на 37,7 млн га меньше. По данным Гринпис, количество неиспользуемых сельскохозяйственных земель в России превышает 76 млн га. Наряду с мнением о необходимости возвращения этих земель в сельскохозяйственный оборот экологами обосновывается возможность сохранения части выбывших земель как экологических резерватов, в некоторой степени компенсирующих антропогенное преобразование территорий и воздействие на климат.

В данной работе анализируются результаты исследований, проведённых авторами в трансзональном аспекте на заброшенных сельскохозяйственных землях в Орловской, Курской, Белгородской и Воронежской областях. Объектами исследования являются постагрогенные почвы, находящиеся в трендах ренатурации лесных и травянистых экосистем. Цель исследования состоит в выявлении особенностей формирования габитуса и свойств почв разновозрастных залежей, находящихся в различных биоклиматических условиях зон широколиственных лесов, лесостепи и степи ЕТР. Для сравнения исследованы фоновые агропочвы (агросерые и агрочернозёмы). Формирование залежей зачастую определяется процессом эрозионной деградации, что приводит к последовательному выбыванию возделываемых участков вверх по склону. В итоге наиболее эродированные и старые залежи располагаются в нижней части склонов с уклонами более 7 градусов. Для анализа проводился отбор проб регенерированных постагрогенных горизонтов, остаточных пахотных горизонтов и пахотных горизонтов фоновых агропочв. Все постагрогенные почвы формируются на эрозионно-деградированных предшественниках со средней или сильной степенью абразии гумусового профиля. Датировка залежей проводилась с использованием картографических материалов, спутниковых снимков, дендрохронологическим методом, иногда – историческим методом (например, для участков, отрезанных оборонительными сооружениями времён Великой Отечественной войны).

Выявлены основные тренды ренатурации деградированных агропочв.

I. Без смены аттрактора ренатурации.

I.1. Агросерая деградированная (агроценоз) → постагрогенная серая реградированная (травянистый фитоценоз) → серая лесная ренатурированная (лесной фитоценоз).

I.2. Агрочернозём деградированный (агроценоз) → постагрогеный чернозём реградированный (травянистый фитоценоз) → чернозём ренатурированный (степной фитоценоз).

II. Со сменой аттрактора ренатурации.

II.1. Агрочернозём деградированный (агроценоз) → постагрогеный чернозём реградированный (травянистый фитоценоз) → чернозём деградированный под лесом (лесной фитоценоз).

Отмечено, что наиболее интенсивно зарастание лесом происходит севернее 50° с.ш., на залежных агросерых почвах с участием берёзы повислой в Курской и Орловской областях. В Курской области в Хомутовском районе отмечены случаи повторного использования и повторного забрасывания постагрогенных земель, заросших лесной растительностью. В Орловской области удобными моделями для исследования постагрогенной динамики агросерых почв являются земли Новосильской ЗАГЛОС. В Белгородской области также отмечены участки с лесным постагрогенным трендом, формируемым ясенем обыкновенным, клёном остролистным, робинией ложноакациевой, клёном ясенелистным (вблизи поселений). Они, как правило, простимулированы лесонасаждениями контурных лесополос, населённых пунктов, в меньшей степени – лесными массивами.

Всего проанализировано более 70 объектов постагрогенных хронорядов, что позволило выявить особенности воспроизводства почв в залежном режиме и сформулировать некоторые положения о перспективах их дальнейшего использования.

Наиболее заметным результатом постагрогенного развития агропочв является формирование регенерированного гумусового горизонта, наложенного на пахотный слой с разупорядоченной и деградированной почвенной матрицей. В нём происходит восстановление структуры, накопление органического вещества, формирование дерновинного субгоризонта. За 30 лет постагрогенного развития происходит обособление 9-12 см бывшего пахотного слоя, за 80 лет мощность регенерированной части гумусового горизонта возрастает до 14-17 см. Содержание гумуса возрастает на 0,8-1 абс. % за 30 лет залежного режима, за 80 лет – на 2 абс. %, возрастает содержание валового и гидролизуемого азота. Средняя за 80-85 лет интенсивность связывания углерода в гумусе залежных почв составляет 0,2-0,3 т/га в год. Такие темпы связывания атмосферного углерода обусловливают роль постагроенных почв как важного средства его секвестрации, выполняющего эколого-реабилитационную функцию в отношении агрогенно деградированных почв. При сравнении «лесных» и «степных» трендов ренатурации залежей установлено, что различия в скорости формирования постагрогенного горизонта и гумусонакопления незначительны в первые 10-15 лет залежного режима, но в дальнейшем развитии становятся заметны.

Предварительный анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. В постагрогенных почвах залежей, как чернозёмах, так и серых лесных, происходит естественное воспроизводство габитуса и показателей плодородия. Оно тем интенсивнее, чем сильнее была деградирована агропочва перед забрасыванием.

2. Воспроизводство морфологических признаков существенно замедляется после достижения 30-летнего возраста, показатели плодородия продолжают восстанавливаться в чернозёмах, но (по предварительным данным) начинают деградировать в ходе лесной сукцессии.

3. Выведение из использования деградированных серых лесных почв старых залежей целесообразно на постоянной основе, т.к. их естественное воспроизводство приводит к снижению показателей плодородия после 30 лет постагрогенного развития.

4. Чернозёмы могут быть возвращены в использование после естественного воспроизводства в залежах любого возраста, но после 30 лет залежного режима невозвратная консервация деградированных земель с чернозёмами целесообразна с целью экологической реставрации степных экосистем.

5. Требуются исследования постагрогенной эволюции чернозёмов, зарастающих древесной растительностью, т.к. этот тренд становится всё более распространённым в лесостепной зоне.

*Исследования выполнены при поддержке РНФ, проект №20-67-46017*

УДК 631.4

# ПОЧВЕННАЯ МИКРОБНАЯ БИОМАССА И ЕЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ В ГОРОДСКИХ ЛЕСОПАРКАХ И ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСАХ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

**Долгих А.В. [1], Ананьева Н.Д. [2], Хатит Р.Ю. [2], Сушко С.В. [2,3,4], Буйволова А.Ю. [5], Журавлева А.И. [2], Селезнева А.Е. [2], Васенев В.И. [3], Иващенко К.В. [2,3]**

*[1] Институт географии РАН, г. Москва, Россия*

*[2] Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино, Россия*

*[3] Российский университет дружбы народов, Москва, Россия*

*[4] Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия*

*[5]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Лесопарки играют важную роль в устойчивом функционировании городских экосистем. В отличие от естественных лесов, городские леса находятся под постоянным антропогенным давлением, что влияет на функционирование почвенного микробного сообщества и его способность обеспечивать многие экосистемные услуги. Более того, еще одним существенным фактором, определяющим такое функционирование, являются биоклиматические условия.

Цель нашего исследования – изучить влияние урбанизации на биомассу почвенных микроорганизмов и функциональное разнообразие вдоль широтного градиента европейской части России. Городские лесопарки (ГЛП) были выбраны в городах Москва, Тула и Белгород, расположенных зонах смешанных хвойно-широколиственных лесов, широколиственных лесов, лесостепи и лесостепи европейской части России, соответственно (17 участков). За пределами городов были выбраны эталонные пригородные леса (ПЛ) (12 участков).

При выборе участков учитывались следующие критерии: 1) зональная почвенная группа – дерново-подзолистые почвы (Albic Retisols) для смешанных хвойно-широколиственных лесов, серые почвы (Luvisols) для широколиственных лесов, темно-серые почвы (Phaeozems) для лесных участков лесостепи; 2) суглинистый гранулометрический состав почв; 3) возраст деревьев ≥ 60 лет. В каждом ГЛП и ПЛ было выбрано по пять пространственно распределенных участков, на которых образцы почвы были взяты из верхнего 10 см слоя без подстилки (всего 85 и 60 для ГЛП и ПЛ). Для свежесобранных образцов почвы измеряли содержание углерода в микробной биомассе (*MBC*, метод субстратно-индуцированного дыхания) и базальное дыхание (*BR*, скорость высвобождения CO2), затем рассчитывали соотношение *BR / MBC = qCO2*. Был протестирован физиологический профиль почвенных микроорганизмов на уровне сообщества (*CLPP*, метод MicroResp), указывающий на способность микроорганизмов утилизировать различные органические субстраты (углеводы, кислоты: амино-, карбоновые, фенольные, 14 полностью). Данные *CLPP* были использованы для расчета индекса разнообразия Шеннона-Винера (*HCLPP*).

Установлено, что BR почвы в среднем уменьшался от пригородных лесов к городским лесопаркам во всех исследованных природных зонах, в то время как содержание MBC существенно не менялось. Значительное увеличение *MBC* в почвах ГЛП и ПЛ наблюдалось с севера на юг (от смешанных хвойно-широколиственных лесов к лесостепи), а для *qCO2* – уменьшение. В *CLPP* исследованных почв доминировали микроорганизмы, потребляющие карбоновые кислоты (аскорбиновую и лимонную) и углеводы (глюкозу, фруктозу, галактозу). Кластерный анализ выявил две группы, различающиеся по показателю *CLPP* почв: 1) смешанные хвойно-широколоиственные и широколиственные леса (Москва, Тула) и 2) лесостепь (Белгород). Индекс *HCLPP* почвы

существенно не различался между ПЛ и ГЛП во всех исследованных биомах. Двухсторонний *ANOVA* показал, что изменения *MBC*, *qCO2* и *HCLPP* в почве были более связаны с биоклиматическими условиями (18-47% объясненной дисперсии, P<0.05), чем с урбанизацией (P>0.05). Напротив, почвенный *BR* был более чувствителен к урбанизации (4% объясненной дисперсии, P <0,05), чем к изменению биоклиматических условий (P> 0,05). Примечательно, что движущие факторы пространственного варьирования изученных свойств почвенных микроорганизмов в пределах каждого города (53-92% необъясненной дисперсии) еще предстоит определить.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 20-04-00148.*

УДК 550.4

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА В СВЯЗИ С ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ПРИОСКОЛЬСКОГО ЖЕЛЕЗНОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Дроздова Е.А., Корнилова Е.А., Динькаева Г.Т., Дорошенко М.В., Решетникова Л.К., Корнилов А.Г., Данилин О.В.**
*ФГАОУ ВО Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ «БелГУ»), г. Белгород, Россия*
*Email: drozdova@bsu.edu.ru*

В Старооскольско-Губкинском горнопромышленном районе в течение более 50 лет функционирования горнообогатительных комбинатов сложилась весьма напряженная экологическая ситуация, когда высокому уровню трансформации подверглись практически все компоненты окружающей среды [1]. На этом фоне достаточно серьёзными выглядят геоэкологические перспективы дальнейшего развития добывающего сектора в связи с проектами эксплуатации Приоскольского и Чернянского месторождений железных руд.

В частности, начиная с 2008 г. было разработано несколько вариантов строительства Приоскольского ГОКа, которые в настоящее время актуализируются.

Эксплуатация крупного горнодобывающего предприятия, каким может стать Приоскольский ГОК, приведет к региональному негативному воздействию на почвенный покров в радиусе до 25 км [3]. Это воздействие будет проявляться в пылевом и аэрозольном загрязнении почв. Аэрозольное загрязнение окружающей среды и почвенного покрова ожидается за счет промышленных выбросов от ведения открытых горных работ, а также обогащения и переработки руд [6]. Приоритетными компонентами аэрозольного загрязнения будут: железо, кремний, вольфрам, кадмий, свинец, сурьма, медь, цинк, хром, кобальт и ряд других химических элементов. Можно рассмотреть ряд характерных примеров влияния эксплуатации горнодобывающих предприятий на загрязнение почвенного покрова прилегающих территорий.

Ранее было показано, что на сельскохозяйственных угодьях вокруг существующих Лебединского и Стойленского ГОКов в почвенном покрове наблюдается устойчивая тенденция обогащения пахотных горизонтов широким спектром микроэлементов аэрозольного генезиса. При этом по отдельным химическим элементам уже фиксируется превышение районного фона от двух до нескольких раз [4, 5]. Максимальное загрязнение почвенно-растительного покрова ожидается в радиусе 3-4 км от карьера и промплощадки ГОКа. Отдаленное влияние будет проявляться на удалении до 20-25 км от источников выбросов. Особенную тревогу вызывает экологическая ситуация, которая будет складываться к северо-западу от Приоскольского

месторождения, где на расстоянии 1-3 км расположена территория заповедного участка «Ямская степь». Дополнительное загрязнение будет распространяться на данный участок и усиливать здесь уже существующую неблагоприятную экологическую обстановку из-за его близости к действующим ГОКам.

Как отмечают Ф.Н. Лисецкий и Ю.Г. Чендев (2004), поступление поллютантов из карьерно-отвальных геосистем в составе воздушных и транспортных потоков, по-разному преломляется через мозаику почвенного покрова. Это связано с разной буферностью (устойчивостью) почв. Данное свойство проявляется в способности накапливать поллютанты, удерживать их в составе ППК, препятствуя поступлению в почвенный раствор. Буферность почв зависит от таких факторов, как емкость поглощения, степень насыщенности ППК основаниями, степень выщелоченности почвенного профиля, гумусированность, гранулометрический состав, степень смытости [5].

Почвы лугово-степного генезиса отличаются большей буферностью и повышенной способностью к накоплению поллютантов (тяжелых металлов) в гумусовом профиле по сравнению с почвами лесного генезиса. Они способствуют предотвращению поступления поллютантов в грунтовые воды. Однако большая способность к накоплению поллютантов в ППК создает опасность загрязнения ими сельскохозяйственной продукции. Опасность возрастает при подкислении черноземов часто сопровождающем их сельскохозяйственную обработку. Способность к фиксации тяжелых металлов в верхнем (пахотном горизонте) имеют почвы с щелочной реакцией, а также с высоким содержанием обменного кальция, что снижает миграцию поллютантов, предупреждая их вымывание в нижние горизонты. Можно выстроить следующий ряд по снижению буферности почв, находящихся в зоне влияния Старооскольско-Губкинского промышленного района:

- Черноземы остаточно карбонатные – черноземы типичные карбонатные – черноземы типичные – черноземы выщелоченные – черноземы оподзоленные – серые лесные почвы.

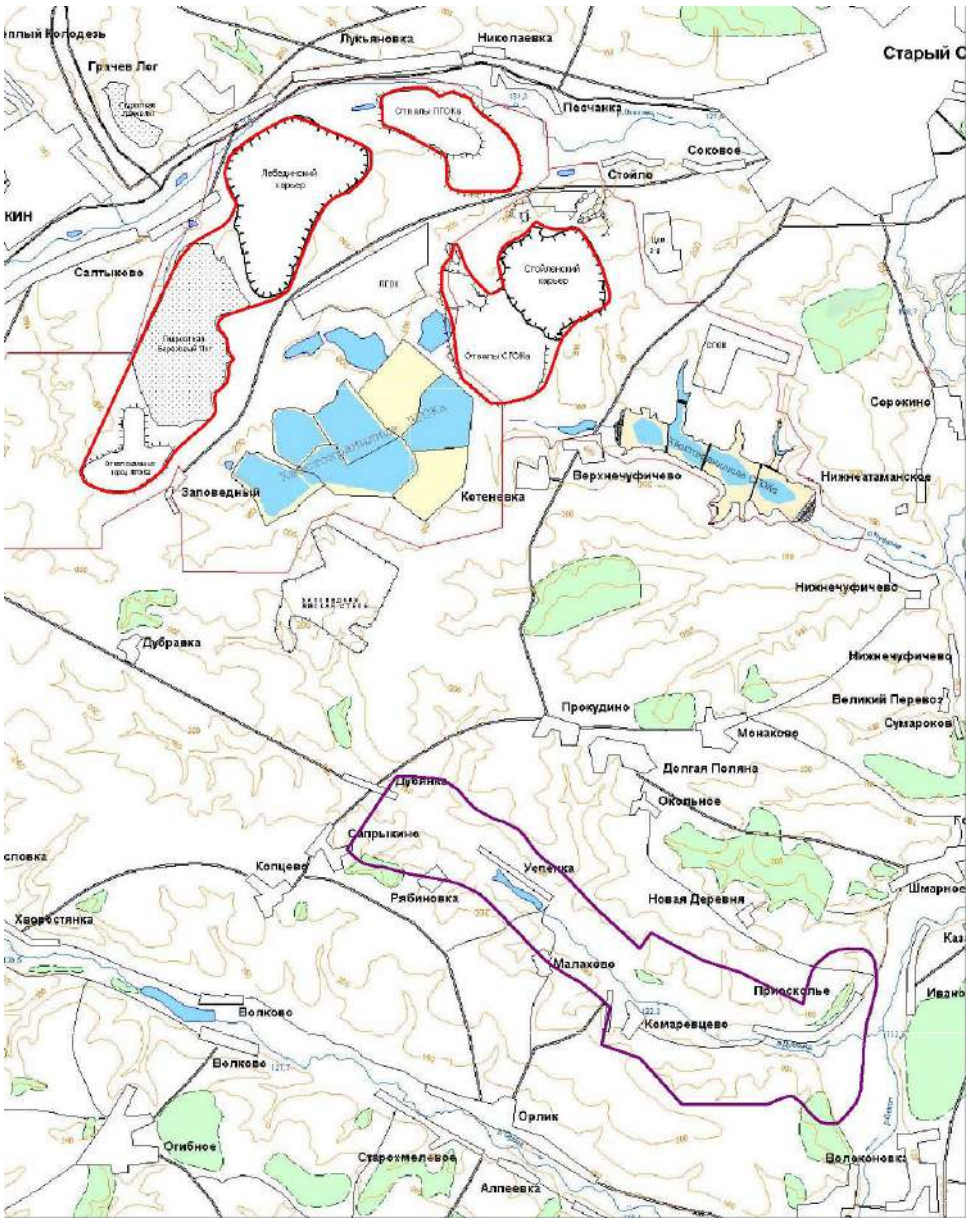
- Черноземы типичные, имеющие наибольшее распространение, в случае загрязнения их тяжелыми металлами довольно опасны для сельскохозяйственного производства, так как они способны к большему накоплению тяжелых металлов по сравнению с выщелоченными почвами и не имеют дополнительных факторов стабилизации поллютантов, как карбонатные разновидности черноземов.

В целом почвы окружающей проектируемый Приоскольский ГОК территории находятся в зоне повышенного экологического риска, связанного с технологическим загрязнением. Это обусловлено как большой интенсивностью транспортных потоков, поставляющих поллютанты, так и невысокой экологической буферностью, обусловленной генетическими свойствами почв рассматриваемой территории. Вероятность загрязнения сельхозпродукции компонентами аэрозольных выпадений, по мнению упомянутых выше авторов, здесь довольно велика.

В соответствие с нашими, ранее проведенными полевыми геохимическими исследованиями Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района зона активного воздействия горнопромышленной деятельности распространяется на ареалы с радиусами до 5-8 км с отдалёнными зонами остаточного воздействия до 20-30 км от санитарно-защитной зоны соответствующих объектов [3]. Пункты отбора проб определялись с учетом розы ветров и наличия значимых объектов, отбор осуществлялся на нормативном удалении от автомобильных дорог. Вместе с тем количество точек опробования ограничивалось ресурсными возможностями экспедиции, поэтому полученная картина имеет рекогносцировочный характер, границы ареалов концентраций химических элементов определены с точностью от 0,3 до 2 км по

периферии района исследования, но складывающаяся картина вполне очевидна и характеризуется высокой степенью достоверности [2].

Картографирование результатов анализа почвенных проб показывает следующее.




Zc от 16 до 32 (умеренно опасное загрязнение)
контуры земель, отчуждаемые под строительство Приоскольского ГОКа
Территории со значением Zc менее 16 характеризуются допустимым (относительно удовлетворительным) экологическим состоянием почв

*Рис. 1.* Прогноз распределение значений суммарного показателя химического загрязнения (Zc) почв (грунтов) на территории Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района

В отношении суммарной удельной активности естественных радионуклидов (Аэф) наблюдается слабовыраженный градиент концентрации в направлении отвалов

ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Стойленский ГОК», ОЭМК, хотя присутствуют и отдаленные максимумы. Это может говорить о сложной структуре источников формирования Аэф, в которой небольшой вклад создают также и горнопромышленная деятельность.

Высокая степень дифференциации территориальных значений содержания $^{137}Cs$ сопровождается довольно большим разбросом мест проявления максимумов (далее – максимумов), в том числе за пределами промышленных зон, что говорит о вероятном стороннем поступлении цезия, скорее всего во время аварии на Чернобыльской АЭС.

Умеренно выраженный градиент концентраций $^{40}K$ на места расположения карьеров, отвалов, а также ОЭМК, одновременное присутствие сравнимых максимумов, наблюдаемых на так называемых фоновых (контрольных) точках, говорит о сложном составе источников поступления этого элемента в окружающую среду, в том числе не связанных с промышленной деятельностью.

Сложная структура расположения максимумов $^{226}Ra$ преимущественно за пределами интенсивной горнодобывающей и промышленной деятельности говорит о незначительном влиянии антропогенных факторов на распределение и накопление данного элемента.

Максимумы концентраций $^{232}Th$ пространственно увязаны с некоторыми точками около производственных зданий ГОКов (38-44 Бк/кг), а несколько меньшие значения локальных максимумов (12-19 Бк/кг) находятся в отдаленных точках (южная граница заповедного участка Ямская степь; с. Салтыково; база отдыха ОАО «Лебединский ГОК» около Старооскольского водохранилища). Вклад этих элементов в суммарный показатель Аэф не обусловил его сверхнормативных значений.

Наблюдается слабо или умеренно выраженный градиент концентраций к отвалам горных пород и/или к промплощадкам: бериллия (максимумы от 2,6 до 4 мг/кг, а на пока фоновом участке Приоскольского месторождения – от 0,1 до 1 мг/кг); селена (4-кратный фон); сурьмы; цинка; железа, бария, кадмия, циркония.

Средние уровни градиента к указанным выше промобъектам с максимальным превышением фона (в 4-7 раз) отмечены для ванадия, кобальта, никеля, хрома, меди.

Не наблюдается выраженного градиента концентраций относительно горно-промышленных объектов для мышьяка, свинца, тяготеющего к окрестностям населенных пунктов и автомобильным дорогам, марганца, молибдена, стронция

Исходя из изложенного, можно констатировать вполне удовлетворительное современное состояние почвенного покрова района исследований в отношении техногенного загрязнения его металлополлютантами. В настоящее время почвенный покров района проектирования не требует проведения работ по срочной санации в связи с загрязнением тяжелыми и токсичными металлами, вместе с тем, необходимо проведение дополнительных углубленных исследований в зонах потенциального воздействия проектируемого предприятия для повышения степени достоверности ОВОС.

Максимальные расстояния выхода границ «умеренно опасного» уровня загрязнения за пределы санитарно-защитных зон действующих ГОКов в зависимости от микроклиматических особенностей района составляют 3-6 км в первую очередь от таких объектов, как обогатительные фабрики, карьеры, отвалы горных пород. Вследствие перекрывания зон рассеивания с расположенными севернее Приоскольского ГОКа ОАО «Лебединский ГОК» и ОАО «Стойленский ГОК», а восточнее ОЭМК, дальность распространения границ этой зоны может увеличиться, захватывая села Прокудино, Монаково, Долгая Поляна, Окольное, Шмарное, Казачок, Волоконовка, Завалищено, Орлик, Дубянка, Сапрыкино. Сроки формирования указанных зон сопоставимы со сроками деятельности существующих ГОКов.

Описанная потенциальная тенденция умеренного [4] ухудшения качества окружающей среды в указанном районе требует проектирования комплекса мероприятий по сокращению аэрозольных и пылевых выбросов с производственных объектов, а также по организации пылезащитных лесных полос по периметру Приоскольского производственного комплекса.

Относительно сдержанные оценки ситуации не исключают необходимости проведения в ближайшем времени, в связи с проектированием нового крупного объекта, мероприятий по снижению запыленности воздушного бассейна Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района как на проектируемом предприятии, так и на всех остальных в настоящее время действующих крупных горнопромышленных объектах (комплексный подход).

Строительство и функционирование Приоскольского ГОКа обострит и без того неблагоприятную экологическую ситуацию, складывающуюся на территории Старооскольско-Губкинского промышленного узла. Для обеспечения экологической безопасности функционирования горно-добывающего комплекса КМА и связанного с ним металлургического промышленного комплекса необходимо внедрение научно-обоснованной системы экологического мониторинга за состоянием окружающей среды рассматриваемого региона.

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию:

- о состоянии окружающей среды;
- о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (т.е. об источниках и факторах воздействия);
- о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом;
- о существующих резервах биосферы и ее частей.

## Список литературы

1. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство // отв. ред. А.Г. Корнилов; ред. А.Н. Петин, Ю.Г. Чендев, В.И. Петина и др. – Белгород: КОНСТАНТА, 2018. – 200 с.

2. Корнилов А.Г. и др. Инженерно-экологические изыскания. Учебное пособие / Министерство образования и науки РФ; ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». Белгород, 2014. – 146 с.

3. Корнилов А.Г. и др. Экологическая ситуация в районах размещения горнодобывающих предприятий региона Курской магнитной аномалии // Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2015. – 157 с.

4. Корнилов А. Г., Вендина Т. Н., Колмыков С. Н., Корнилова Е. А. Современная эколого-геохимическая ситуация в районе Лебединского месторождения железистых кварцитов региона КМА // Горный журнал. – 2021. – № 7. – С. 91-95

5. Лисецкий Ф.Н., Чендев Ю.Г., Голеусов П.В., Чепелев О.А. Загрязнение почвы тяжелыми металлами в зоне Курской магнитной аномалии // Региональные гигиенические проблемы и стратегия охраны здоровья населения. Научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, вып. 10. – М., 2004. – С. 286-291.

6. Петин А.Н. Геоэкологическая обстановка и проблемы рационального недропользования в железорудном бассейне КМА // Горный информационно-аналитический бюллетень. – № 6. – 2007. – С. 315-322.

УДК: 504.064 / 502.4

# ПРИОКСКО-ТЕРРАСНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК – ЭТАЛОННАЯ ТЕРРИТОРИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

**Зеленская Н.Н.[1], Аблеева В.А.[2], Асаинова Ж.С.[3], Демидов В.Э.[4]**

*[1]Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН Пущино, Россия;*
*[2]Станция комплексного фонового мониторинга «Приокско-Террасный заповедник», ФГБУ «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Московская обл., Серпуховский р-н, м. Данки, Россия;*
*[3]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН Пущино, Россия;*
*[4]ФГБУ «Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник имени М.А. Заблоцкого», Московская обл., Серпуховский р-н м. Данки, Россия.*
*E-mail: zelen_1@rambler.ru*

Государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) – комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды [7].

Изучение структурно-функциональной организации экосистем и динамики их функциональных параметров под воздействием антропогенного фактора и в условиях изменяющегося климата – одно из современных направлений исследований Федерального Исследовательского Центра ПНЦБИ РАН (г. Пущино). Развитие научного направления «экологический мониторинг» началось в Пущинском Научном Центре АН СССР по инициативе чл. корр. АН СССР Виктора Абрамовича Ковды в 70-е гг. XX века в лаборатории экологического мониторинга Института почвоведения АН СССР (теперь лаборатория функциональной экологии в Институте фундаментальных проблем биологии РАН). Возглавил группу приглашенный В.А. Ковдой А. С. Керженцев, опытный организатор природных стационаров. Полигоном для исследований стал Приокско-Террасный заповедник, который находится в непосредственной близости от г. Пущино, на противоположной стороне реки Оки. Особенностью заповедника стало сочетание на малой территории различных типов растительности, поэтому заповедник мог стать своеобразной природной моделью сосуществования на небольшой территории экосистем разных географических зон и подзон (леса и степи, широколиственного и смешанного леса, коренной и вторичной растительности).

Становление заповедника как научной площадки происходило параллельно с реализацией международной Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ, Man and Biosphere). XVI сессия Генеральной конференции ЮНЕСКО по биоразнообразию [10] отметила возрастающее воздействие человека на окружающую природную среду и призвала к принятию Программы обеспечения комплексных исследований в различных экосистемах – для рационального использования природных ресурсов и управления процессами, протекающими в биосфере. Заявленной задачей Программы было сохранение полного генетического фонда, содержащегося в видовом разнообразии животных и растений различных экосистем Земли. Создание сети биосферных резерватов как мировых эталонов различных экосистем Земли – главное условие реализации Программы «Человек и биосфера». Биосферные резерваты стали эталонными территориями ЮНЕСКО, сеть которых должна охватить все разнообразие экосистем биосферы. В них можно было изучать процессы, происходящие в природных,

неизмененных деятельностью человека, экосистемах, а затем сверять по этим эталонам степень нарушенности территорий, находящихся под антропогенным влиянием [8].

Необходимым условием для вхождения Приокско-Террасного заповедника в международную сеть биосферных резерватов (БР) ЮНЕСКО было создание Станции комплексного фонового мониторинга (СКФМ) на своей территории. Заповедник получил статус БР в 1979 г. – одним из первых в стране. Для создания оптимальной программы экологического мониторинга были подключены все ведущие организации АН СССР. В 1974 году на базе лаборатории экологического мониторинга в Пущино прошло Международное совещание по Программе МАБ. Под руководством чл.-корр. АН СССР Ю.А. Израэля были разработаны положения о глобальном экологическом мониторинге. Станция комплексного фонового мониторинга в Приокско-Террасном биосферном заповеднике (ПТБЗ) стала модельной станцией для отработки базовых параметров, подлежащих мониторингу в биосферных резерватах СССР, а затем – в РФ. Впоследствии перечень этих параметров и методика исследований были признаны оптимальными для всех подобных станций в БР РФ. Теперь СКФМ в ПТБЗ – это современная лаборатория, являющаяся структурным подразделением «Центрального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» и соответствующая всем международным стандартам. Она обладает длительными рядами наблюдений по утвержденным параметрам экологического мониторинга в Южном Подмосковье (38 лет). Сам Приокско-Террасный заповедник признан эталонной территорией Центра Русской равнины, полигоном для экологических исследований многих лабораторий Пущинского Научного Центра Биологических Исследований и институтов РАН.

Стоит отметить, что первоначально биосферный резерват рассматривали как эталон природной экосистемы, чтобы сверять по его параметрам состояние экосистем, затронутых антропогенной деятельностью. Никто не ожидал, что природные изменения могут так стремительно происходить в самих природных экосистемах. За более чем 38 лет мониторинга в ПТБЗ был накоплен большой массив данных о состоянии популяций и динамике процессов в различных экосистемах заповедника.

В 2017 г. на базе заповедника состоялось Международное Совещание «Летопись природы Евразии», посвященное проблемам сохранения биоразнообразия различных территорий и новейшим методам сбора информации. Целью Программы заявлена оценка экологических, социальных и экономических последствий от потери биоразнообразия, а также разработка мер, сокращающих такие потери. Продолжение сотрудничества ученых разных стран по сохранению биоразнообразия Европы усилиями ученых из Финляндии, Испании и России переросло в международную базу данных и новое направление «Летопись Природы Евразии: крупномасштабный анализ изменяющихся экосистем». Было отмечено, что в России заповедники занимают 2,87% территории, сохраняя при этом до 80% видового разнообразия растительного и животного мира. Приокско-Террасный биосферный заповедник располагает уникальными рядами данных о синхронной динамике климата и важнейших экосистем заповедника – от южной тайги до участков луговой степи. Современные базы данных позволят привести многочисленные ряды наблюдений к единому стандарту. В одном из выступлений было отмечено, что многотомная «Летопись природы» заповедников РФ должна быть приравнена, подобно шедеврам культурного наследия ЮНЕСКО, к шедеврам научного наследия.

В заповеднике преобладают почвы с подзолистым светлым горизонтом: дерново-элювоземы, дерново-подзолы, дерново-подзолы глеевые и глееватые, сформированные под смешанными и хвойными лесами. Здесь также встречаются образовавшиеся под смешанными и широколиственными лесами, дерно-подбуры без подзолистого светлого

горизонта. Глееземы и дерново-глеевые почвы приурочены к увлажненным участкам. На территории ПТБЗ также представлены торфянные, дерновые остаточно-карбонатные и аллювиальные дерновые почвы. Изменение компонентов почвенного покрова заповедника связано с динамикой климата, взаимодействием с растительным покровом, ветровалами, антропогенной нагрузкой (рубки, распашка, пожары) [3, 2]. На протяжении многих лет изучается эмиссия $CO_2$ (24 года) [4] и увлажнение (5 лет) [1] почв биотопов заповедника с различной растительностью.

Решение об организации Станции комплексного фонового мониторинга на базе Приокско-Террасного заповедника было принято в 1977 г. на основании Совместного Постановления Минсельхоза СССР, АН СССР и Госгидромета СССР.

Неготовность этих ведомств (в первую очередь Минсельхоза в лице Заповедника) к выполнению Постановления задержало открытие станции на 6 лет.

Работа станции началась только в 1983 г. с организации отбора проб воздуха и атмосферных осадков по программам фонового мониторинга и Всемирной метеорологической организации (ВМО), а с 1985 г. на территории заповедника начался отбор проб почвы и растительности (2 раза в год на 7 пробных площадках); в основные фазы гидрологического режима отбирались пробы поверхностных вод с двух речек, отложений болот и биоты.

Расширение программы комплексного мониторинга проходило даже в годы перестройки: в 1986 г. на наблюдательном стационарном полигоне станции была оборудована метеорологическая площадка и с 1987 г. на ней проводятся метеорологические наблюдения. С 1990 г. в заповеднике также проводятся наблюдения за радиационным фоном.

Информация об уровне содержания загрязняющих веществ в воздухе, атмосферных осадках и других средах, полученная за 10 лет систематических наблюдений, позволила скорректировать программу станции. С 1997 г. были уменьшены количество отбираемых проб почвы и растительности и частота отбора проб воздуха на некоторые ингредиенты, но в тоже время был начат отбор проб воздуха на содержание диоксида азота.

В 1999 г. на базе СКФМ была открыта Станция трансграничного переноса, эта Станция работает по международной программе экологического мониторинга и выявляет дальний атмосферный переноса загрязняющих веществ в Европе (ЕМЕП).

Для изучения изменений климата с 2002 г. на станции проводится отбор проб воздуха на содержание парниковых газов.

С 2005 г. расширена программа по радиационному мониторингу: в пробах осадков определяется тритий.

В настоящее время СКФМ включает химическую лабораторию и наблюдательный стационарный полигон. На полигоне проводятся метеорологические наблюдения и отбор проб воздуха и атмосферных осадков. В заповеднике выделены 2 площадки, для отбора травянистой растительности, листвы деревьев, почвы и донных отложений. На 12 скважинах измеряется уровень грунтовых вод, на одном гидрологическом створе отбираются пробы поверхностных вод.

Комплексные наблюдения, проводимые на станции, включают измерения более 30 параметров окружающей среды, в воздухе и атмосферных осадках определяются концентрации тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть), органических загрязнителей (хлорорганические пестициды, 3,4- бензпирен), соединений серы и азота, сульфатов, взвешенных частиц и др. веществ, а в почве, растительности и поверхностных водах содержание тяжелых металлов и органических загрязнителей.

В результате многолетних исследований было выявлено, что содержание загрязняющих веществ в воздухе, атмосферных осадках, и других природных средах

заповедника находится на низком уровне, характерном для естественного фона. Средняя за год концентрация повсеместно распространенных в воздухе веществ не превышает ПДК и равна 1,4 мкг/м$^3$ для диоксида серы, 6 мкг/м$^3$ для диоксида азота и сульфатов, 50 мкг/м$^3$ для взвешенных веществ.

Преобладающей примесью в атмосферных осадках являются нитраты и сульфаты, их концентрация составляет 1 мг/л, что не превышает ПДК [6].

Данные, полученные за многолетний период наблюдений, позволили не только определить фоновый уровень загрязняющих веществ во всех природных средах ПТБЗ, но и выявить закономерности изменений их концентраций в течение года и долговременные тенденции, отражающие влияние антропогенной деятельности на состояние компонентов экосистем заповедника [5].

Потепление в Европейской части России (ЕЧР) проявляется наиболее ярко. Нарастание тепла здесь почти вдвое опережает глобальный тренд и идет со скоростью 0,47°С за каждые 10 лет [11]. Рост среднегодовой температуры воздуха составляет уже более 2 градусов по сравнению с доиндустриальным трендом.

Наиболее быстрый отклик на изменение условий дают экосистемы, расположенные в пограничных условиях существования, становясь своеобразными природными моделями изменчивости экосистем. В Приокско-Террасном заповеднике произрастает уникальный для лесной зоны растительный эксклав – участок степных фитоценозов в урочище Долы. Этот фрагмент степи представляет собой изолированный северо-западный ареал степи, за пределами ботанико-географической зоны степей. Многолетний мониторинг динамики характеристик изолированного участка степи показал, какие изменения в структурно-функциональной организации степного эксклава могут происходить под воздействием наблюдаемого потепления климата. По метеонаблюдениям Станции Фонового мониторинга ПТБЗ с 1973 года, средняя зимняя температура воздуха в заповеднике (до потепления) составляла –6,4°С, средняя температура летнего сезона +15,3°С. Годовая сумма осадков в среднем достигала 683 мм, из них более 67% выпадали в теплый период года. Тренд климатического потепления в заповеднике привел к повышению среднегодовой температуры приземного воздуха на 2°С. Следствием потепления стали сдвиг начала вегетации на более ранние сроки, увеличение продолжительности всего вегетационного сезона, неравномерность распределения осадков. Засухи, ранее отмечавшиеся в период фенологической весны, теперь характерны и для лета, особенно второй его половины. За двадцать лет (с 1998 по 2018 гг.) средняя продолжительность вегетационного сезона в ПТБЗ увеличилась с 186 до 196 дней. Сезон вегетации увеличивался как за счет сдвига окончания вегетации осенью, так и за счет более раннего начала вегетации весной. При этом значительно увеличились суммы эффективных температур. При средних значениях в 1591°С, теперь они часто достигают 1700-1900°С. Такие значения среднегодовых температур характерны для зоны лесостепи и должны были сказаться на функционировании экосистемы и ее параметрах. В ответ на потепление степная экосистема увеличила более чем на треть свою продуктивность, сравнявшись по этому показателю с эталонной экосистемой луговой степи Центрально-Черноземного заповедника.

Вызовы последних десятилетий (изменение климата, необходимость в предоставлении экосистемных услуг, усиливающаяся урбанизация территорий) требуют раскрытия новых потенциалов биосферных резерватов. Поэтому на III Всемирном конгрессе по биосферным резерватам (Испания, 2008 г.) был принят Мадридский план действий [9], расширяющий возможности воздействия БР на урбанизированные территории. Мадридский форум сменил вектор развития мировых резерватов биосферы. Теперь на первый план выходят приоритеты регионов, трасграничное сотрудничество резерватов и вовлечение в природоохранную практику населения урбанизированных

территорий. Если раньше БР должны были помогать населению, живущему вблизи заповедников, развиваться в равновесии с природной средой, то теперь резерваты должны показывать путь к более устойчивому развитию всего общества и вовлекать в сферу своей деятельности поселения, расположенные поблизости. Мадридский план нацелен на повышение роли биосферных резерватов как признанных мировых территорий устойчивого развития. Биосферные резерваты рассматриваются теперь как учебные площадки для совместных действий научного сообщества, администрации территорий, политиков и общественных организаций по созданию развивающихся моделей глобальной, национальной и местной устойчивости.

Заповедник сохраняет давние научные связи с рядом НИИ РАН. Учёные изучают видовой состав растений и животных биогеоценозов, а также пространственно-временную флюктуацию компонентов экосистем. Ежегодно студенты МГУ имени М.В. Ломоносова, а также других ВУЗов проходят учебную практику в заповеднике. В 2004 г. в ПТБЗ создан Отдел экологического просвещения. Отдел проводит экологические лекции и фотовыставки в школах, библиотеках, на конференциях и семинарах. Сотрудники СКФМ проводили занятия Экологического кружка местных школьников. Ведётся экологическое просвещение местного населения и хозяйствующих субъектов по предотвращению сбора ягод и грибов, использования пестицидов, охоты и вырубки деревьев в охранной зоне заповедника. Таким образом, с полным правом можно считать, что Приокско-Террасный биосферный заповедник является эталонной территорией в центре Восточно-Европейской равнины для экологического мониторинга природной и окружающей среды.

## Список литературы

1. Зеленская Н.Н., Волокитин М.П., Аблеева В.А. Гидротермические особенности биотопов степной и лесной растительности Приокско-Террасного заповедника // Известия РАН. Серия: Географическая – 2020. – № 1. – С. 56-68.
2. Иванов И.В., Шадриков И.Г., Асаинова Ж.С, Дмитраков Л.М. Пространственно-временные соотношения почвенного и растительного покровов на границе южной тайги и смешанных лесов в условиях антропогенного воздействия // Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. Отв. ред. В.Н. Кудеяров. – М.: Наука, 2006. – С. 78-97.
3. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 341 с.
4. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Хорошаев Д.А., Мякшина Т.Н., Сапронов Д.В., Жмурин В.А., Кудеяров В.Н. Анализ многолетней динамики дыхания почв в лесном и луговом ценозах Приокско-Террасного Биосферного заповедника в свете современных климатических трендов // Почвоведение. – 2020. – № 10. – С. 1220-1236.
5. Обзор фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2019 г. под ред.: Г.М. Черногаевой. – Ижевск: ООО «Принт», 2020. – 99 с.
6. Свистов П.Ф., Першина Н.А., Павлова М.Т., Полищук А.И., Аблеева В.А. Кислотность и химический состав атмосферных осадков в Приокско-Террасном биосферном заповеднике // Труды Приокско-Террасного заповедника. Вып. 6 – Тула: Аквариус, 2015. – С. 24-33.
7. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об охране окружающей среды» [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращение 15.09.2021).

8. Biosphere reserves: the Seville Strategy and the statutory framework of the world. [Electronic resource]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000010384 (дата обращения 15.09.2021).

9. Madrid Action Plan for Biosphere Reserves (2008–2013). Madrid, 4 - 9 February 2008. [Electronic resource]. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/Madrid_Action_Plan_en.pdf (дата обращения 15.09.2021).

10. The General Conference of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, meeting in Paris from 12 October to 14 November 1970. [Electronic resource]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000133378 (дата обращения 15.09.2021).

11. WMO 2019 Statement on the State of the Global Climate in 2018. [Electronic resource]. http//www.meteorf.ru/upload/iblock/996/Izmenenie_klimata_N77_FebMar_2019 (дата обращения 15.09.2021)

УДК 911.9

# ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЯМ

**Мартынов В.Л., Греков И.М., Сазонова И.Е., Соколова Н.В.**
*Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия*
*Email: lwowich@herzen.spb.ru*

***Аннотация.*** *Рассматриваются основные подходы к изучению проблем пространственного развития пригородной зоны. Характеризуются особенности развития пригородных зон в пост-советских государствах, включая Россию, и других регионах мира. Определяются тенденции трансформации пригородной зоны Санкт-Петербурга на протяжении XX – первых десятилетий XXI века.*

***Ключевые слова.*** *Пригороды, пространственное развитие, природа, общество, экономика, Санкт-Петербург*

В первые десятилетия XXI века резко ускорились темпы освоения пригородной зоны Санкт-Петербурга. Такое развитие событий хорошо укладывается в общемировую логику развития процессов субурбанизации, которая в развитой части мира уже переходит в постсубурбанизацию. Субурбанизационные процессы и особенности пространственной структуры пригородов в Западной Европе, США, Латинской Америке и многих других регионах мира изучены очень хорошо, однако в России такого рода исследований проводилось и проводится недостаточно. «Пригородные» проблемы рассматриваются в ходе изучения крупных городских агломераций, но этого явно мало.

Пригороды представляют собой пространственные структуры, несходные ни с городами, которые они окружают, ни с природными ландшафтами, которые в свою очередь окружают их. Пригороды соединяют в себе город и его природное окружение. Пространственная структура пригородной зоны трансформируется как под влиянием внешних по отношению к этой структуре факторов, так и внутренних, возникающих внутри самой этой структуры.

Исследование проблем субурбанизации наибольшего развития достигло в североамериканской и западноевропейской географии. Западные географы изучают проблемы пространственного развития пригородов как в целом по миру, так и в его отдельных странах и регионах. В ходе этих исследований было обнаружено явление,

названное исследователями «постсубурбанизация» [13]. Согласно одному из определений постсубурбанизации, она заключается в сближении функции «центров» и «пригородов», в ходе которой значение центра снижается, а значение пригородов растёт. Можно предположить, что теоретически этот процесс может привести к формированию сети населённых пунктов, имеющих примерно одинаковый «вес» и набор функций, но городам современной России до постсубрбанизации ещё очень далеко, и вряд ли постсубурбанизация у нас вообще возможна. Для процессов субурбанизации в России свойственно скорее сходство с аналогичными процессами в странах Латинской Америки, например, Чили [12], или Аргентины [18] когда пригороды развиваются в тесной связи с главным городом, и по мере смещения внешней границы «главного города» бывшая пригородная зона становится городской окраиной. Именно такой путь проходила пригородная зона С.-Петербурга на протяжении всей истории существования города.

Для самых последних лет характерен рост числа работ, связанных с субурбанизацией в постсоциалистических странах (например, [16]; [17]; [19]), воздействие общественного транспорта на процессы субурбанизации [15], а также другие проблемы развития пригородной зоны.

Российские исследователи рассматривали проблемы субурбанизации в России и мире [1], процессы субурбанизации в разных городах России, главным образом в Москве [9], а также других городах России. Специфическим пост-советским явлением представляется «сезонная субурбанизация» [6], хотя «субурбанизацией» выезд части городского населения в летнее время на дачи, строго говоря, не является, и большая часть «дачных» поселений располагается за пределами пригородной зоны.

Изучаются также проблемы субурбанизации С.-Петербурга [9]. Основные тенденции развития пригородной зоны рассматриваются в большом числе работ, посвящённых исследованиям С.-Петербургской агломерации (см., например: [3]), хотя соотношение понятий «агломерация» и «пригородная зона» является очень интересным и не до конца раскрытым вопросом. Многие территории и города, рассматриваемые в упомянутой статье в качестве части Санкт-Петербургской агломерации, расположены настолько далеко от Санкт-Петербурга, что в состав пригородной зоны включаться не могут. Д.И. Олифир включает в состав Санкт-Петербургской агломерации почти половину территории Ленинградской области от Кингисеппа на западе до Волхова и Киришей на востоке и от границы с Карелией на севере до границы с Новгородской областью на юге [7]. Геодемографические проблемы развития пригородной зоны С.-Петербурга рассматривались авторами данной статьи, которые полагают, что внешняя граница этой зоны ныне проходят примерно в пределах двухчасовой изохроны, или в 60 км от центра города [10].

Особенностью петербургских пригородов является то, что значительная их часть возникла одновременно с появлением самого С.-Петербурга. «Дворцовые» пригороды создавались на главных дорогах, расходящихся от «северной столицы», на расстоянии примерно 30 км от него (расстояние дневного конного перехода). Например, Царское Село было создано на дороге С.-Петербург – Москва, а Петергоф – на дороге С.-Петербург – Нарва [4]. На протяжении более чем трёхсот лет пригороды и город «нарастали» навстречу друг другу. Селитебные, дворцово-парковые, сельскохозяйственные земли, военные объекты, территории при религиозных объектах и промышленных предприятиях чередовались в самых причудливых сочетаниях. Функции одних и тех же территорий со временем менялись. Природные ландшафты, на которых создавались пригородные поселения, трансформировались либо сознательно, либо стихийно. При этом часть преобразованных человеком ландшафтов в пригородах С.-Петербурга со временем в силу разных причин возвращалась либо в «дикое», либо в близкое к нему состояние. Большое и до сих пор недостаточно исследование влияние на

развитие пригородной зоны «северной столицы» оказали события Великой Отечественной войны.

Во второй половине XX века наряду со старыми пригородами стали появляться новые, представляющие собой «города – спутники» в их классическом виде. Процесс формирования «городов – спутников» особенно усилился в конце XX – начале XXI веков, и продолжается по сей день. В результате всего этого петербургские пригороды представляют собой фантастически сложный конгломерат территорий, коренным образом отличающихся друг от друга по состоянию природной среды, истории развития и современному состоянию. При этом в развитии пригородной зоны С.-Петербурга неизбежно прослеживались тенденции, характерные для пригородных зон других крупных городов мира. Можно предположить, что пригородная зона С.-Петербурга – самая сложная в России и странах бывшего Союза ССР по своей планировочной структуре. Но структура эта остаётся очень мало исследованной.

С особенностями планировочной структуры тесно связано и пригородный «образ жизни». Границы пригородной зоны на протяжении XX – начала XXI веков сместились на несколько десятков километров. Большая часть территорий, входивших в состав петербургских пригородов ранее и входящих сейчас, прошла следующий путь: «дачные пригороды» – территория индивидуальной жилой застройки – территория массовой жилой застройки. На каждом этапе формировался свой образ и стиль жизни, который чаще всего исчезал бесследно вместе с переходом к новому этапу. Общим для всех этапов оставалась намного более хаотичная, чем в пределах города, структура застройки.

Пригородные зоны, расположенные между крупными городами и окружающими их природными ландшафтами, соединяют в себе черты тех и других, но в то же время несходны ни с теми, ни с другими. В нашей стране ускоренное развитие пригородов началось с середины XX века – так же, как в Западной Европе и США. Но если в западном мире изучение пригородов сразу же стало самостоятельным направлением социально-экономической географии, то у нас в стране такого рода исследования не велись в советские годы и не ведутся сейчас. Пригороды изучаются в составе агломераций, но этого явно недостаточно хотя бы с той точки зрения, что «природная» составляющая развития пригородной зоны при этом чаще всего совершенно упускается из вида. А она очень важна потому, что если города – центры агломераций формируют «вторую природу», и человек в крупном городе живёт в окружении сугубо урбанистических ландшафтов, то пригороды в природу «вписываются». Именно этим (сочетанием городского образа жизни с природным окружением селитебных территорий) объясняются фантастически быстрые темпы «одноэтажной» субурбанизации в США и Западной Европе. Советский подход к развитию пригородной зоны был противоположен западному. Пригороды создавались как территории многоэтажной застройки, «спальные районы». Кроме этого, в пределах пригородной зоны формировались обширные массивы частных одноэтажных зданий, где образ жизни сходен с сельским, а также территории «официальных» садоводств и «неофициальных» огородов. Сочетание всего этого образует характерный природно-социальный пригородный ландшафт российских и вообще постсоветских городов, совершенно не характерный для других регионов мира.

Для постсоветского времени характерно сочетание «западных» и «советских» тенденции в развитии пригородной зоны. «Западные» тенденции заключаются в создании малоэтажных поселений, значительная часть которых является т.н. «коттеджными посёлками». В этом случае природные ландшафты вокруг, а иногда и внутри, поселений сохраняются и/или приспосабливаются для использования в развлекательных, рекреационных, спортивных и подобных целях (например, строительства гольф-клубов). «Советские» тенденции проявляются в строительство

районов многоэтажной застройки, основной и часто единственной функцией которых является жилая. Проблемам использования природных ландшафтов при этом не уделяется внимания, природные ландшафты внутри таких жилых районов уничтожаются застройкой, вокруг – остаются в том состоянии, в котором они существовали и ранее. Эти территории могут стихийно использоваться в рекреационных целях, но такое стихийное использование лишь способствует их деградации. При этом какой-либо научной базы освоение пригородной зоны не имело и не имеет. Объяснить расположение существующих, строящихся и предполагаемых под застройку территорий часто невозможно.

До настоящего времени процессы пространственного развития пригородной зоны в отечественной географии существенного развития не получили, в отличие от западной географической науки, где изучением пригородов занимаются с середины XX века. Однако полностью перенять западные подходы и механически перенести их на российскую почву невозможно, поскольку тенденции развития и особенности современного состояния пригородных зон российских городов совершенно несходны с аналогичными зонами городов США и Западной Европы.

В большинстве исследований, посвящённых «субурбанизационным» проблемам, рассматривается главным образом экономическая, реже социальная, совсем редко природная составляющая субурбанизации. Пригородный образ жизни, определяемый социальными, природными, экономическими, информационными факторами, широко исследуется в западной социально-экономической географии, но в отечественной географической науке такого рода исследования пока что не слишком распространены.

Существуют многочисленные картографические, статистические, литературные, архивные источники, позволяющие выявить и проанализировать особенности формирования пригородной зоны С.-Петербурга – Ленинграда на протяжении всей истории города, причём значительная часть этих источников либо вообще не вовлечена в научный оборот, либо вовлечена крайне слабо, во всяком случае, в географических исследованиях.

На основе этих материалов можно определить две основных составляющих трансформации пригородной зоны Санкт-Петербурга: юридическую и фактическую. Юридическая составляющая проявляется в изменении административных границ между Ленинградом – Санкт-Петербургом и Ленинградской областью. Эта граница начала формироваться после выделения Ленинграда из состава Ленинградской области в 1931 году. На протяжении всех последующих советских десятилетий вплоть до 1991 года эта граница менялась в пользу Ленинграда – Санкт-Петербурга. Во-первых, увеличивалась территория самого города, во-вторых, происходило увеличение «территорий Ленинградской области, подчинённых Администрации Санкт-Петербурга». Последнее по времени территориальное увеличение территории Ленинграда – присоединение города Красное Село, произошедшее в 1973 году. «Территория Ленинградской области, подчинённая администрации Санкт-Петербурга», в последний раз была увеличена в 1976 году, когда в её состав вошёл город Ломоносов.

С принятием конституции 1993 года возникла необходимость в территориальном разграничении субъектов Федерации, и в середине 90-х годов XX века «территории Ленинградской области, подчинённые администрации Санкт-Петербурга», были официально включены в состав города. В результате этого присоединения границы Санкт-Петербурга приобрели очень сложный характер. На северном берегу Финского залива эта граница проходит примерно в 70 км от центра города, на южном берегу примерно в 45 км. В северном направлении граница города и Ленинградской области проходит примерно в 25 км от центра, в южном направлении примерно в 30 км, в восточном направлении примерно в 10 км [14]. Столь большая разница в расстоянии от

крайних точек городской территории до центра города объясняется особенностями его развития. Город рос вдоль магистральных дорог, связывающих его с другими городами России и зарубежных стран. Дополнительным фактором являлись общественно-географические особенности территории – вдоль северного берега Финского залива располагаются рекреационные районы Санкт-Петербурга, на юге и юго-западе располагаются «города-музеи» Петергоф, Пушкин и Павловск, а также промышленный город Колпино. Территория к северу и северо-востоку от города до самых последних лет характеризовалась высоким уровнем «милитаризованности», здесь находилось большое количество гарнизонов, ныне исчезнувших. К востоку от Санкт-Петербурга до 80-х годов XX века не было магистральных дорог, а основным направлением экономической деятельности было сельское хозяйство. Именно поэтому в этом направлении граница города проходит ближе всего к центру, а примыкающие к ней районы Ленинградской области в последние годы застраиваются очень быстрыми темпами.

Фактическая составляющая развития пригородной зоны заключается в трансформации системы расселения в её пределах, определяемой не административными границами, а транспортной доступностью. Традиционно внешней границей пригородной зоны считается изохрона двухчасовой транспортной доступности от центра города. Кроме внешней границы, отделяющей пригородную зону от территории с преобладанием сельского населения, очевидно требуется выделять внутреннюю границу, отделяющую пригородную зону от самого города. Можно утверждать, что в условиях Санкт-Петербурга внутренняя граница соответствует изохроне сорокаминутной транспортной доступности. Расстояние, которой можно преодолеть за сорок минут и два часа соответственно, определяется преобладающим видом общественного транспорта. При этом расположение центра города в С.-Петербурге на протяжении более чем столетия не менялось, это Казанская площадь (Невский проспект у Казанского собора).

В начале XX века главным видом общественного транспорта в Санкт-Петербурге была конка. Средняя скорость движения конки составляла 8 км/ч. Соответственно внутренняя граница пригородной зоны проходила примерно в 5 км, внешняя граница примерно в 16 км от центра города. «Дачными пригородами» были, например, окрестности Суздальских озёр на севере современного Санкт-Петербурга, расстояние до которых составляет от 14 до 16 км. Тогдашние нравы этих мест хорошо отражены в известном стихотворении А.А. Блока «Незнакомка».

В 30-х – 50-х годах XX века главным видом городского общественного транспорта становится трамвай. Средняя скорость движения трамвая составляет около 15 км/ч. Внутренняя граница пригородной зоны в это время проходит примерно в 10 км, заканчивается примерно в 23 км от центра города. В это время бывшие «дачные пригороды» превращаются в районы индивидуального строительства, застраиваясь либо частными домами, либо малоэтажными зданиями, которые строились заводами и фабриками Ленинграда для своих рабочих.

В 70-е годы – первой половине 80-х годов главным видом городского общественного транспорта становится автобус. Средняя скорость движения автобуса – примерно 25 км/ч. Внутренняя граница пригородной зоны проходит на расстоянии около 16 км от центра города, занимая место внешней границы начала XX века. Внешняя граница проходит на расстоянии примерно в 38 км от центра города. Территории, с которых отошла внутренняя граница пригородной зоны, становятся районами массовой жилой застройки, в процессе которой исчезают «дачные районы» дореволюционного времени и районы индивидуальной застройки.

Начиная с середины 80-х годов, главным видом городского пассажирского транспорта становится метрополитен. Средняя скорость движения поездов метро –

около 40 км/ч. В первые десятилетия XXI века растёт значение индивидуального автотранспорта, средняя скорость движения которого в режиме «город – пригород» является примерно такой же. Соответственно внутренняя граница пригородной зоны отходит примерно на 25-27 км от центра, внешняя – около 60 км, но расстояние сильно зависит от направления (собственно, как и на более ранних этапах развития города). Всё, что ближе 25-27 км от центра С.-Петербурга, фактически представляет собой часть города, всё, что дальше 60 км, живёт уже собственной жизнью, которая может быть связана с С.-Петербургом, но не определяется им. Авторы полагают, что на расстоянии примерно 60 км от центра С.-Петербурга проходит не только внешняя граница пригородной зоны, но и внешняя граница Санкт-Петербургской агломерации. Это очень хорошо заметно в смене природных ландшафтов. Например, при движении на юг от Санкт-Петербурга по Киевскому шоссе примерно до Гатчины (45 км от центра Санкт-Петербурга) ландшафты напоминают степные, древесная растительность полностью искусственная. К югу от Гатчины сплошной стеной встаёт лес, видовой состав которого соответствует подзоне южной тайги, и безлесные пространства примерно на триста километров к югу встречаются только в населённых пунктах и речных долинах.

Пространственные особенности развития пригородной зоны Санкт-Петербурга хорошо объясняются с позиций концепции «коммуникационной среды» [5], предложенной одним из авторов данной статьи в 2000 году и поддерживаемой, в частности, экономистом П.В. Дружининым [2; 11]. Разбирать теоретические основы этой концепции в рамках этой статьи вряд ли имеет смысл, важно скорее то, какие дальнейшие изменения пространственной структуры пригородной зоны С.-Петербурга можно прогнозировать с её помощью. Эти изменения в целом сводятся к тому, что нынешняя пригородная зона, расположенная между изохронами сорокаминутной и двухчасовой транспортной доступности в пределах прогнозируемого будущего станет одной из самых динамичных в демографическом, экономическом, социальном отношении частей территории не только Санкт-Петербурга и Ленинградской области, но и в целом Северо-Запада, а возможно, и России. Современная численность населения этой территории составляет примерно 1.7 млн. чел., что превышает численность населения большинства субъектов Российской Федерации, и очень быстро растёт. При этом природная среда в пределах этой территории будет меняться очень быстро. Для понимания процессов, происходящих в пределах пригородной зоны сейчас, требуется одновременное изучение как общественных, так и природных процессов.

## Список литературы

1. Гарнага А.Ф., Охотникова Ю.В., Громенко И.В, Тюкавкина И.Л., Савкова Н.В. Процессы субурбанизации в России и мире: причины и особенности // Социология. – 2020. – № 6. – С. 84-87.

2. Дружинин П.В. Особенности расселения населения в России и Финляндии: влияние географических факторов и университетов // Регион: экономика и социология. – 2020. – № 3 (107). – С. 165-189.

3. Лачининский С. С., Сорокин И. С. Пространственная структура и особенности развития поселений Санкт-Петербургской агломерации // Балтийский регион. – 2021. – Т. 13. – № 1. – С. 48-69.

4. Манаков А.Г., Мартынов В.Л., Дементьев В.С. Историческая география Северо-Запада: население и пути сообщения. Псков: изд-во Псковского государственного университета. 2017. – 303 с.

5. Мартынов В.Л. Коммуникационная среда и региональное развитие России. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. – 160 с.

6. Махрова А.Г. Сезонная субурбанизация в регионах России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2015

7. Олифир Д.И. Роль методологии пространственной организации городов Санкт-Петербургской агломерации в региональном развитии // Региональная экономика: теория и практика. – 2021. – Т. 19. – № 5. – С. 925 – 942.

8. Репкин А.И., Митягин С.А. Удовлетворение потребности в жилье: современная субурбанизация Санкт-Петербурга // Экономика и экологический менеджмент. – 2019. – № 1. – С. 68-76.

9. Русанов А.В. Субурбанизация и жилищное строительство в Московской области // Народонаселение. – 2017. – №2 (76). – С. 103-111.

10. Degusarova V.S., Martynov V.L. and Sazonova I.E. Geodemography of the Saint Petersburg Suburbs // Baltic region. – 2018. – 10(3). – P. 19-40.

11. Druzhinin P. The population of the European North: concentration in the capital of the regions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Saint-Petersburg, 2020. – P. 012082

12. Heinrichs D., Lukas M. and Nuissl H. Privatization of the Fringes – A Latin American Version of Post-suburbia? The Case of Santiago de Chile. 2011 // International perspectives on suburbanization: a post-suburban world? /edited by Nicholas A. Phelps, Fulong Wu. 2011

13. International perspectives on suburbanization: a post-suburban world? /edited by Nicholas A. Phelps, Fulong Wu. 2011

14. Kryukova O.V., Martynov V.L., Sazonova I.Y. and Polyakova S.D. Main spatial problems of St. Petersburg // European Journal of Geography. – 2016. – 7(2). – P. 85-95.

15. Liu C; Bardaka, E. The suburbanization of poverty and changes in access to public transportation in the Triangle Region, NC // Journal of transport geography. Jan 2021. Vol. 90

16. Loksova T., Batista LG. Postsocialist suburban governmentality: A shift from reactive to proactive discourse in the case of Brno, Czech Republic // Cities. V. 110.

17. Pucherova Z., Misovicova R., Bugar G., Grezo H. Changes in Landscape Structure in the Municipalities of the Nitra District (Slovak Republic) Due to Expanding Suburbanization // Sustainability. – 2012. – V. 13 – No 2.

18. Roitman S., Phelps N. A. From Country Club to Edge City? Gated Residential Communities and the Transformation of Pilar, Argentina. 2011 // International perspectives on suburbanization: a post-suburban world? /edited by Nicholas A. Phelps, Fulong Wu. 2011

19. Szmytkie R. The impact of residential suburbanization on changes in the morphology of villages in the suburban area of Wroclaw, Poland // Enviromental & socio-economic studies. Dec 2020. – V. 8. – No 4.

УДК 631.4

# АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМАХ ПОД ЛЕСОПОЛОСАМИ И НА ОКРУЖАЮЩИХ ПАШНЯХ

**Чендев Ю.Г. [1], Геннадиев А.Н.,[2] Заздравных Е.А.[1]**

*[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия*

*[2]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

*Email: Chendev@bsu.edu.ru*

В настоящее время складываются предпосылки к возрождению интереса к агролесомелиорации в нашей стране после затяжного спада, обусловленного сменой государственности (Ерусалимский. Рыжков, 2017). Этот интерес продиктован пониманием важной многофункциональной роли лесополос в улучшении экологического состояния почв и агроландшафтов, переводе атмосферного углерода в ресурсы растительности и органического вещества почв, повышении урожайности сельскохозяйственных культур (Агролесомелиорация…, 1991; Кретинин, 1992; Чендев и др., 2015; Hernandez-Ramirez et al., 2011; и др.). Одной из важных составляющих развития агролесомелиорации выступает продолжение фундаментальных и прикладных научных исследований, направленных на анализ и обоснование влияния лесополос на широкий комплекс почвенных свойств, включающий гумусное состояние почв (Рухович и др., 2014; Чевердин и др., 2014; Chendev et al., 2015; и др.).

Целью нашей работы является сравнительный анализ влияния многорядных полезащитных лесополос лесостепи на качественный состав гумуса черноземов.

Изучаемая территория находится на юге Среднерусской возвышенности и в административном отношении соответствует Белгородской области. Были изучены почвы агролесомелиоративных ландшафтов на трех ключевых участках, соответствующих разным климатическим условиям лесостепи центра Восточно-Европейской равнины: на участке наиболее влажной (северной) лесостепи с гидротермическим коэффициентом (ГТК), равном 1.24; на участке типичной лесостепи с ГТК, равном 1.10, и на самом юге лесостепи рядом с границей со степью (ГТК=1.03) (рис. 1).

Все изучаемые участки расположены на ровных водораздельных поверхностях с большими глубинами залегания грунтовых вод. Почвообразующими породами на участках Бондарев и Терновка являются карбонатные лессовидные тяжелые суглинки, а на участке Приветный – карбонатные лессовидные легкие глины. На всех участках развиты черноземы с мощностью гумусированной части профиля (А1+А1В) 70-80 см. Преобладающими компонентами в структуре почвенного покрова пашен на участках Бондарев и Приветный выступают черноземы типичные, а на участке Терновка, наряду с черноземами типичными, также встречаются черноземы выщелоченные. Под лесополосами в почвах отмечается понижение линии вскипания, что привело к формированию здесь черноземов выщелоченных. Ширина всех лесополос 30 метров; количество рядов деревьев в лесополосах – от 5 до 8; лесополосы ориентированы с юга на север; возраст лесополос – 50-65 лет. Древостой лесополос представлен типичными для лесов лесостепи породами: на участке Бондарев – это ясень и вяз, на участке Терновка – дуб, а на участке Приветный – ясень, клен, вяз. На полях, окружающих лесополосы, в условиях богарного земледелия проводится традиционное выращивание пропашных и зерновых сельскохозяйственных культур.

Почвы под лесополосами и на разном удалении от них изучались в глубоких разрезах – в центре лесополос, в 10, 30 и 60 метрах с разных сторон от лесополос на пашнях. Почвенные пробы для анализа качественного состава гумуса отбирались

послойно через каждые 20 см до глубины 1 метра. На основании сравнительного анализа почвенных свойств делались выводы о пространственных трендах изменения признаков почв в зонах влияния лесополос.

Для решения поставленной цели в лабораторных условиях определялись такие почвенные характеристики как плотность сложения (пробы отбирались с помощью режущего кольца), содержание общего углерода по методу Тюрина (ГОСТ 26213–91), а также определение группового состава гумуса по ускоренной методике Кононовой-Бельчиковой (Пономарева, Плотникова, 1980).

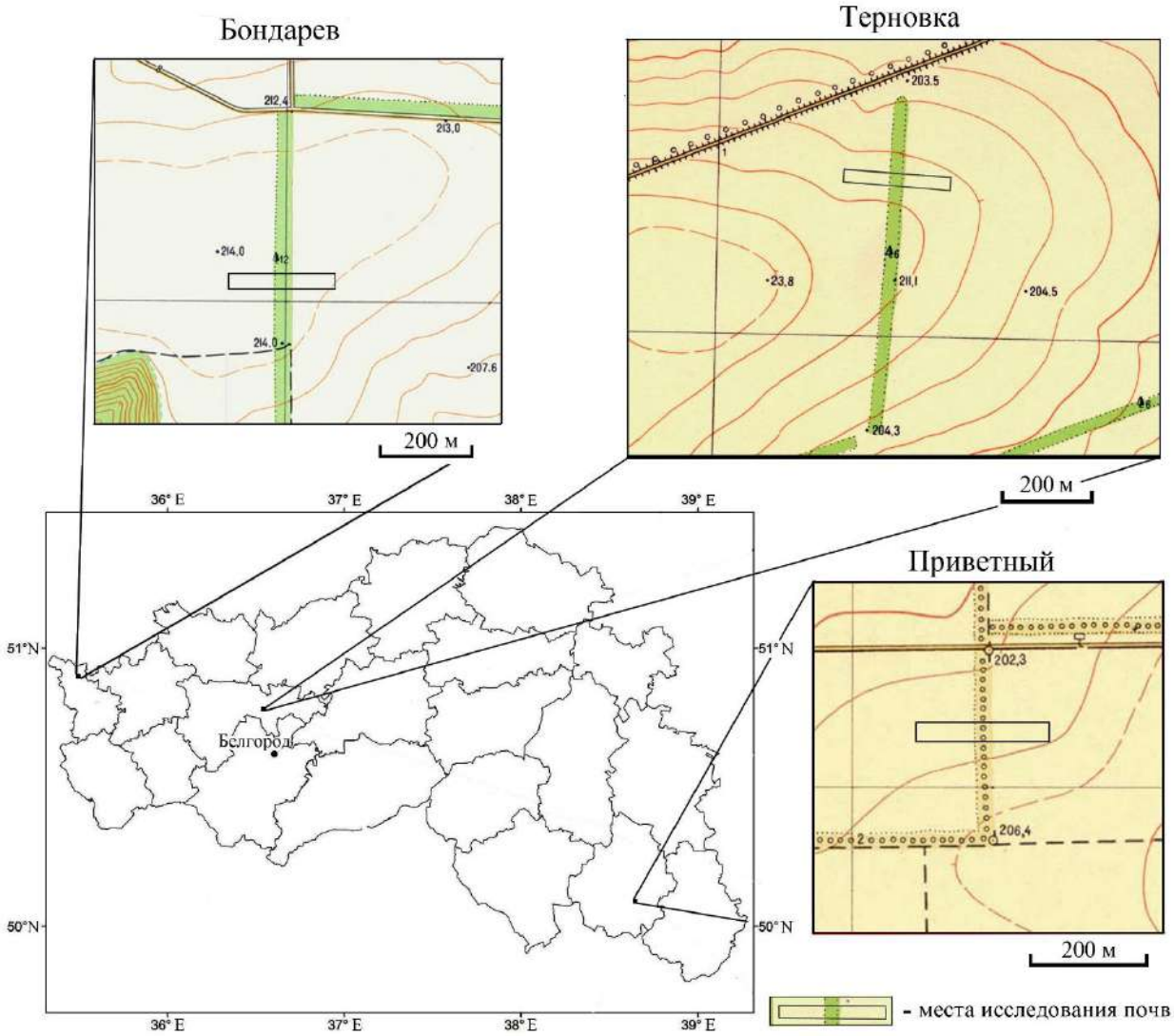



*Рис. 1.* Схема местоположения ключевых участков исследований.

Результаты лабораторного анализа группового состава гумуса почв представлены в табл. 1, а пространственное изменение отношения Сгк:Сфк, выполненное изолинейным способом, отражено на рис. 2.

При сравнении особенностей радиального и латерального распределения отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот на трех изучаемых участках выявляются черты сходства и отличия. Общей, установленной для трех участков, закономерностью является трансформация вертикального распределения показателя под пологом лесополос по сравнению с открытыми участками пахотных полей.

*Таблица 1.*

**Результаты лабораторных анализов группового состава гумуса в почвах ключевых участков**

| Глубина, см | С общ, % | С гк, % | С фк, % | С гумина, % | Сгк/Сфк |
|---|---|---|---|---|---|
| **Участок Бондарев** | | | | | |
| ЗАПАД-60 м | | | | | |
| 0-20 | 2.74 | 0.77 | 0.46 | 1.52 | 1.68 |
| 20-40 | 2.71 | 0.67 | 0.41 | 1.63 | 1.65 |
| 40-60 | 1.87 | 0.53 | 0.41 | 0.93 | 1.29 |
| 60-80 | 1.48 | 0.35 | 0.32 | 0.81 | 1.09 |
| 80-100 | 1.26 | 0.18 | 0.33 | 0.76 | 0.53 |
| ЗАПАД-30 м | | | | | |
| 0-20 | 3.02 | 0.73 | 0.47 | 1.82 | 1.57 |
| 20-40 | 2.51 | 0.67 | 0.48 | 1.36 | 1.40 |
| 40-60 | 1.54 | 0.54 | 0.40 | 0.60 | 1.36 |
| 60-80 | 1.39 | 0.36 | 0.36 | 0.67 | 1.00 |
| 80-100 | 1.03 | 0.18 | 0.26 | 0.60 | 0.69 |
| ЗАПАД-10 м | | | | | |
| 0-20 | 2.89 | 0.77 | 0.50 | 1.62 | 1.52 |
| 20-40 | 2.71 | 0.67 | 0.46 | 1.58 | 1.47 |
| 40-60 | 1.99 | 0.47 | 0.42 | 1.10 | 1.11 |
| 60-80 | 1.75 | 0.35 | 0.35 | 1.05 | 1.02 |
| 80-100 | 1.26 | 0.23 | 0.27 | 0.76 | 0.87 |
| ЛЕСОПОЛОСА | | | | | |
| 0-20 | 3.92 | 0.91 | 0.60 | 2.40 | 1.49 |
| 20-40 | 2.85 | 0.72 | 0.43 | 1.69 | 1.67 |
| 40-60 | 2.16 | 0.57 | 0.51 | 1.08 | 1.12 |
| 60-80 | 1.81 | 0.43 | 0.44 | 0.95 | 0.97 |
| 80-100 | 1.40 | 0.26 | 0.32 | 0.88 | 0.80 |
| ВОСТОК-10 м | | | | | |
| 0-20 | 2.63 | 0.77 | 0.41 | 1.45 | 1.88 |
| 20-40 | 2.38 | 0.67 | 0.46 | 1.25 | 1.47 |
| 40-60 | 1.60 | 0.48 | 0.43 | 0.69 | 1.11 |
| 60-80 | 1.39 | 0.48 | 0.55 | 0.36 | 0.87 |
| 80-100 | 0.94 | 0.29 | 0.34 | 0.32 | 0.84 |
| ВОСТОК-30 м | | | | | |
| 0-20 | 2.53 | 0.77 | 0.43 | 1.33 | 1.78 |
| 20-40 | 2.74 | 0.77 | 0.50 | 1.47 | 1.52 |
| 40-60 | 1.81 | 0.54 | 0.59 | 0.68 | 0.92 |
| 60-80 | 1.63 | 0.30 | 0.44 | 0.89 | 0.68 |
| 80-100 | 1.26 | 0.17 | 0.31 | 0.78 | 0.55 |
| ВОСТОК-60 м | | | | | |
| 0-20 | 2.87 | 0.86 | 0.48 | 1.53 | 1.80 |
| 20-40 | 2.81 | 0.67 | 0.50 | 1.63 | 1.33 |
| 40-60 | 1.99 | 0.60 | 0.62 | 0.77 | 0.96 |
| 60-80 | 1.72 | 0.36 | 0.41 | 0.95 | 0.88 |
| 80-100 | 1.33 | 0.23 | 0.28 | 0.83 | 0.83 |

*Таблица 1. (Продолжение)*

| Глубина, см | С общ, % | С гк, % | С фк, % | С гумина, % | Сгк/Сфк |
|---|---|---|---|---|---|
| **Участок Терновка** | | | | | |
| ЗАПАД-60 м | | | | | |
| 0-20 | 2.67 | 0.97 | 0.40 | 1.30 | 2.44 |
| 20-40 | 2.38 | 0.96 | 0.41 | 1.01 | 2.33 |
| 40-60 | 1.57 | 0.60 | 0.54 | 0.44 | 1.11 |
| 60-80 | 1.21 | 0.41 | 0.51 | 0.29 | 0.81 |
| 80-100 | 0.60 | 0.15 | 0.23 | 0.23 | 0.64 |
| ЗАПАД-30 м | | | | | |
| 0-20 | 2.56 | 0.86 | 0.36 | 1.34 | 2.41 |
| 20-40 | 2.44 | 0.86 | 0.36 | 1.21 | 2.38 |
| 40-60 | 2.23 | 0.86 | 0.41 | 0.96 | 2.11 |
| 60-80 | 1.53 | 0.57 | 0.61 | 0.35 | 0.95 |
| 80-100 | 1.07 | 0.29 | 0.41 | 0.38 | 0.71 |
| ЗАПАД-10 м | | | | | |
| 0-20 | 2.39 | 0.86 | 0.36 | 1.16 | 2.38 |
| 20-40 | 2.19 | 0.77 | 0.33 | 1.09 | 2.29 |
| 40-60 | 1.49 | 0.57 | 0.46 | 0.46 | 1.24 |
| 60-80 | 0.98 | 0.35 | 0.39 | 0.25 | 0.89 |
| 80-100 | 0.75 | 0.19 | 0.25 | 0.31 | 0.78 |
| ЛЕСОПОЛОСА | | | | | |
| 0-20 | 3.58 | 0.82 | 0.40 | 2.36 | 2.06 |
| 20-40 | 2.25 | 0.77 | 0.33 | 1.15 | 2.31 |
| 40-60 | 1.82 | 0.72 | 0.36 | 0.74 | 2.05 |
| 60-80 | 1.34 | 0.53 | 0.40 | 0.42 | 1.32 |
| 80-100 | 1.05 | 0.34 | 0.39 | 0.32 | 0.86 |
| ВОСТОК-10 м | | | | | |
| 0-20 | 2.62 | 0.86 | 0.37 | 1.38 | 2.31 |
| 20-40 | 2.28 | 0.67 | 0.32 | 1.29 | 2.12 |
| 40-60 | 1.78 | 0.58 | 0.33 | 0.88 | 1.75 |
| 60-80 | 1.46 | 0.48 | 0.58 | 0.40 | 0.83 |
| 80-100 | 0.80 | 0.19 | 0.34 | 0.28 | 0.56 |
| ВОСТОК-30 м | | | | | |
| 0-20 | 2.66 | 0.86 | 0.34 | 1.45 | 2.51 |
| 20-40 | 2.23 | 0.77 | 0.32 | 1.15 | 2.44 |
| 40-60 | 1.81 | 0.67 | 0.41 | 0.73 | 1.63 |
| 60-80 | 1.37 | 0.48 | 0.53 | 0.36 | 0.91 |
| 80-100 | 1.03 | 0.19 | 0.29 | 0.55 | 0.67 |
| ВОСТОК-60 м | | | | | |
| 0-20 | 2.66 | 0.96 | 0.39 | 1.31 | 2.45 |
| 20-40 | 2.38 | 0.86 | 0.37 | 1.15 | 2.34 |
| 40-60 | 1.73 | 0.86 | 0.46 | 0.41 | 1.90 |
| 60-80 | 1.10 | 0.38 | 0.40 | 0.32 | 0.94 |
| 80-100 | 1.04 | 0.19 | 0.28 | 0.57 | 0.69 |

*Таблица 1. (Продолжение)*

| Глубина, см | С общ, % | С гк, % | С фк, % | С гумина, % | Сгк/Сфк |
|---|---|---|---|---|---|
| **Участок Приветный** | | | | | |
| ЗАПАД-60 м | | | | | |
| 0-20 | 3.54 | 0.96 | 0.53 | 2.05 | 1.82 |
| 20-40 | 3.05 | 0.77 | 0.55 | 1.73 | 1.39 |
| 40-60 | 2.14 | 0.47 | 0.40 | 1.28 | 1.18 |
| 60-80 | 1.26 | 0.14 | 0.24 | 0.89 | 0.60 |
| 80-100 | 0.96 | 0.10 | 0.17 | 0.70 | 0.57 |
| ЗАПАД-30 м | | | | | |
| 0-20 | 3.68 | 0.99 | 0.52 | 2.17 | 1.92 |
| 20-40 | 3.00 | 0.67 | 0.53 | 1.80 | 1.27 |
| 40-60 | 2.32 | 0.48 | 0.41 | 1.43 | 1.18 |
| 60-80 | 1.60 | 0.24 | 0.26 | 1.10 | 0.91 |
| 80-100 | 1.11 | 0.10 | 0.14 | 0.87 | 0.67 |
| ЗАПАД-10 м | | | | | |
| 0-20 | 3.77 | 0.96 | 0.54 | 2.27 | 1.79 |
| 20-40 | 3.18 | 0.86 | 0.58 | 1.74 | 1.50 |
| 40-60 | 2.45 | 0.38 | 0.53 | 1.54 | 0.73 |
| 60-80 | 1.96 | 0.25 | 0.33 | 1.38 | 0.77 |
| 80-100 | 1.42 | 0.14 | 0.22 | 1.06 | 0.67 |
| ЛЕСОПОЛОСА | | | | | |
| 0-20 | 4.26 | 1.20 | 0.72 | 2.34 | 1.67 |
| 20-40 | 3.86 | 1.16 | 0.58 | 2.13 | 2.02 |
| 40-60 | 2.89 | 0.58 | 0.63 | 1.59 | 1.15 |
| 60-80 | 2.37 | 0.63 | 0.64 | 1.11 | 0.98 |
| 80-100 | 1.68 | 0.55 | 0.37 | 1.07 | 0.65 |
| ВОСТОК-10 м | | | | | |
| 0-20 | 3.91 | 1.06 | 0.58 | 2.28 | 1.83 |
| 20-40 | 3.46 | 0.77 | 0.48 | 2.21 | 1.60 |
| 40-60 | 2.69 | 0.48 | 0.43 | 1.78 | 1.11 |
| 60-80 | 2.17 | 0.34 | 0.41 | 1.43 | 0.82 |
| 80-100 | 1.60 | 0.14 | 0.26 | 1.19 | 0.55 |
| ВОСТОК-30 м | | | | | |
| 0-20 | 3.64 | 0.86 | 0.62 | 2.15 | 1.38 |
| 20-40 | 3.26 | 0.71 | 0.56 | 1.99 | 1.26 |
| 40-60 | 2.53 | 0.47 | 0.46 | 1.59 | 1.02 |
| 60-80 | 2.26 | 0.36 | 0.41 | 1.49 | 0.89 |
| 80-100 | 1.39 | 0.20 | 0.25 | 0.93 | 0.80 |
| ВОСТОК-60 м | | | | | |
| 0-20 | 3.64 | 1.06 | 0.55 | 2.03 | 1.91 |
| 20-40 | 3.35 | 0.67 | 0.48 | 2.20 | 1.40 |
| 40-60 | 2.66 | 0.58 | 0.46 | 1.63 | 1.26 |
| 60-80 | 2.26 | 0.38 | 0.43 | 1.44 | 0.89 |
| 80-100 | 1.74 | 0.19 | 0.31 | 1.24 | 0.62 |

Примечание к таблице 1: на каждом участке показатели почв лесополос являются усредненными характеристиками парных почвенных профилей, а на пашнях представлены единичными разрезами.

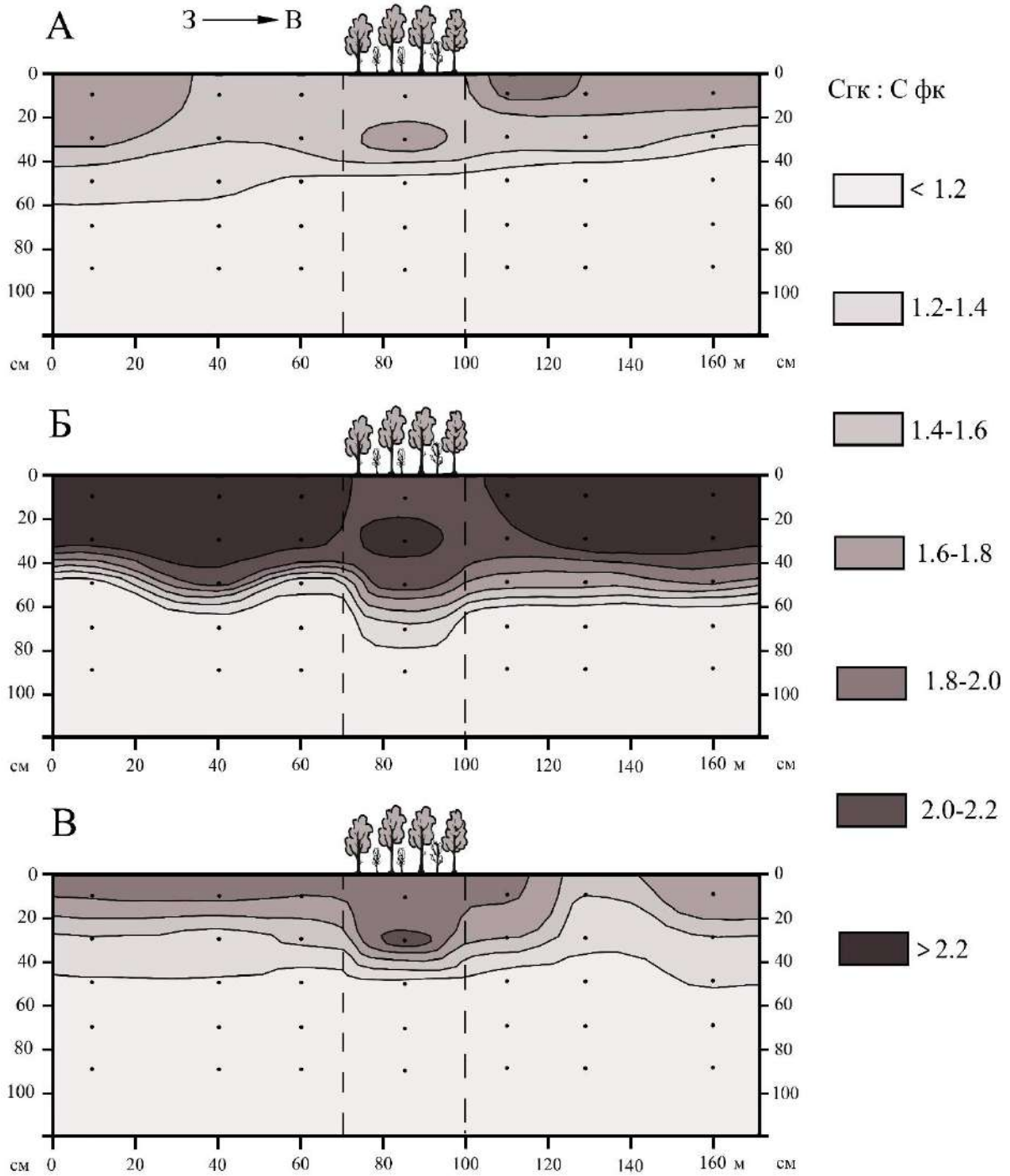



*Рис. 2.* Пространственное распределение отношения Сгк:Сфк в почвах ключевых участков: А – Бондарев, Б – Терновка, В – Приветный.

В почвах под лесополосами гумус верхних слоев обогащается фульвокислотами, а в нижележащих слоях (20-40 см, а на участке Терновка – до 60-80 см) становится более гуматным по сравнению с почвами прилегающих пашен. Специфичность радиального и латерального распределения изучаемого признака в почвах, по-видимому, определяется своеобразием климатических условий в различных частях лесостепной зоны (рис. 2, табл. 2). Так, в наиболее влажной части лесостепи (рис. 2 А) выявляется общая картина снижения гуматности органического вещества в черноземах по сравнению с более южными вариантами (рис. 2 Б, В). Оптимальные условия для гуматного гумуса

складываются в типичной лесостепи, на участке Терновка (рис. 2 Б). На крайнем юге лесостепи гуматность органического вещества черноземов снова снижается (рис. 2 В).

*Таблица 2.*

**Профильное распределение отношения Сгк:Сфк в изученных черноземах под лесополосами и на пашнях в разных климатических условиях Центральной лесостепи Восточной Европы (усредненные характеристики почвенных разрезов на каждом участке)**

| Глубина, см | Лесополосы | Близлежащие пашни |
|---|---|---|
| Влажная лесостепь, ГТК=1.24 | | |
| 0-20 | 1.49 | 1.71 |
| 20-40 | 1.67 | 1.47 |
| 40-60 | 1.12 | 1.13 |
| 60-80 | 0.97 | 0.92 |
| 80-100 | 0.80 | 0.72 |
| Типичная лесостепь, ГТК=1.10 | | |
| 0-20 | 2.06 | 2.42 |
| 20-40 | 2.31 | 2.32 |
| 40-60 | 2.05 | 1.62 |
| 60-80 | 1.32 | 0.89 |
| 80-100 | 0.86 | 0.68 |
| Южная лесостепь, ГТК=1.03 | | |
| 0-20 | 1.67 | 1.78 |
| 20-40 | 2.02 | 1.40 |
| 40-60 | 1.15 | 1.08 |
| 60-80 | 0.98 | 0.81 |
| 80-100 | 0.65 | 0.65 |

Ранее отмечалась максимальная гуматность черноземов по отношению к более северным и южным зональным типам почв – серым лесным и каштановым почвам (Геннадиев, Глазовская, 2005). По данным Д.С. Орлова и др. (1996), максимальное отношение Сгк:Сфк наблюдается в черноземах обыкновенных, а к северу (в черноземах типичных и выщелоченных) и к югу (в черноземах южных и каштановых почвах) оно убывает. В нашем случае анализировались идентичные подтипы черноземов типичных на пашнях и черноземов выщелоченных под лесополосами, но в разных климатических условиях лесостепной зоны. Учитывая, что целенаправленных исследований распределения Сгк:Сфк в пространстве черноземов лесостепи Среднерусской возвышенности пока не проводилось, полученные нами результаты о максимальной гуматности органического вещества черноземов типичной лесостепи и о снижении этого показателя к северу и югу лесостепной зоны требуют дополнительной проверки.

Изменение характера профильного распределения Сгк:Сфк в почвах под лесополосами следует объяснять с позиций смен почвенных климатических режимов и характера растительности – с условно луговой на сельскохозяйственных полях на широколиственно-лесную. Согласно общепринятым представлениям, для почв широколиственных лесов на территории Европейской России «...характерно передвижение в нижние горизонты почвы неполноусредненных гуматов кальция… Усреднение перемещающихся гуматов кальция часто начинается уже в нижней части

горизонта А (гор. А1А2), где образуется первый подгоризонт вмывания гумуса» (Рубилин и др., 1964, с. 63).

На рис. 3. представлены усредненные по всем участкам профили вертикального распределения отношения Сгк:Сфк в почвах пашен и рядом расположенных лесополос, а также профиль распределения указанного показателя в темно-серой лесной почве. Сравнительный анализ указанных распределений однозначно свидетельствует в пользу направленного изменения свойств черноземов, оказавшихся под лесом, в сторону типа серых лесных почв.

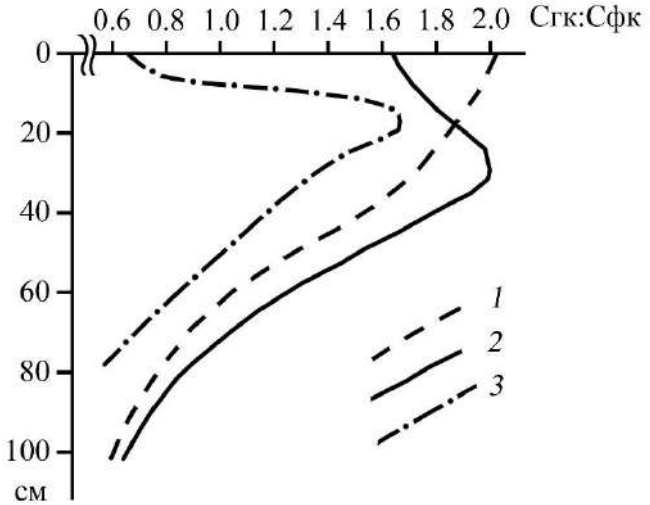



*Рис. 3.* Распределение отношения Сгк:Сфк в профилях изученных черноземов на пашнях (обозначение 1 – среднее из 18 разрезов), под лесополосами (обозначение 2 – среднее из 6 разрезов) и в профиле темно-серой лесной почвы (обозначение 3, (центральная провинция восточноевропейской лесостепи, по данным из работы (Рубилин и др., 1964)).

## Выводы

Среднемощные лугово-степные черноземы лесостепи в течение 50-65 лет пребывания под полезащитными лесополосами заметно изменили качественный состав гумуса: в слое 0-20 см гумус стал более фульватным, а в глубоколежащих слоях – более гуматным по сравнению с черноземами рядом расположенных пашен. В черноземах под лесополосами сформировался иллювиальный максимум содержания гуминовых кислот в слое 20-40 см, что сближает эти черноземы с серыми лесными почвами, формирующимися под широколиственными лесами.

Максимальная гуматность органического вещества черноземов на пашнях и под лесополосами выявлена на территории типичной лесостепи. К северу и к югу в лесостепной зоне гуматность органического вещества черноземов снижается.

*Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда, проект № 19-17-00056.*

## Список литературы

1. Агролесомелиорация и плодородие почв. Под ред. Е.С. Павловского. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.
2. Геннадиев А.Н., Глазовская М.А. География почв с основами почвоведения. – М.: Высшая школа, 2005. – 461 с.

3. Ерусалимский В.И., Рожков В.А. Многофункциональная роль защитных лесных насаждений // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2017. – № 88. – С. 121-137.

4. Кретинин В.М. Мониторинг плодородия почв лесоаграрных ландшафтов лесостепной зоны // Докл. ВАСХНИЛ. – №3. – 1992. – С. 16-20.

5. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. – М.: Наука, 1996. – 258 с.

6. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.

7. Рубилин Е.В., Вернандер Н.Б., Парфенова Е.И., Суслова Е.В., Троицкий А.И. Серые лесные почвы Европейской части СССР // Генезис, классификация и картография почв СССР (доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов). (Отдельный оттиск). – М.: Наука, 1964. – С. 58-73.

8. Рухович Д.И., Симакова М.С., Куляница А.Л., Брызжев А.В., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. Влияние лесополос на фрагментацию овражно-балочной сети и образование мочаров // Почвоведение. – 2014. – № 11. – С. 1293-1307.

9. Чевердин Ю.И., Вавин В.С., Ахтямов А.Г., Воронин Д.А. Роль лесных насаждений в изменении свойств черноземов // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С. 11-14.

10. Чендев Ю.Г., Соэр Т.Д., Геннадиев А.Н., Новых Л.Л., Петин А.Н., Петина В.И., Заздравных Е.А., Буррас С.Л. Накопление органического углерода в черноземах (Моллисолях) под полезащитными лесными насаждениями в России и США // Почвоведение. – 2015. – № 1. – С. 49-60.

11. Chendev Yu.G., Sauer T.J., Ramirez G.H., and Burras C.L. History of East European Chernozem Soil Degradation; Protection and Restoration by Tree Windbreaks in the Russian Steppe // Sustainability. – 2015. – 7(1). – Pp. 705-724.

12. Hernandez-Ramirez G., Sauer T.J., Cambardella C., Brandle J.R., James D.E. Carbon sources and dynamics in afforested and cultivated Corn Belt soils // Soil Sci. Soc. Am. J. – 2011. – Vol. 75. – Pp. 216–225.

УДК 574:502

## МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОНИТОРИНГА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

**Экзарьян В.Н.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)», Москва, Россия.*

*Email: vnekzar@rambler.ru*

Под **мониторингом** окружающей природной среды принято понимать систему контроля наблюдений, оценки и прогноза изменений природной среды, вызванных хозяйственной деятельностью человека, осуществляемую в пространстве и времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой. Мониторинг окружающей среды также является обеспечивающей частью системы управления природной средой (1).

В соответствии с принятой методологией создание любой системы мониторинга осуществляется постадийно.

***На первой стадии*** необходимо зафиксировать объекты мониторинга и определить их границы. Объектами мониторинга могут быть экологические системы, природно-техногенные процессы, природно-технические системы, территории, ресурсы и т.д. Таким образом, разрабатываемые мониторинги всегда являются целевыми. Определение границ проектируемых мониторингов окружающей среды осуществляется «индивидуально» исходя из поставленных целей и задач, особенностях функционирования изучаемых объектов, а также с учетом регионально-геологических и зонально-климатических условий территории и степени интенсивности техногенного воздействия.

***На второй стадии*** создания мониторинга необходимо определить функции разрабатываемой системы и методы (способы) их реализации. Из принятой трактовки мониторинга окружающей среды вытекают следующие основные его функции:

1) Наблюдения и контроль за изменениями состояния природной среды.
2) Оценка состояния природной среды, базирующаяся на данных наблюдений и экологических нормативах.
3) Прогноз изменения состояния природной среды и отдельных экологических систем.
4) Управление природной средой.
5) Контроль эффективности управляющих решений.

Взаимосвязь основных функций мониторинга окружающей среды показана на рис. 1.

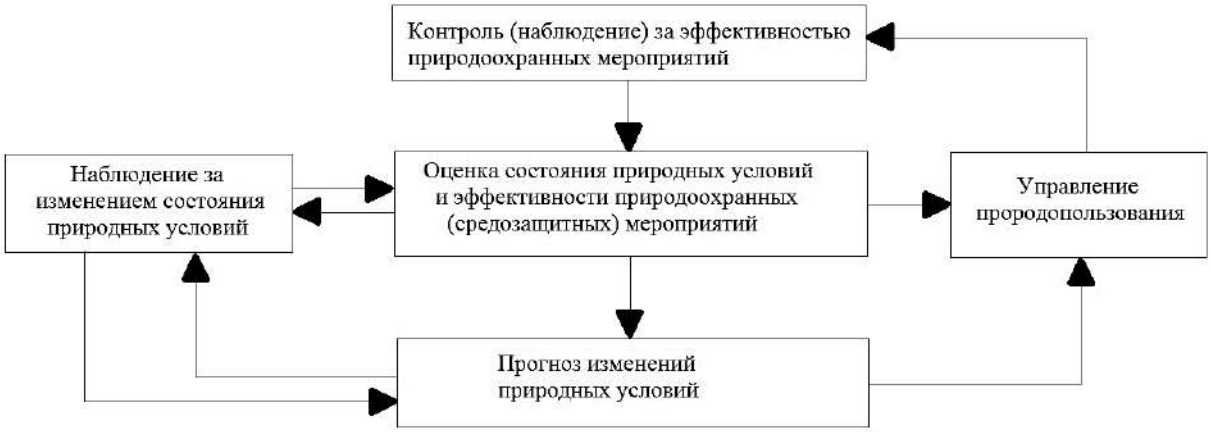



*Рис.1.* Схема взаимодействия основных функций мониторинга.

<u>Система натурных наблюдений</u> организуется для получения информации о современном состоянии объектов мониторинга и компонентов природной среды, подверженных воздействию, о масштабах и интенсивности техногенных изменений и факторах, определяющих степень их активности и возможные последствия. Получение этой информации может осуществляться разными методами (способами):

- маршрутные наблюдения;
- стационарные режимные наблюдения;
- комплексные фоновые наблюдения;
- дистанционные наблюдения.

*Маршрутные наблюдения* – это комплексное обследование территорий с целью картирования участков проявления процессов техногенеза.

*Стационарные режимные наблюдения* – это постоянные во времени изучения изменений окружающей природной среды, осуществляемые в различных масштабах, чаще всего в локальном, по заранее определенной методики и с помощью конкретного

для этого разработанного (выбранного) технического средства на закрепленном для этих целей участке территории.

*Комплексные фоновые наблюдения* – это стационарные наблюдения, проводимые на территории биосферных заповедников с целью изучения развития природных процессов и явлений в естественных условиях. Сопоставление результатов стационарных и фоновых наблюдений позволяет выявлять техногенную составляющую изменений природной среды, т.е. определить степень их интенсивности в заданных регионально-геологических и зонально-климатических условиях.

Особое место в системе натурных наблюдений за изменениями природной среды занимают *дистанционные наблюдения*, основанные на широком использовании аэрофото- и космических снимков. В настоящее время на базе дистанционных методов создаются системы аэрокосмического мониторинга, позволяющие определять места, вид и степень активности различных природных и техногенных процессов.

Оценку степени активности процессов и их опасности по отношению к объектам, расположенным в зоне его потенциального воздействия, можно проводить путем сопоставления результатов промеров характеристик процесса и факторов его обуславливающих, выполненных в различные временные периоды, либо сравнении карт пораженности территории процессами, составленных по материалам разновременных исследований.

Как правило, выявление закономерностей временной изменчивости интенсивности протекания процессов проводится на основе результатов многолетних наблюдений с применением методов математической статистики.

Изучение любого процесса, по существу, сводится к получению максимальной достоверной информации о его состоянии, степени активности и опасности по отношению к объектам, расположенным в зоне его влияния. С точки зрения кибернетики исследование процесса с целью прогнозирования его развития и управление этим развитием есть не что иное как стратегическая игра, в которой исследователь, используя имеющиеся в его багаже методы, технику и технологии путем игрового подбора указанных средств, исходя из принятых методологических посылок, в установленные сроки строит оптимальную модель изучаемого процесса техногенеза. Одним из наиболее успешно применяемых методов моделирования природной обстановки являются методы математического моделирования.

По физико-математическому основанию выделяются три группы методов математического моделирования и прогнозирования природно-техногенных процессов:

- методы стохастических моделей;
- методы натурных моделей;
- методы детерминистических моделей.

Каждая из выделенных групп методов имеет свои преимущества и недостатки. Однако, как показала практика, все методы продолжают использоваться при решении задач моделирования и прогнозирования экзогенных геологических процессов. Поэтому при разработке конкретных мониторингов в зависимости от наличия фактического материала (в том числе данных натурных режимных наблюдений) в качестве базового, может быть, выбран любой из приведенных методов. Следует лишь отметить некоторые принципиальные отличия методов стохастических моделей от других групп:

- стохастическая (вероятностная) природа моделей в явном виде;
- эмпирическая природа стохастических моделей (отсутствие необходимости в априорных допущениях – в отличие от методов детерминистических моделей);
- аналитическая природа стохастических моделей (в отличие от феноменологических методов натурных моделей);
- существенная многомерность стохастических моделей;

- «приспособленность» методов стохастических моделей к реализации концепции перманентного моделирования и прогнозирования в системе мониторинга.

При этом следует помнить, что для использования методов стохастических моделей требуются материалы многолетних натурных наблюдений за природно-техногенными процессами.

В функции управления природной средой различают стратегию и тактику. Функциональной особенностью систем мониторинга является реализация лишь стратегии управляющих решений, т.е. разработка различных возможно многовариантных мероприятий по нейтрализации или минимизации степени опасности природно-техногенных процессов. Тактика управляющих решений (т.е. их принятие и реализация) определяется органами государственной власти и организациями, имеющими соответствующие права. Следует отметить, что функция управления процессами в рамках мониторинга может быть реализована на двух уровнях.

Первый уровень – разработка рекомендаций или мероприятий на основе выполненной оценки степени активности изученных природно-техногенных процессов. Для этого уровня достаточно иметь результаты одноразовых маршрутных исследований или стационарных наблюдений. Второй уровень – разработка рекомендаций или мероприятий на основе прогнозов степени активности природно-техногенных процессов. Принятие управляющих решений на указанных уровнях не следует рассматривать альтернативно. Результаты первого уровня наиболее оперативные, хотя менее фундаментальные, чем на втором. Результаты второго уровня соответственно более фундаментальные, но менее оперативные.

После того как определены функции мониторинга природно-техногенных процессов, и выбраны методы (способы) реализации этих функций, в соответствии с принятой формулировкой «мониторинга» необходимо подготовить программу его создания.

***Третья стадия*** посвящена разработке программы создания и ведения мониторинга (далее Программа). Программа должна содержать:

- краткую характеристику геолого-гидрогеологических и техногенных условий территории;
- характеристику изучаемых природно-техногенных процессов и факторов, их определяющих;
- перечень наблюдаемых параметров и показателей, которые должны исследоваться в системе мониторинговых наблюдений;
- расположение пунктов наблюдений в пространстве в виде схемы наблюдательной сети;
- методику проведения всех видов наблюдений, исследований и обработки материалов;
- частоту, временной режим и продолжительность наблюдений;
- нормативно-техническое и метрологическое обеспечение наблюдений.

**Геологическая среда** – верхняя часть литосферы, находящаяся в пределах интенсивного влияния инженерно-хозяйственной деятельности человека.

В общей структуре системы мониторинга окружающей среды (МОС) мониторинг состояния недр (мониторинг геологической среды) одна из подсистем абиотического мониторинга, обеспечивающая наблюдения, оценку, прогноз и управление изменениями геологической среды. По аналогии с МОС, мониторинг геологической среды – это система наблюдений, оценки и прогноза изменений (в первую очередь техногенных) состояния литосферы, осуществляемая в различных масштабах. В то же время мониторинг состояния недр (МСН) представляет собой обеспечивающую часть системы управления и рационального использования геологической среды. Обеспечение

проводится в части представления оценочной и прогнозной информации о состоянии, структуре и свойствах геологической среды, необходимой для принятия конкретных управляющих решений.

Поэтому главной целью программы МСН является, во-первых, получение, хранение и обработка информации о современном состоянии, свойствах и структуре геологической среды, а также о типах и интенсивности ее изменений, вызванных в первую очередь процессами техногенеза; во-вторых, использование полученной информации для выяснения причин активизации природно-техногенных процессов и составления прогнозов их развития; в-третьих, обеспечение информацией о геологической среде мероприятий по охране, рациональному использованию и управлению природной средой.

В соответствии с «Положением о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации» (2) основными задачами мониторинга являются:

- получение, обработка и анализ данных о состоянии недр;
- оценка состояния недр и прогнозирование его изменений;
- своевременное выявление и прогнозирование развития природных и техногенных процессов, влияющих на состояние недр;
- учет состояния недр по объектам недропользования, запасов подземных вод и их движения;
- разработка, обеспечение реализации и анализ эффективности мероприятий по обеспечению экологически безопасного недропользования и охраны недр, а также по предотвращению или снижению негативного воздействия опасных геологических процессов;
- регулярное информирование органов государственной власти, организаций, недропользователей и других субъектов хозяйственной деятельности об изменениях состояния недр в установленном порядке;
- межведомственное взаимодействие и международное сотрудничество в сфере экологически безопасного природопользования.

Конечной экологической целью мониторинга геологической среды является рациональное использование минеральных ресурсов и защита литосферы в кратко- и долгосрочной перспективе.

Согласно (2) система МСН включает следующие подсистемы:

- мониторинг подземных вод;
- мониторинг опасных экзогенных геологических процессов;
- мониторинг опасных эндогенных геологических процессов;
- мониторинг месторождений углеводородов;
- мониторинг месторождений твердых полезных ископаемых;
- мониторинг участков недр, используемых для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых;
- мониторинг участков недр, испытывающих воздействие хозяйственной деятельности, не связанной с недропользованием;
- мониторинг геологической среды континентального шельфа.

<u>Мониторинг подземных вод</u> по целям (охрана подземных вод от истощения и загрязнения), и по методам контроля (режимные гидрогеологические скважины) принципиально отличен от мониторинга поверхностных вод. В то же время подземные воды, являясь наиболее динамичной частью литосферы, гидравлически связаны с поверхностными, что требует обязательного методического единства контроля уровенного, химического и термического режимов тех и других. Подсистема мониторинга подземных вод предназначена для: оценки состояния подземных вод и прогноза изменения этого

состояния, в том числе эксплуатируемых месторождений подземных вод; учета эксплуатационных запасов подземных вод и их использования; ведение государственного водного кадастра по разделу «подземные воды». Мониторинг подземных вод одновременно является составной частью государственного мониторинга водных объектов.

Подсистема мониторинга опасных экзогенных геологических процессов предназначена для выявления, учета, оценки состояния и прогнозирования развития опасных экзогенных геологических процессов и функционально связана с Российской автоматизированной информационно-управляющей системой по чрезвычайным ситуациям.

Основной задачей мониторинга опасных эндогенных геологических процессов является оперативный контроль за изменением напряженно-деформированного состояния горных пород сейсмоактивных зон с целью прогноза сильных землетрясений. Одновременно данный мониторинг входит в состав федеральной системы сейсмических наблюдений и прогноза землетрясений.

Мониторинг месторождений углеводородов предназначен для оценки текущего состояния разрабатываемых месторождений нефти и газа и прогнозирования изменений этого состояния, включая загрязнение недр и окружающей природной среды нефтепродуктами; учета состояния участков недр по объектам недропользования, связанным с добычей углеводородов.

Подсистема мониторинга месторождений твердых полезных ископаемых предназначена для: оценки и прогнозирования изменений состояния разрабатываемых месторождений, включая наблюдения за состоянием массива горных пород и деформациями земной поверхности в соответствии с требованиями Госгортехнадзора России; учета состояния участков недр по объектам недропользования, связанным с добычей твердых полезных ископаемых.

Мониторинг участков недр, используемых для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых должен обеспечивать оценку и прогноз состояния недр при строительстве и эксплуатации подземных сооружений, при строительстве и эксплуатации нефте- и газохранилищ в пластах горных пород, при захоронении различных отходов в недрах.

Подсистема мониторинга участков недр, испытывающих воздействие хозяйственной деятельности, не связанной с недропользованием, предназначена для: оценки состояния недр и прогноза изменения этого состояния, включая загрязнение недр и окружающей природной среды; определения степени активности и опасности экзогенных и эндогенных процессов, возникающих под воздействием различных объектов хозяйственной деятельности.

Мониторинга геологической среды континентального шельфа должен обеспечить предназначена оценку изменения состава и свойств донных отложений, состояния подземных вод и развития экзогенных геологических процессов в пределах шельфа, влияния разработки месторождений полезных ископаемых на шельфе на другие компоненты окружающей природной среды (морские воды, биоту и др.).

Методологической основой разработки МСН является системный подход, который реализуется в виде выполнения следующих основных принципов (3):

- целевой принцип;
- принцип гомеостазиса;
- принцип специализации;
- принцип перманентности;
- принцип обратной связи;
- принцип совместимости.

*Целевой принцип* сводится к определению целей и задач мониторинга, путей их решения и разработки единой Программы его создания и ведения, которая должна перманентно изменяться.

*Принцип гомеостазиса* (гомеостазис – состояние внутреннего динамического равновесия природной системы (процесса), поддерживаемое регулярным возобновлением основных ее структур) является фундаментальным принципом защиты биосферы и требует ответа на вопрос: защищать или не защищать? (т.е. существует возможность нейтрализации или предотвращения негативного воздействия на геологическую среду). Для решения этого вопроса необходимо знать положение гомеостатических границ (толерантных пределов) степени активности и опасности процессов, происходящих в геологической среде. Выход за пределы равновесия может привести к невозможности предотвращения процесса и необходимости перестройки существующей инфраструктуры с учетом негативных последствий, которые могут возникнут.

*Принцип специализации* при создании мониторинга требует учета:

- специфики технологий, применяемых при разработке и реализации природозащитных мероприятий, направленных на нейтрализацию процесса;
- степени интенсивности и опасности экзогенных и эндогенных геологических процессов и особенностей их пространственно-временного развития.

Перечисленные требования должны учитываться при выборе наблюдаемых характеристик процесса и факторов его определяющих, а также при формировании схемы расположения пунктов мониторинговых наблюдений.

*Принцип перманентности* при создании МСН требует выполнения следующих трех условий:

- программа создание и ведения мониторинга должна постоянно совершенствоваться путем увеличения функций мониторинга, оптимизации перечня наблюдаемых характеристик и схемы расположения наблюдательных пунктов;
- мониторинговые наблюдения должны проводиться постоянно (перманентно) с заданной периодичностью и по определенной методике;
- прогнозирование негативных процессов должно осуществляться путем перманентного математического моделирования. Перманентная модель – это постоянно корректирующееся математическое описание изучаемых процессов, осуществляемое при поступлении новой информации мониторинговых наблюдений. Перманентное прогнозирование выполняется пересчетом ранее составленных прогнозов по откорректированным моделям, т.е. пересчет ранее сделанных прогнозов ведется на основе уточнения «входных» характеристик прогнозной модели по мере поступления новых данных наблюдений за процессами.

*Принцип обратной связи позволяет* построить замкнутый процесс функционирования мониторинга, когда на основе вновь поступающей информации о процессе можно корректировать и изменять ранее принятые управляющие решения, совершенствовать методику наблюдений, схему расположения наблюдательных пунктов и т.д.

*Принцип совместимости* разрабатываемой системы МСН с уже существующими сводится к реализации методологической, функциональной и информационной совместимости. Методологическая совместимость должна обеспечиваться использованием единой методической основы при выполнении наблюдений, осуществлении оценки степени активности процесса и его опасности по отношению к объектам, расположенным в зоне его потенциального воздействия, и составлении математических прогнозных моделей. Функциональная совместимость реализуется путем непосредственной связи между функциональными подсистемами разрабатываемого мониторинга и блоками функциональных подсистем более высоких иерархических уровней. Для осуществления информационной совместимости при

формировании перечня наблюдаемых характеристик процесса и факторов его обуславливающих необходимо использовать имеющиеся разработки в родственных системах мониторинга.

Использование изложенных методологических основ позволяет создавать наиболее унифицированные системы мониторинга геологической среды, отвечающие современным требованием и технологиям.

## Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 9 августа 2013 года № 681 «О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)».
2. Положение о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации (утверждено приказом МПР России от 21.05.2001 №433).
3. Экзарьян В.Н. Геоэкология и охрана окружающей среды. Учебник. – М.: Изд. «Щит и М», 2009. – 207 с.

# ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

УДК 577.4+662.81+502.55

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО ДОНА (БИОИНДИКАЦИЯ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ)

**Анциферова Г.А.**
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*
*E-mail: g_antsiferova@mail.ru*

Глобальные экологические проблемы, связанные с водными ресурсами регионов, в настоящее время являются объективной реальностью. Аналитические методы определения качества вод, такие как гидрохимический, дополняются эколого-биологическим контролем, основанном на изучении сообществ биоты. В совокупности это позволяет определять класс качества вод, судить о состоянии кризисности водной экосистемы, обусловленной состоянием процессов самоочищения поверхностных вод.

Поверхностные воды региона изучаются нами с 1980-х годов. В результате прослежено становление экологического качества водных экосистем. В бассейне верхнего Дона водные ресурсы испытывают постоянную направленную антропогенную нагрузку различного, в том числе и токсического, характера. В этих условиях сформировалась определенная структура природно-антропогенных сообществ фитопланктона. В общем составе микроводорослей доминируют диатомовые водоросли и цианобактерии (синезеленые водоросли). В основу исследований положен метод биоиндикации по фитопланктону. На его основе изучались природные водотоки и водоемы, искусственные водные объекты.

Современное эколого-биологическое состояние вод р. Дон и его притоков в пределах Воронежской области в полной мере отражает экологическую обстановку, сложившуюся на водосборной территории. Антропогенное воздействие на поверхностные воды осуществляется повсеместно, их экологическое качество формируется под воздействием всей совокупности загрязнений, которые поставляются с водосборной территории с диффузным стоком, посредством инфильтрации атмосферных осадков через зону аэрации в подземные воды, с атмосферным массопереносом, с непосредственным поступлением сточных вод в водоемы.

При характеристике антропогенного загрязнения вод применяется термин «антропогенное эвтрофирование». Проточные, непроточные и слабопроточные водные экосистемы региона соответствуют трофическому статусу эвтрофных. Эвтрофирование определяется высоким уровнем насыщения водоемов биогенными элементами. Степень эвтрофирования вод обусловливается увеличением содержания азота, фосфора, железа, микроэлементов и органических веществ, поступающих в воду из различных источников. Состояние степени эвтрофирования водной экосистемы определяет качество вод, с ее увеличением качество среды обитания гидробионтов ухудшается. При насыщении водоемов биогенными веществами происходит массовое развитие планктонных микроводорослей и цианобактерий, вызывающих «цветение» вод, вследствие чего уменьшается прозрачность водной среды из-за большого объема органического вещества. Прибрежные зоны таких водоемов зарастают высшей водной растительностью, ее интенсивное развитие сопровождается накоплением в донных осадках органического вещества в результате неполной его минерализации. Происходит накопление толщи донных илов. В придонных слоях возникает дефицит кислорода, что предопределяет процессы анаэробного брожения.

В общем составе вегетационных сукцессий микроводорослей по водоемам региона доминируют представители диатомовых водорослей и цианобактерии. Они служат не только показателями той или иной степени загрязненности вод, но также являются активными участниками процесса формирования их качества. Освобождая водоемы от поступающих загрязнений посредством окисления органики и ее минерализации, их сообщества играют положительную роль в функционировании водных экосистем. Эвтрофикация и загрязнение вод приводят к увеличению сапробности, процессы разрушения загрязнений (например, разбавление) и самоочищение вод способствуют ее снижению.

Процесс эвтрофирования водных экосистем региона достоверно фиксируется видовым составом сообществ фитопланктона и микрофитобентоса и их структурой. Исследования эколого-биологического качества вод р. Дон на основе биоиндикации по фитопланктону и микрофитобентосу по общепринятой методике. Вычисление средней сапробности сообществ диатомовых водорослей и цианобактерий основано на оценках обилия встреченных в составе сообщества того или иного вида индикатора сапробности.

В составе сообществ фитопланктона и микрофитобентоса доминируют диатомовые водоросли и цианобактерии (синезеленые водоросли), которые отличает низкое видовое разнообразие, сходство видового состава по различным водоемам, доминирование 1-2 видов, при единичном распространении других, «цветение» вод цианобактериями, представленными 1-2 видами, характерными для загрязненных местообитаний.

В 2019-2020 гг. получены данные по пунктам наблюдения, расположенным в пределах Воронежской области. В структуре таксономического состава сообществ микроводорослей исследуемого региона выявлена следующая закономерность: общее низкое число видов при увеличении численности отдельных видов. Повсеместно доминируют 1-2 вида, которые способны к быстрому популяционному росту. Таксономический и экологический состав сообществ в течение вегетационного сезона единообразен, в том числе и сукцессионный ряд. Наблюдаются виды и внутривидовые таксоны широкого экологического и географического распространения, характерные для эвтрофных водоемов.

В настоящее время в связи с общим заилением рек и эвтрофированием их вод, наблюдается трансформация фитопланктона рек из реофильного (речного) в лимнофильный (озерного и водохранилищ). В частности, это проявляется в распространении цианобактерий, – явления, которого еще два-три десятка лет их не наблюдалось, поскольку для проточных речных условий они не свойственны и их развитие связано именно с заилением водотоков.

В качестве природных водоемов изучены река Дон и ее притоки, например, река Черная Калитва. По качеству воды относятся к Ш классу, то есть определяются как «Умеренно (слабо) загрязненные». В 1980-х – начале 2000-х гг. сообщества фитопланктона представляли реофильные (речные) микроводоросли. Среди цианобактерий наблюдались единичные клетки вида *Microcystis aeruginosa Kütz. emend. Elenk*. Более широкий спектр видов загрязненных местообитаний встречался в зонах влияния сбросов сточных вод, а также в загрязненных органикой местах рекреации населения. Это диатомовые водоросли, какие как *Nitzschia acicularis* W. Sm., *Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Sm., Cymatopleura solea (Breb) W. Sm.*, среди зеленых *Pediastrum duplex Meyen*, цианобактерий *Merismopedia tenuissima Lemm*., эвгленовых *Euglena polymorpha Dang*. и другие.

Как природно-антропогенный водоем рассматривается Воронежское водохранилище, искусственный водный объект проточно-руслового типа, расположенный в нижнем течении р. Воронеж. Он расположен внутри крупного

областного центра – г. Воронеж. Эколого-санитарное состояние Воронежского водохранилища в последние годы вызывает большую тревогу, поскольку сопровождается интенсивным «цветением» вод, которое определяется массовым развитием видов загрязненных местообитаний, таких как *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и его форм, *Microcystis ichthyoblabe* Kütz., который в 2013 году выявлен в приустьевой части р. Тавровка и в Масловском затоне водохранилища.

Аномально высокие летние температуры воздуха 2010-2012 гг. предопределили более продолжительное время вегетации, где-то с середины июня и до середины – двадцатых чисел сентября. В эти годы, а также в дальнейшем, в том числе в настоящее время, цианобактерии обусловливают летне-осеннее «цветение» вод акватории водохранилища. Наблюдается не только образование повышенных объемов численности и биомассы цианобактерий, но и, с началом понижения температуры вод, – массовое их отмирание и разложение. Данный процесс сопровождается выделением специфических веществ в атмосферный воздух, но, что представляет еще большую опасность – в водную среду и донные отложения. Распространение цианобактерий в акватории водохранилища связывается с температурным режимом водного бассейна, что подтверждается данными биоиндикации.

Исследования эколого-биологического состояния Воронежского водохранилища проводились нами, начиная с 1988 г., когда впервые было обращено внимание на массовое «цветение» вод цианобактериями, которое локализовалось в пределах нижнего участка акватории. Возможность проводить сравнение состояния вод позволяет достаточно адекватно оценивать остроту сложившейся в настоящее время экологической ситуации и представить сценарий ее дальнейшего развития в условиях глобальных климатических изменений. Ныне происходит реализация сценария развития кризисной экологической ситуации, спровоцированной массовым развитием в акватории Воронежского водохранилища цианобактерий, представителей загрязненных местообитаний, которые являются признанными в мире источниками цианотоксинов.

В 2017 г. в Воронежском водохранилище В.Т. Лухтановым (ОАО «Альгобиотехнология») были отобраны пробы для гидрохимического анализа, гидробиологических исследований и для анализа токсичности водной среды, связанной с токсинами, которые продуцируют в процессе своей жизнедеятельности цианобактерии микроцистинов. Изучение микроцистинов (другие виды цианотоксинов не определялись) проводилось С.С. Жоховым и Е.А. Шуваловой под руководством В.С. Петросяна на кафедре органической химии химического факультета МГУ на специальной установке. Полученные результаты предельно допустимых концентраций (ПДК) микроцистинов сравнивались с нормативом Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для вод различного назначения. Суммарные концентрации микроцистинов для питьевых вод уровень их ПДК составляет 1 мкг/л, для водоемов рекреационной зоны – 4 мкг/л. Для большей части акватории Воронежского водохранилища (кроме его верховьев) были установлены значительные содержания цианотоксинов, составляющие от 29 до 89 единиц. Следует заметить, что в законодательствах различных стран Европы, Южной Америки и Тихоокеанского бассейна, уровень 1-1,5 мкг/л принят в качестве нормативного для микроцистинов (MC-LR).

Как показывает общепринятая практика эксплуатации природных и искусственных водных объектов, увеличение антропогенной (техногенной) нагрузки на водосборной территории и непосредственно на водоемы, приводит к увеличению степени эвтрофирования вод. Данный процесс сопровождается увеличением объемов продуцируемого органического вещества, поступающего и аккумулирующегося в донных осадках. В подобных водоемах и водотоках нарушена естественная цепочка разрушения и утилизации органики, ее восстановления до минеральных частиц.

Простого ограничения поступления в водные экосистемы биогенных веществ часто оказывается недостаточно для снижения степени режима трофности. Практикуется два основных способа борьбы с эвтрофированием.

Первый направлен на предотвращение развития микроводорослей и повышение уровня растворенного в воде кислорода (аэрация). Для поддержания на достаточно высоком уровне содержания в воде кислорода возможно использование установки механической системы аэрации. Этот способ применяется на небольших водоемах. Второй способ предусматривает устранение причин повышения степени эвтрофирования, обусловленных поступлением в водоемы загрязняющих веществ и должно быть направлено на их ограничение. Это, в первую очередь, система очистки промышленных и коммунально-бытовых стоков, агротехнические и сельскохозяйственные мероприятия, уменьшающие вынос биогенных веществ с водосборных площадей.

Эколого-биологическое качество вод в целом в пределах региона позволяет выявлять общую тенденцию антропогенного загрязнения водных объектов, определять остроту экологической ситуации и обосновывать рекомендации по применению природоохранных мероприятий при использовании поверхностных вод.

В связи с вышеизложенным, основные рекомендации по защите поверхностных водных объектов от антропогенного загрязнения и эвтрофирования могут быть представлены как первоочередные, так и направленные на перспективное развитие.

Первоочередные мероприятия диктуются современным состоянием водных ресурсов. Мероприятия, направленные на перспективное развитие охраны окружающей природной среды как отрасли производства, связаны с внедрением новых технологий использования, очистки и оздоровления водных ресурсов.

УДК 551.588.7

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НОРМИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЫЛИ

**Боровлев А.Э., Зеленская Е.Я.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: borovlev@bsu.edu.ru*

***Аннотация:*** *Для обеспечения соблюдения нормативов допустимых выбросов по взвешенным частицам PM10 и PM2.5 разработаны рекомендации по нормированию загрязнения атмосферного воздуха города Белгорода.*

***Ключевые слова:*** *атмосферный воздух, загрязняющие вещества, промышленная пыль, взвешенные частицы PM10 и PM2.5, нормирование выбросов.*

Атмосферный воздух крупных промышленных центров подвержен высокому антропогенному воздействию большого количества источников выбросов промышленной пыли. Особо опасны для здоровья человека так называемые мелкодисперсные частицы (МДЧ) – фракции частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм (PM10) и 2,5 мкм (PM2.5), что подтверждается данными Всемирной организации здравоохранения [11]. В настоящее время в России внедрены только инструментальные методы определения МДЧ в пылевых выбросах [3], а вопросы их нормирования, включающие расчёты рассеивания PM10 и PM2.5 в атмосферном воздухе с учётом фонового загрязнения атмосферы, методически недостаточно проработаны.

Поэтому нами, на примере такого крупного промышленного центра как город Белгород, разработаны рекомендации по нормированию загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами PM10 и PM2.5.

Ежегодно (по данным за последние пять лет) в воздушный бассейн Белгорода поступает 1,065 тыс. т твердых загрязняющих веществ (ЗВ). Основными источниками пылевого загрязнения атмосферного воздуха города являются промышленные предприятия промышленности строительных материалов, где производственный экологический контроль (ПЭК) промышленных выбросов МДЧ не проводится.

На постах наблюдения загрязнений (ПНЗ) в городе Белгороде определяется только суммарная концентрация пыли в воздухе (взвешенные вещества), а анализ содержания МДЧ не проводится. Однако фоновые концентрации МДЧ можно рассчитать на основании соотношений между фракциями и суммой всех взвешенных веществ (TSP). При неизвестном фракционном составе пыли допускают, что доля частиц PM 2,5 составляет 26 % от суммы общей пыли TSP, а доля частиц PM10 – 55 % [5, 9]. При этом в ряде работ [8, 12] утверждается, для каждой территории указанные коэффициенты нуждаются в подтверждении в конкретных условиях происхождения пылевого загрязнения атмосферы.

Поэтому в Белгороде, до внедрения систем непрерывного мониторинга концентраций МДЧ, представляется целесообразным использовать расчетные методы определения их содержания в атмосферном воздухе, представленные в работе [2].

Так в результате анализа актуальных данных мониторинга территориальной сети Росгидромета по ПНЗ Белгорода за 2019 гг. с использованием полученного в работе [2] соотношения PM10:PM2.5:TSP равного 0,57:0,28:1,0 нами были рассчитаны среднегодовые концентрации взвешенных частиц PM 10 и PM 2.5 (таблица 1), а также выполнено картографирование загрязнения атмосферы МДЧ с использованием ArcGIS (рис. 1, 2).

*Таблица 1*

**Результаты расчетов среднегодовых концентраций мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе города Белгорода за 2019 год**

| Номер ПНЗ | Координаты, м | | TSP, мг/м$^3$ | PM10 | | PM2.5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | У | | мг/м$^3$ | Доли ПДК | мг/м$^3$ | Доли ПДК |
| 3 | 9768 | 63295 | 0,173 | 0,099 | 2,46 | 0,048 | 1,93 |
| 6 | 11840 | 63703 | 0,129 | 0,073 | 1,84 | 0,036 | 1,44 |
| 7 | 7414 | 63437 | 0,117 | 0,067 | 1,67 | 0,033 | 1,31 |
| 8 | 8066 | 69331 | 0,123 | 0,070 | 1,75 | 0,034 | 1,38 |
| В среднем по городу | | | 0,135 | 0,080 | 2,0 | 0,038 | 1,51 |

Нами установлено, что среднегодовые приземные концентрации PM10 превышают ПДК на всей территории города в 1,6-2,46 раза, а PM2.5 – в 1,3-1,9 раза. В большей степени загрязнению воздушной среды города Белгорода МДЧ подвержены территории массовых мест отдыха населения, к которым предъявляются повышенные требования к качеству атмосферного воздуха (0,8 ПДК). Так показатель ПДК PM10 был превышен на территории Парка Победы и Набережной реки Везелка в 3 раза, а ПДК PM2.5 – в 2,37 раза.

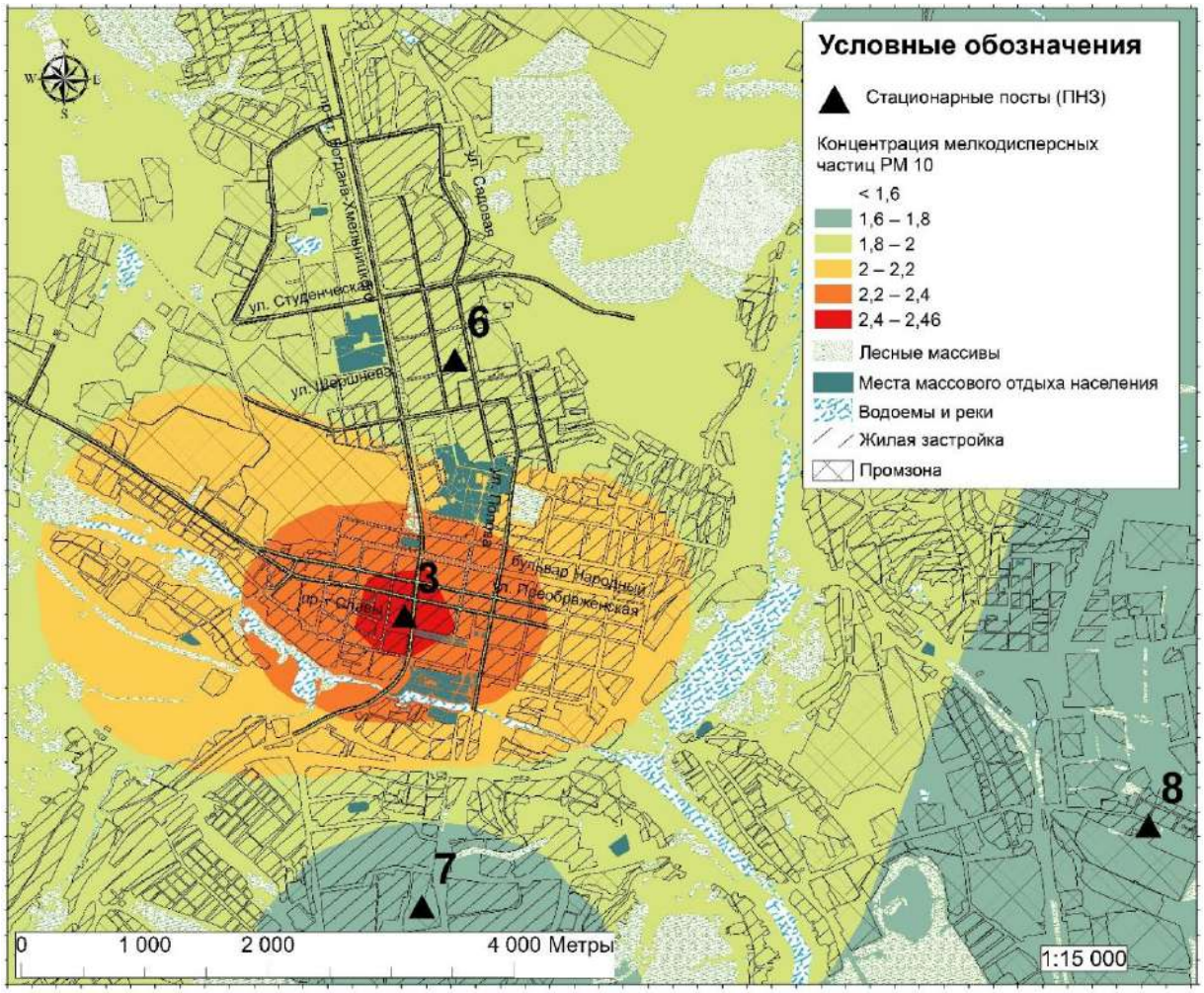



*Рис. 1.* Распределение среднегодовых приземных концентраций PM10 (доли ПДК) на территории г. Белгорода

Полученные результаты распределения среднегодовых приземных концентраций МДЧ подтверждают актуальность проведения нормирования выбросов промышленной пыли с учетом их дисперсного состава.

Для проведения нормирования выбросов МДЧ с учетом фоновых концентраций нами также рассчитаны их величины (таблица 2).

Таблица 2

**Фоновые концентрации взвешенных частиц на ПНЗ г. Белгорода**

| Номер ПНЗ | Фоновые концентрации, мг/м3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Максимальная разовая | | | Среднегодовая | | |
| | TSP | PM10 | PM2.5 | TSP | PM10 | PM2.5 |
| 3 | 0,251 | 0,1431 | 0,0703 | 0,1378 | 0,0785 | 0,0386 |
| 6 | 0,177 | 0,1009 | 0,0496 | 0,1068 | 0,0609 | 0,0299 |

В настоящее время целесообразно установить нормативы допустимых выбросов МДЧ частиц в результате проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха согласно [6].

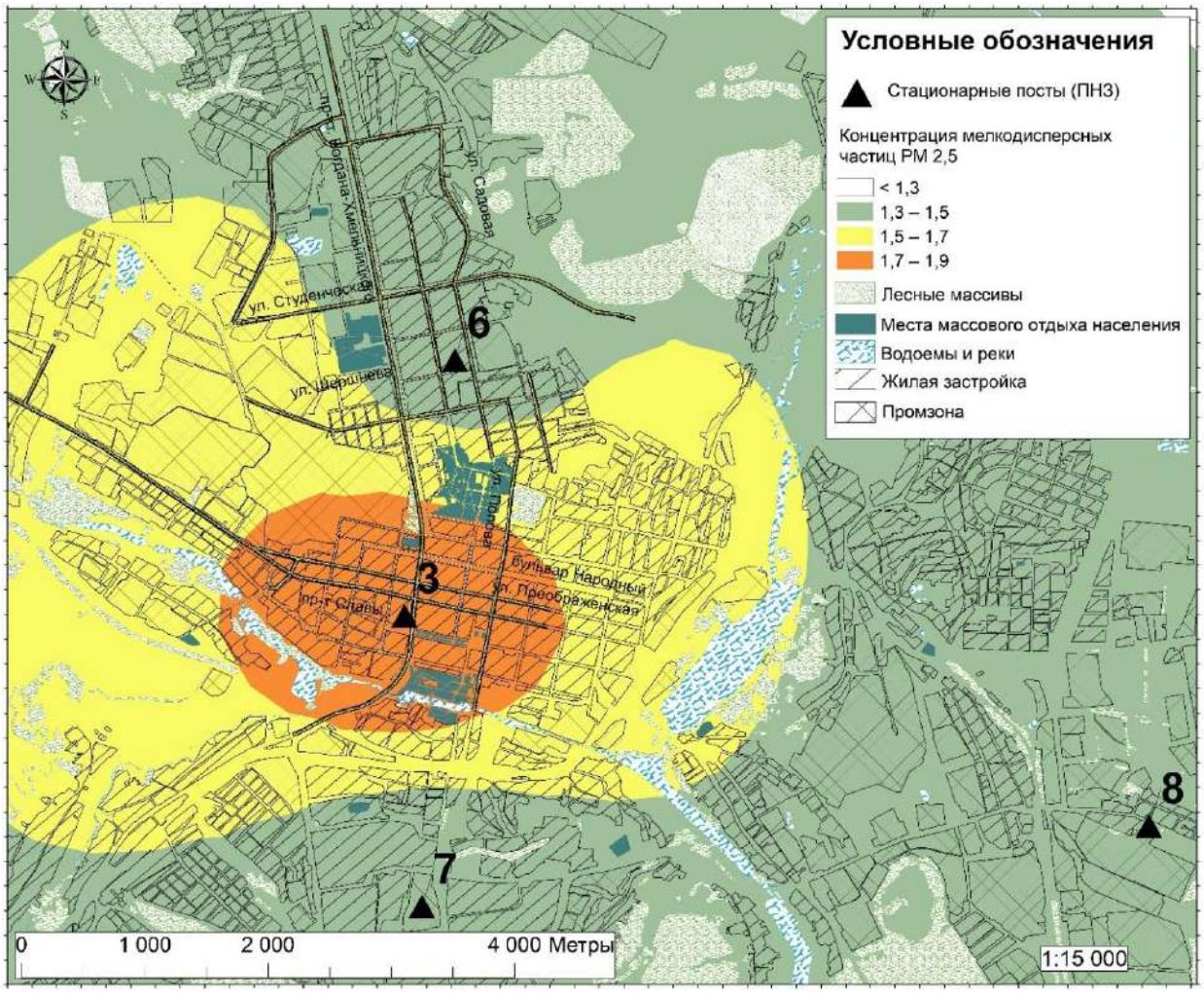



*Рис. 2.* Распределение среднегодовых приземных концентраций PM2.5 (доли ПДК) на территории г. Белгорода

Это позволит получит расчетные оценки содержания МДЧ в атмосферном воздухе соответствующие как неблагоприятным условиям выброса, так и длительному (сезон, год) времени осреднения, и на их основе выполнить квотирование выбросов промышленной пыли с учетом её дисперсности. Для проведения таких расчетов требуется провести инвентаризацию выбросов МДЧ с использованием методики [3]. Так проведенная инвентаризация выбросов МДЧ промышленных предприятий была успешна использована для разработки проекта программы управления качеством атмосферного воздуха в столице Индии г. Дели [10].

В целях оптимизации работ для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха нами определен перечень источников выбросов промышленной пыли, вносящих наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Белгорода мелкодисперсными частицами – далее перечень приоритетных ИВПП. Указанный перечень (таблица 3) разработан на основе анализа литературных данных о дисперсном составе промышленных пылей [1], а также определения источников для проведения ПЭК согласно [7], а именно: выброс от которых по результатам рассеивания превышает величину 0,1 максимальной разовой ПДК ЗВ (0,1 $ПДК_{МР}$ ЗВ) на границе предприятия.

Перечень приоритетных ИВПП включает 35 источников от 4-х промышленных предприятий.

*Таблица 3*

**Перечень приоритетных ИВПП города Белгорода**

| Номера ИВПП (предприятие) | Суммарный выброс твердых ЗВ, т/г | Вклад ИВПП в выброс твердых ЗВ, % | Количество ИВПП в зависимости от высоты устья источника выброса, шт | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Наземные (до 2 м) | Низкие (2-10 м) | Средние (от 10 до 50 м) | Высокие (> 50 м) |
| ЗАО «Белгородский цемент» | | | | | | |
| 1, 2, 3, 4, 5, 6 | 311,27 | 29,2 | - | - | - | 6 |
| 12, 13, 19, 21-24, 27-32, 46, 35, 37, 39, 55, 56, 82-84 | 94,858 | 8,9 | - | - | 17 | - |
| Итого по предприятию: | 406,128 | 38,1 | - | | 17 | 6 |
| АО «Стройматериалы» | | | | | | |
| 1 | 128,24 | 12,0 | - | - | - | 1 |
| 3, 4, 14, 15 | 1,91 | 0,2 | | | 4 | |
| Итого по предприятию: | 130,15 | 12,2 | - | - | 4 | 1 |
| АО «Белгородасбестоцемент» | | | | | | |
| 39-42 | 6,36 | 0,6 | - | - | 4 | - |
| Итого по предприятию: | 6,36 | 0,6 | - | - | 4 | - |
| ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ» | | | | | | |
| 25, 27, 1000 | 3,005 | 0,3 | - | - | 3 | - |
| Итого по предприятию: | 3,005 | 0,3 | - | - | 3 | - |
| Итого по 4-м предприятиям: | | | | | | |
| | 545,643 | 51,2 | - | | 28 | 7 |

Их вклад в загрязнение воздушного бассейна Белгорода взвешенными частицами составляет 51,2 % от суммы всех твердых ЗВ поступающих в атмосферу от стационарных источников. Из них на высокие источники предприятий промышленности строительных материалов приходится 41,2 %.

ИВПП включенные в рассматриваемый перечень выбрасывают в атмосферный воздух пыль, образующуюся при работе основного технологического оборудования предприятий металлургии, машиностроения и строительной промышленности (вращающаяся печь, сушильный барабан, узлы выгрузки и пересыпки, упаковочная машины, мельница помола, электродуговая печь и т.п.). Согласно атласа промышленных пылей [1], твердые частицы, содержащиеся в выбросах от указанных источников в большинстве своём относятся к мелкодисперсным. Проведенный анализ результатов расчетов рассеивания выбросов ЗВ для 4-х рассмотренных нами предприятий, выполненные в соответствии с [4] по УПРЗА Эколог (версия 4.6) в рамках работ по установлению НДВ показывает, что указанные в таблице 3 источники формируют приземные концентрации промышленной пыли за пределами границ своих предприятий превышающую 0,1 ПДК$_{МР}$ РМ 10.

Таким образом в инвентаризацию выбросов МДЧ целесообразно включить источники выбросов, представленные в таблице 3 для последующего проведения сводных расчетов согласно [6] с определением вклада отдельных источников выбросов МДЧ в загрязнение атмосферного воздуха; анализ риска для здоровья человека, включая расчет, оценку такого риска и разработку мероприятий по управлению риском для здоровья населения с учетом планируемых мероприятий.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках научного проекта № 18-45-310008.*

## Список литературы

1. Атлас промышленных пылей. Ч II. Пыли предприятий металлургии, машиностроения и строительной промышленности. М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ. 1981, 39 с.
2. Боровлев А.Э. 2020. Исследование содержания мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе жилой зоны Белгорода. Региональные геосистемы, 44(1): 97–103.
3. ГОСТ Р 56929-2016. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха». М.: Стандартинформ. 2019, 24 с.
4. Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (утв. Приказом Минприроды РФ от 06.06.2017 г. № 273). Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 29.06.2021).
5. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: НИИ ЭЧ и ГОС. 2002, 408 с.
6. Об утверждении правил проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, включая их актуализацию: приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29.11.2019 № 813. Консультант плюс. Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 30.06.2021).
7. Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 28.02.2018 г. № 74. Консультант плюс. Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 30.06.2021).
8. Рапопорт О.А., Копылов И.Д., Рудой. Г.Н. 2012. О нормировании выбросов мелкодисперсных частиц. Экология производства, 8: 38-43.
9. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. М. 2004, 384 с.
10. Gargava P. et al. 2014. Speciated PM 10 Emission Inventory for Delhi, India. Aerosol and Air Quality Research, 14: 1515-1526.
11. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. 2006, 113 p.
12. Munir S. 2017. Analysing temporal trends in the ratios of PM2.5/PM10 in the UK. Aerosol and Air Quality Research, 1: 34-48.

УДК: 528.926:004

# ПРИМЕНЕНИЕ «ГЕОГРАФИЧЕСКОГО АТЛАСА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРИРОДА, ОБЩЕСТВО, ХОЗЯЙСТВО» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ (НА ПРИМЕРЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ)

**Вендина Т.Н., Гуринова Е.А., Петина М.А., Корнилова Е.А.**
*ФГАОУ ВО Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия*
*E-mail: furmanova@bsu.edu.ru*

В декабре 2018 года был издан «Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство», созданный коллективом ученых Института наук о Земле ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ») при финансовой поддержке ВОО «Русское географическое общество» с привлечением профильных специалистов.

По полноте содержания и новизне представленных материалов Атлас Белгородской области является уникальным картографическим произведением. В нем средствами картографического изображения отражены природные и социально-экономические особенности одного из наиболее динамично развивающихся субъектов Российской Федерации - Белгородской области.

«Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство» является вторым, переработанным и дополненным изданием регионального атласа. Более ранний атлас Белгородской области – «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области» - был опубликован в 2005 году [4]. Первое издание атласа отражало ситуацию в области на конец XX в., новый же атлас демонстрирует количественные и качественные изменения природной среды и общества, произошедшие в регионе в первые десятилетия XXI в., что особенно актуально для приграничных территорий в современных геополитических условиях.

Изданный «Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство» отличается своей многофункциональностью и предназначен для широкого круга пользователей: от учащихся школ и студентов вузов до узкопрофильных специалистов различного уровня, что, в свою очередь, и определило набор и содержание карт, применение картографических способов отображения и даже общие подходы к оформлению произведения в целом.

При отборе данных для атласа предпочтение отдавалось тому материалу, который соответствует университетским программам географических и экологических направлений, школьному курсу географии Белгородской области, а также представляет интерес для специалистов и широкого круга пользователей.

Для составления карт атласа Белгородской области использовались материалы фондовых, картографических, статистических данных. Для всех карт была разработана картографическая основа, которая включает в себя постоянный состав элементов содержания (гидрография, населенные пункты, пути сообщения, границы, другие элементы природного ландшафта). В дальнейшем она была использована во всех разделах атласа с применением различных компоновок карт [3].

Основные объекты на картах атласа (гидрографическая сеть, дорожная сеть, населенные пункты были отвекторизованы с предварительно привязанной к данным OSM топографическое карте М 1:200 000). Для определения масштаба карт атласа границы Белгородской области в проекции Меркатора были вписаны в лист формата А4 симметрично относительно среднего меридиана, перпендикулярного северной и южной сторонам рамки, в результате чего был установлен оптимальный масштаб карт: М 1:1 000 000.

Серия тематических карт регионального атласа создавалась путем нанесения на подготовленную основу содержания карт, с применением методов геостатистического моделирования, классификации, интерполяции, статистического анализа и др. Работы с материалом осуществлялись с использованием программного обеспечения ArcGIS компании ESRI.

К созданию карт атласа были привлечены многочисленные специалисты узких направлений (почвоведы, геологи, экологи, географы, метеорологи, гидрологи, демографы и др.) с целью повышения точности, объективности и всестороннего отражения накопленных данных, что позволило расширить содержание Атласа.

Для обеспечения максимальной наглядности, точности и читаемости карт были применены различные способы картографического изображения: способы значков, линейных знаков, изолиний, качественного фона, количественного фона и др. При компоновке карт применялась разнообразная графическая нагрузка для передачи целостности внешнего облика картографируемой территории.

«Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство» состоит из 4-х разделов: Вводный раздел, Природа, Население, Хозяйство. При размещении карт в разделах и подразделах учитывалась логическая последовательность, отражающая взаимосвязь и взаимообусловленность отображаемых явлений. Атлас содержит: 76 карт, 15 диаграмм и графиков; 46 фотографий и рисунков, 54 таблицы.

Согласно методическим рекомендациям МБУ «Научно-методический информационный центр» в школьный курс географии введен региональный компонент «География Белгородской области». На данный момент «Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство» является одним из основных источников актуальной географической информации, на который и опирается программа курса.

Содержание регионального компонента «География Белгородской области» представляет систему комплексных знаний о территории проживания (своей местности) с учетом возрастных особенностей учащихся. Концептуальной основой данного курса является формирование комплексного исследования территории родного края, ценностных ориентаций школьников во взглядах на природу, население, хозяйственную деятельность, развитие духовно-нравственной культуры, готовность в качественном улучшении среды жизни.

Введение краеведческого материала при изучении ключевых тем дисциплины «География» (5-6 классы), а также регионального курса «География Белгородской области (7-9 классы) составляет суть краеведческого принципа преподавания предмета и позволяет реализовать национально- региональный компонент образования [1].

Региональный компонент «География Белгородской области» позволяет включить в содержание обучения географии в 5-9 классах краеведческий материал, при изучении которого будет использован «Географический атлас Белгородской области» [2]. Примерная программа регионального компонента «География Белгородской области» для учащихся 5 и 6 классов представлена в таблице 1. Примерная программа регионального компонента «География Белгородской области» для учащихся 7-9 классов представлена в таблице 2.

Использование краеведческого материала на уроках не только не вызывает перегрузки учащихся, а наоборот, значительно облегчает усвоение курса географии, делает знания учащихся более систематизированными и глубокими.

На уроках в рамках реализации регионального компонента школьники учатся:

- выделять, описывать и объяснять существенные признаки географических объектов и явлений;

*Таблица 1*

| № п/п | Курс географии. Тема урока | Темы из курса «География Белгородской области» | Раздел / карта регионального атласа, используемая при изучении темы |
|---|---|---|---|
| на уроках в 5-6 классах | | | |
| 1 | Что изучает география. Развитие географических знаний. | Символика Белгородчины (герб, флаг) | Вводный раздел |
| 2 | Географическая карта. Градусная сетка | Белгородская область на карте России и мира (материк, часть света, государство) | Вводный раздел / карта «Административно-территоиальное деление Белгородской области» |
| 3 | Изображение высот и глубин на карте | Рельеф Белгородской области | Вводный раздел / «Физическая карта» |
| 4 | Внутреннее строение Земли | Горные породы Белгородской области | Раздел 1. Природа / карты «Полезные ископаемые осадочного чехла платформы», «Полезные ископаемые докембрийского фундамента» |
| 5 | Горы суши. Равнины суши | Полезные ископаемые Белгородской области | Раздел 1. Природа / карты «Полезные ископаемые осадочного чехла платформы», «Полезные ископаемые докембрийского фундамента» |
| 6 | Гидросфера и ее части | Общая характеристика вод Белгородскойобласти | Раздел 1. Природа / карты «Гидрогеология», «Месторождения подземных вод» |
| 7 | Подземные воды. Реки, озера, как часть Мирового океана | Общая характеристика вод Белгородской области | Раздел 1. Природа / карты «Гидрогеология», «Месторождения подземных вод» |
| 8 | Климат. Распределение солнечного тепла и света | Общая характеристика климата Белгородской области | Раздел 1. Природа / карта «Климатические условия» |
| 9 | Разнообразие организмов на Земле | Растительный и животный мир Белгородской области | Раздел 3 Хозяйство / карта «Лесные ресурсы», «Редкие и исчезающие растения и животные» |
| 10 | Природный комплекс. Воздействие человека на ПК | ООПТ Белгородской области | Раздел 3 Хозяйство / карта «Распределение антропогенной нагрузки» |
| 11 | Численность населения на земле. Равенство рас | Общие сведения о населении Белгородчины | Раздел 2. Население / карты «Динамики численности населения», «Миграционный прирост», «Плотность населения» |
| 12 | Основные типы населенных пунктов | Быт, занятия населения Белгородской области | Раздел 2. Население / карта «Региональная система расселения» |

*Таблица 2*

| № п/п | Курс географии материков и океанов. Тема урока | Темы из курса «География Белгородской области» | Раздел / карта используемая при изучении темы |
|---|---|---|---|
| 7 класс | | | |
| 1 | Рельеф Земли | Геологическое строение, рельеф и полезные ископаемые Белгородской области | Вводный раздел / «Физическая карта», Раздел 1. Природа / карты «Полезные ископаемые осадочного чехла платформы», «Полезные ископаемые докембрийского фундамента» |
| 2 | Климатические пояса Земли | Природно-климатические условия Белгородской области | Раздел 1. Природа / карта «Климатические условия» |
| 3 | Воды Мирового океана | Водные ресурсы Белгородской области | Раздел 1. Природа/ карты «Гидрогеология», «Месторождения подземных вод» |

| № п/п | Курс географии материков и океанов. Тема урока | Темы из курса «География Белгородской области» | Раздел / карта используемая при изучении темы |
|---|---|---|---|
| 7 класс | | | |
| 4 | Природные комплексы суши и океана | Природные комплексы Белгородской области | Раздел 3 Хозяйство/ карты «Земельного фонда» |
| 5 | Народы и религии мира | Население Белгородской области | Раздел 2. Население/ карты «Динамики численности населения», «Миграционный прирост», «Плотность населения» |
| 6 | Городское и сельское население | Население Белгородской области | Раздел 2. Население/ карта «Региональная система расселения» |
| 8 класс | | | |
| 1 | Географическое положение России | Территория, границы, географическое положение. Практическая работа (тренировочная): «Нанесение на контурную карту особенностей ФГП и административного устройства Белгородской области» | Вводный раздел/ карта «Административно-территоиальное деление Белгородской области» |
| 2 | Геологическое строение территории России | Особенности геологического строения | Вводный раздел / «Физическая карта» |
| 3 | Минеральные ресурсы России | Полезные ископаемые | Раздел 1. Природа/ карты «Полезные ископаемые осадочного чехла платформы», «Полезные ископаемые докембрийского фундамента» |
| 4 | Особенности рельефа России | Рельеф Белгородской области. Практическая работа «Составление картосхемы «Рельеф, геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области». | Раздел 1. Природа / карты «Горизонтальное и вертикальное расчленение земной поверхности», «Гидрогеология» |
| 5 | Распределение тепла и влаги на территории России. Разнообразие климата России. | Общая характеристика климата. Практическая работа «Основные характеристики климата Белгородской области» | Раздел 1. Природа / карта «Климатические условия» |
| 6 | Агроклиматические ресурсы России. | Агроклиматические ресурсы | Раздел 1. Природа / карта «Агроклиматическое районирование» |
| 7 | Водные ресурсы. Роль воды в жизни человека. | Гидрографическая сеть. Водохранилища и пруды, подземные воды | Раздел 1. Природа / карты «Гидрогеология», «Месторождения подземных вод» |
| 8 | Почвенные ресурсы России | Почвы и почвенный покров. Земельные ресурсы и их использование. Практическая работа «Земельные ресурсы своего района, области» | Раздел 1. Природа / карты «Почвы», «Структура почвенного покрова» |
| 9 | Биологические ресурсы. Природные зоны России | Растительный и животный мир | Раздел 3 Хозяйство / карта «Лесные ресурсы», «Редкие и исчезающие растения и животные» |
| 10 | Экологические проблемы России | Экологическая обстановка в области | Раздел 3 Хозяйство / карта «Состояние ресурсов подземных вод», «Загрязнение поверхностных вод», «Распределение антропогенной нагрузки» |

| № п/п | Курс географии материков и океанов. Тема урока | Темы из курса «География Белгородской области» | Раздел / карта используемая при изучении темы |
|---|---|---|---|
| 9 класс | | | |
| 1 | Экономико-географическое положение России. Административно территориальное деление | Территория, границы, экономико-географическое положение, административно-территориальное деление Белгородской области. Практическая работа «Экономико-географическое положение Белгородской области. Административно-территориальное деление» | Вводный раздел/ карта «Административно-территориальное деление Белгородской области» |
| 2 | История заселения, освоения и исследования территории России. Природные ресурсы | Природные ресурсы как фактор формирования хозяйства. История освоения территории Белгородской области | Раздел 1 Природа/ Карта «Природная среда Белгородской области XVI век» |
| 3 | Численность и воспроизводство населения России. | Изменения численности, естественное и механическое движение населения | Раздел 2 Население/ Динамика численности населения», «Миграционный прирост», «Плотность населения» |
| 4 | Половой и возрастной состав населения. Средняя продолжительность жизни | Половозрастная структура населения и трудовые ресурсы. Размещение населения | |
| 5 | Хозяйство России | Общая характеристика промышленности. Практическая работа «Отраслевая структура экономики Белгородской области». Ведущие отрасли промышленности. Другие отрасли промышленности | Раздел 3. Хозяйство / карта «Категории земель» |
| 6 | АПК. Сельское хозяйство. Растениеводство. Животноводство | Растениеводство и животноводство | Раздел 3. Хозяйство / карта «Сельскохозяйственные угодья», «Динамика использования сельскохозяйственных земель» |
| 7 | Инфраструктурный комплекс. Транспортная инфраструктура | Транспорт | Раздел 3. Хозяйство / карта «Категории земель» |
| 8 | Россия в мире | Внешние экономические связи. Практическая работа «Внешнеэкономические связи Белгородской области» | Раздел 3. Хозяйство / карта «Производственная инфраструктура» |

- находить в разных источниках и анализировать информацию, необходимую для изучения географических объектов и явлений, их обеспеченности природными и человеческими ресурсами, хозяйственного потенциала, экологических проблем;
- приводить примеры: использования и охраны природных ресурсов, адаптации человека к условиям окружающей среды, ее влияния на формирование культуры народов; центров производства важнейших видов продукции, основных транспортных узлов, внутригосударственных и внешних экономических связей Белгородской области;

- составлять краткую географическую характеристику Белгородской области на основе разнообразных источников географической информации и форм ее представления;
- определять на местности, плане и карте расстояния, направления, высоты точек; географические координаты и местоположение географических объектов;
- представлять результаты измерений в разной форме; выявлять на этой основе эмпирические зависимости;
- владеть приемами моделирования в решении имеющихся проблем;
- читать карты различного содержания;
- учитывать фенологические изменения в природе своей местности; проводить наблюдения за отдельными географическими объектами, процессами и явлениями, их изменениями в результате природных и антропогенных воздействий; оценивать их последствия;
- наблюдать за погодой, состоянием воздуха, воды и почвы в своей местности; определения комфортных и дискомфортных параметров природных компонентов своей местности с помощью приборов и инструментов;
- решать практические задачи по определению качества окружающей среды своей местности, ее использованию, сохранению и улучшению; принятия необходимых мер в случае природных стихийных бедствий и техногенных катастроф, проведения самостоятельного поиска географической информации из разных источников: картографических, статистических, геоинформационных, ресурсов Интернет. Важную роль Атлас играет в проектной деятельности учащихся по географии, биологии, экологии. Данные атласа позволяют школьникам создавать новые географические карты на основе приведенных данных, выявлять экологические проблемы и находить пути их решения, создавать туристические маршруты региона [5].

Помимо использования в рамках образовательного процесса в курсе средней школы, Атлас находит широкое применение среди студентов географических, экологических, педагогических направлений при изучении таких дисциплин как: «Краеведение и география Белгородской области», «Краеведение география и экология Белгородской области», Экология региона», «Антропогенное ландафтоведение» и др., при написании курсовых и выпускных квалификационных работ, при подготовке отчетов о прохождении учебных полевых практик.

«Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство» представляет собой интегральный результат глубокого анализа современных природных условий и ресурсов, хозяйства и населения Белгородской области.

Разработка и создание комплексного регионального атласа Белгородской области с учётом потребностей высшей и средней школы способствует формированию системных знаний о родном крае. Атлас является как научным трудом, так и учебно-справочным пособием. Представленная в атласе посредством тематических карт актуальная географическая информация позволила сделать региональный атлас одним из основных средств информационно-образовательной среды.

## Список литературы

1. Белгородоведение / деп.обр.Белг.обл. // БелИРО: метод. пос. для пед-в. Белгород, 2015.
2. Корнилов, А.Г., Петин, А.Н., Чендев, Ю.Г., Петина, В.И. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. Белгород: Константа, 2018. 69-199 с.

3. Петин А.Н., Нарожняя А. Г., Петина М. А., Фурманова Т. Н. Концепция, структура и содержание комплексного регионального географического атласа Белгородской области. Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных территориях: материалы VII междунар. науч. конф. (памяти проф. Петина А.Н.). 24–26 октября. Белгород, 2017. 218-220 с.

4. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области. Атлас. Под ред. Ф.Н. Лисецкого. Белгород, 2005. 180 с.

5. Савиных В.П., Бугаевский Ю.Л., Братков В.В., Верещака Т.В., Билибина Н.А., Биктимирова Н.М., Мельникова Е.Б., Кузьмина Н.А. Концепция географического атласа для учителей как многофункциональной информационной системы. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. 2017. № 4. С. 4-13.

УДК 332.6

# РЕГИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Выродова Ю.Н.**

*ФГАОУ ВО Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия*

*E-mail: 0101@dizo31.ru*

## Введение

Системы оценки земель являются важнейшими элементами земельной политики, землеустройства и планирования использования земельных ресурсов в любой стране. При разработке и внедрении таких систем особое внимание всегда уделяется землям сельскохозяйственного назначения, методика определения ценности которых требует учета множества факторов: от климатических условий и почвенных характеристик до системы мер государственной поддержки агропромышленного комплекса и эстетической привлекательности агроландшафтов [11, 15, 16, 18]. Результаты оценки земель сельскохозяйственного назначения имеют не только экономическое значение, которое связано с их использованием для определения налоговых, арендных и иных земельных платежей, но и играют важную роль в формировании экологической политики, так как применяются для обоснования и принятия решений о пространственном развитии урбанизированных и сельских территорий [17, 21].

В России на сегодняшний день основные земельно-оценочные работы сосредоточены в сфере кадастровой оценки земельных участков для целей налогообложения. Существовавшая в советский период общесоюзная система бонитировки почв и экономической оценки земель сельскохозяйственного назначения была упразднена без полноценной адекватной замены новой оценочной системой. В результате сегодня оценка качества земель сельскохозяйственного назначения, как часть землеустройства и мониторинга земель, не имеет четкой правовой базы и системной практики на региональном и общегосударственном уровнях. Задачи по формированию соответствующей системы вновь выходят на повестку дня в рамках цифровизации агропромышленного комплекса в целом и землеустройства сельскохозяйственных земель в частности [20].

Система государственной кадастровой оценки недвижимости в России (далее – ГКО) также далека от совершенства. В 2016-2019 гг. в указанной сфере была проведена очередная масштабная реформа, затронувшая правовые, организационные,

методические аспекты этой деятельности [4]. Одним из основных нововведений данной реформы стало утверждение единых Методических указаний о ГКО для всех категорий земель [10] взамен ранее существовавших отдельных методических документов. Это должно было обеспечить необходимую унификацию процедур оценки недвижимости и единство методологии в условиях децентрализации основных исполнительских функций по кадастровой оценке путем их передачи специализированным оценочным бюджетным учреждениям регионального уровня. С учетом широты предмета регулирования, а также существенной дифференциации регионов России по климатическим условиям, структуре почвенного покрова [6] и другим условиям землепользования, Методические указания о ГКО определили только общее описание возможных к применению подходов и методов оценки, а также дали рекомендации по классификации объектов оценки и составу ценообразующих факторов. Фактически данный документ не содержит конкретной методики расчета кадастровой стоимости земельных участков как сельскохозяйственного назначения, так и других оценочных сегментов (групп). Сегодня кадастровые оценщики вправе обосновать применение любого подхода и метода оценки, что находит отражение в существенной межрегиональной дифференциации как практики расчета, так и результатов кадастровой оценки земель, относящихся к одинаковым оценочным группам и имеющим сходные фактические параметры использования и оценочные характеристики (факторы) [2].

С одной стороны, рекомендательный характер Методических указаний о ГКО позволяет учитывать региональные природно-географические и социально-экономические особенности землепользования при кадастровой оценке, что соответствует международным принципам оценки земель и передовой практике созданий соответствующих оценочных систем в мире [13, 19]. С другой стороны, ни в законе о ГКО [9] ни в Методических указаниях о ГКО не определен правовой статус региональных методик и моделей кадастровой оценки. Региональный компонент методического обеспечения ГКО развивается сейчас стихийно на уровне оценочных учреждений и документируется исключительно в отчетах об итогах ГКО, составляемых данными учреждениями. Такая практика увеличивает риск субъективизма и коррупционный риск в кадастровой оценке. Возможность частых изменений методик от тура к туру оценки снижает предсказуемость и преемственность результатов кадастровой оценки [3].

Например, в одной из самых известных в мировой практике системе оценки земель LESA («Land evaluation and site assessment»), разработанной в США, учет регионального (местного) аспекта землепользования осуществляется на стадии внедрения системы на соответствующей территории путем определения с учетом региональных особенностей состава оценочных факторов, предельных диапазонов их значений и весовых коэффициентов в итоговой оценке. Для этих целей создается специальная комиссия на правительственном уровне региона или муниципалитета. Оценщики в дальнейшем пользуются уже разработанными и утверждёнными параметрами системы, что исключает предвзятость в оценке [14, 17, 22].

Анализ региональных аспектов кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, научное обоснование механизмов внедрения и требований к содержанию региональных компонентов методического обеспечения определения кадастровой стоимости соответствующих земель приобретает особую актуальность в связи с предстоящей в 2022 г. массовой кадастровой оценкой земель всех категорий на территории всех субъектов РФ [9].

## Объекты и методы

Целью проведенного исследования являлась разработка и обоснование региональной модели определения кадастровой стоимости земель

сельскохозяйственного использования с учетом географического своеобразия агроландшафтов на юге Среднерусской возвышенности (на примере Белгородской области). Объектом исследования выбраны земельные участки, относящиеся к оценочному сегменту «1. Сельскохозяйственное использование» на территории Белгородской области. Этот сегмент включает участки, относящиеся к сельскохозяйственным угодьям в составе любых категорий земель. Информационную основу исследования составили сведения Фонда данных государственной кадастровой оценки [12], Единой межведомственной информационно-статистической системы [5] и статистической Базы данных показателей муниципальных образований Белгородской области [1]. Для формирования геоинформационной базы данных об объектах, результатах кадастровой оценки, факторах кадастровой стоимости, обработки векторных и растровых пространственных данных и составления картосхем использовалась открытая геоинформационная система QGIS 3.10.6.

## Результаты и обсуждение

На территории Белгородской области земли сельскохозяйственного использования являются самой крупной по площади группой объектов кадастровой оценки, занимая 2133,7 тыс. га или 78,64% всей территории [5].

По итогам последнего тура ГКО 2018 г. в Белгородской области установился самый высокий средний удельный показатель кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий (10,92 руб./кв.м) как в Центральном Черноземье, так и в Центральном федеральном округе в целом [12] (рис. 1).

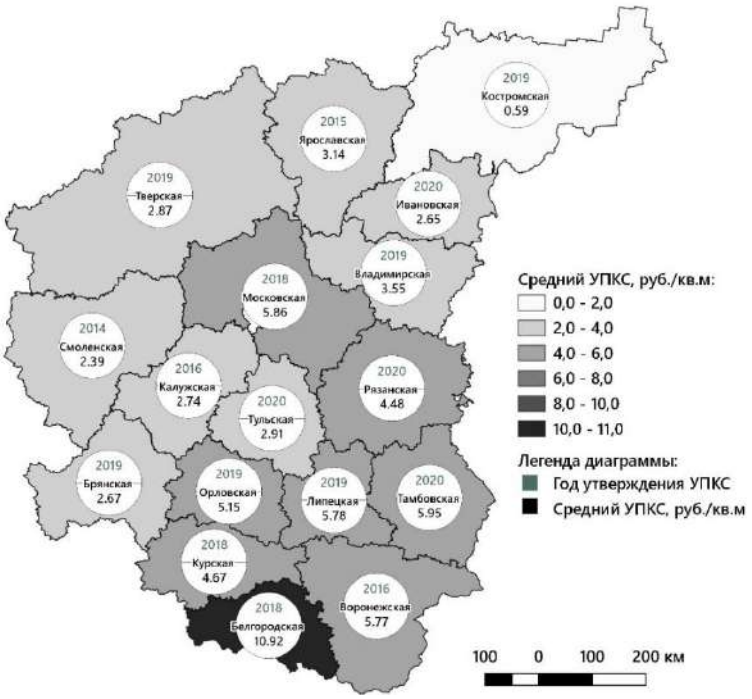



*Рис. 1.* Картосхема среднего уровня кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в регионах ЦФО России на 01.01.2021 г.

При разработке региональной модели ГКО земель сельскохозяйственного использования учитывались следующие факторы, определяющие принципы ее формирования и условия внедрения:

*1. Природно-географические:*

– преобладание в структуре почвенного покрова области высокопродуктивных черноземных типов почв (90% пашни);

– распространенность склонового типа рельефа агроландшафтов (доля площади земельных участков, относящихся к объектам оценки, на склонах более 1° – 81%, более 3° –33%), высокий уровень эродированности почв и эрозионных рисков;

– сильная зависимость продуктивности сельскохозяйственных угодий от климатических условий влагообеспеченности с учетом усиления в последние годы засушливости климата на фоне роста теплообеспеченности, не сопровождающегося адекватным увеличением осадков вегетационного периода [7];

*2. Агроэкономические:*

– высокий уровень применяемых агротехнологий и культуры сельскохозяйственного производства, высокие показатели урожайности (превышающие нормативные показатели), валового дохода растениеводства и рентабельности;

– преобладание пашни в структуре сельскохозяйственных угодий (77% общей площади сельскохозяйственных угодий);

– преимущественный вид использования пашни – выращивание однолетних зерновых, зернобобовых и технических культур; незначительная доля земель, занятых многолетними насаждениями (плодово-ягодными культурами), и земель, используемых для овощеводства;

– низкая доля фактически используемых сельскохозяйственными организациями сенокосов и пастбищ, что обусловлено общей тенденцией сокращения поголовья крупного рогатого скота и изменениями агротехнологий его кормления, а также специализацией отрасли животноводства преимущественно на свиноводстве и птицеводстве; наличие тенденции отказа землепользователей от прав на земли, относящиеся к естественным кормовым угодьям, в связи с их невостребованностью;

3. *Кадастрово-технологические:*

– высокая доля площади земельных участков сельскохозяйственного назначения, имеющих в Едином государственном реестре недвижимости координатное описание местоположения границ по результатам межевания (83% площади всех сельскохозяйственных угодий);

– преобладание в кадастровом учете многоконтурных типов земельных участков сельскохозяйственного назначения (88% общего количества), преимущественно представленных сочетанием контуров, относящихся к различным видам сельскохозяйственных и несельскохозяйственных угодий;

– внедрение и функционирование на территории области уникальной геоинформационной системы, содержащей результаты почвенно-эрозионных и агрохимических обследований почв (ГИС «Агроэколог Онлайн»), позволяющей обеспечить кадастровых оценщиков актуальной информацией о характеристиках почв и мезорельефа агроландшафтов [8].

*4. Политические:*

– реализация на территории области программы биологизации земледелия и концепции бассейнового природопользования, включающих мероприятия по внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия, консервации естественных кормовых угодий, агролесомелиорации и др.

– ориентация государственной земельной политики на максимизацию размера земельных платежей в бюджет в целях создания условий для устойчивого развития сельских территорий;

– высокая активность региональной власти в вопросах оборота земель сельскохозяйственного назначения и функционирования соответствующего сегмента рынка недвижимости.

Формирование региональной модели ГКО также основано на принципах достоверности и проверяемости исходных данных, прозрачности и простоты порядка

расчета кадастровой стоимости и ее ценообразующих факторов, предсказуемости и преемственности результатов, связи показателей кадастровой оценки с фактическими среднемноголетними уровнями урожайности, доходности и затрат в сельскохозяйственной отрасли.

Концептуальна схема предлагаемой региональной модели ГКО, отражающая состав ценообразующих факторов, их взаимосвязь и источники определения значений, представлена на рис. 2.

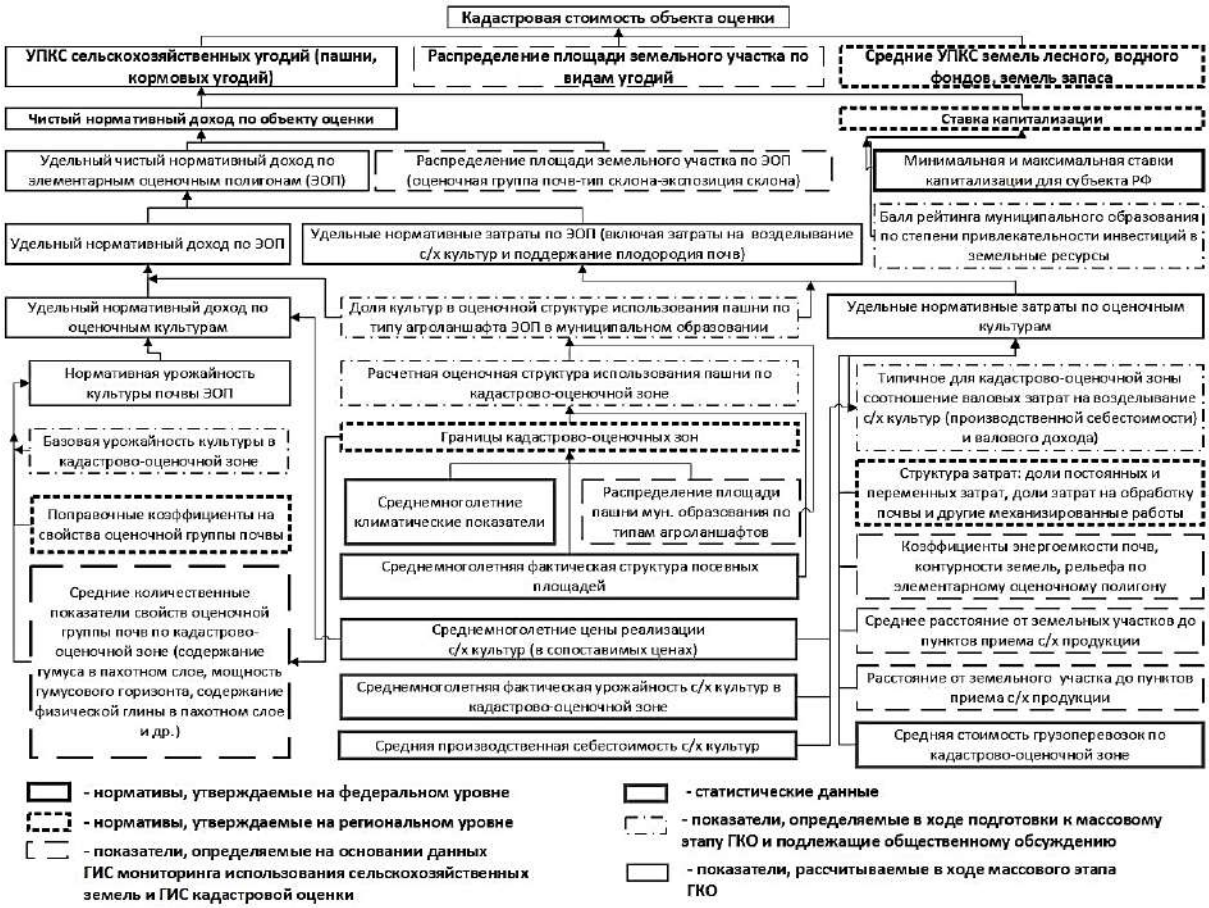



*Рис. 2.* Схема региональной модели определения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного использования в Белгородской области

Среди основных особенностей (новшеств) региональной модели ГКО следует выделить:

– изменение организационной схемы работ по определению кадастровой стоимости, предполагающее выделение двух этапов, в том числе подготовительного этапа, на котором проводится комплексное кадастрово-оценочное зонирование по географическим, геоморфологическим, агроклиматическим, агроэкономическим условиям землепользования в сельскохозяйственном производстве и разработка базовых нормативов по кадастрово-оценочным зонам (рис. 3);

– использование актуальных данных почвенных, почвенно-эрозионных, агрохимических обследований, данных цифровых моделей рельефа на основе информационного взаимодействия с геоинформационной системой мониторинга сельскохозяйственных земель федеральной агрохимической службы – ГИС «Агроэколог Онлайн»;

– применение новых методик определения нормативной урожайности сельскохозяйственных культур, нормативных затрат, оценочных структур

использования пашни по типам агроландшафта, обеспечивающих более точный учет влияния климатических факторов и тесную связь расчетных значений ценообразующих факторов со среднемноголетними фактическими данными сельскохозяйственного производства в кадастрово-оценочной зоне с учетом достигнутого уровня агротехнологий;

– применение новых методики и технологии определения чистого нормативного дохода, удельных показателей кадастровой стоимости и кадастровой стоимости, основанных на учете разнообразия видов угодий, почвенного покрова, характеристик мезорельефа в границах объектов оценки; дифференцированная оценка по элементарным оценочным полигонам, сформированным на основании уникального сочетания в границах объектов оценки значений факторов «вид угодий – оценочная группа почв (выделяется по критериям: тип почвы, степень эродированности, механический состав, гумусированность и другим агроэкологическим критериям группировки почв) – тип склона (угол наклона) – экспозиция склона»;

– применение новой методики определения ставок капитализации, дифференцированных с учетом рейтинга муниципальных образований по степени привлекательности инвестиций в земельные ресурсы.

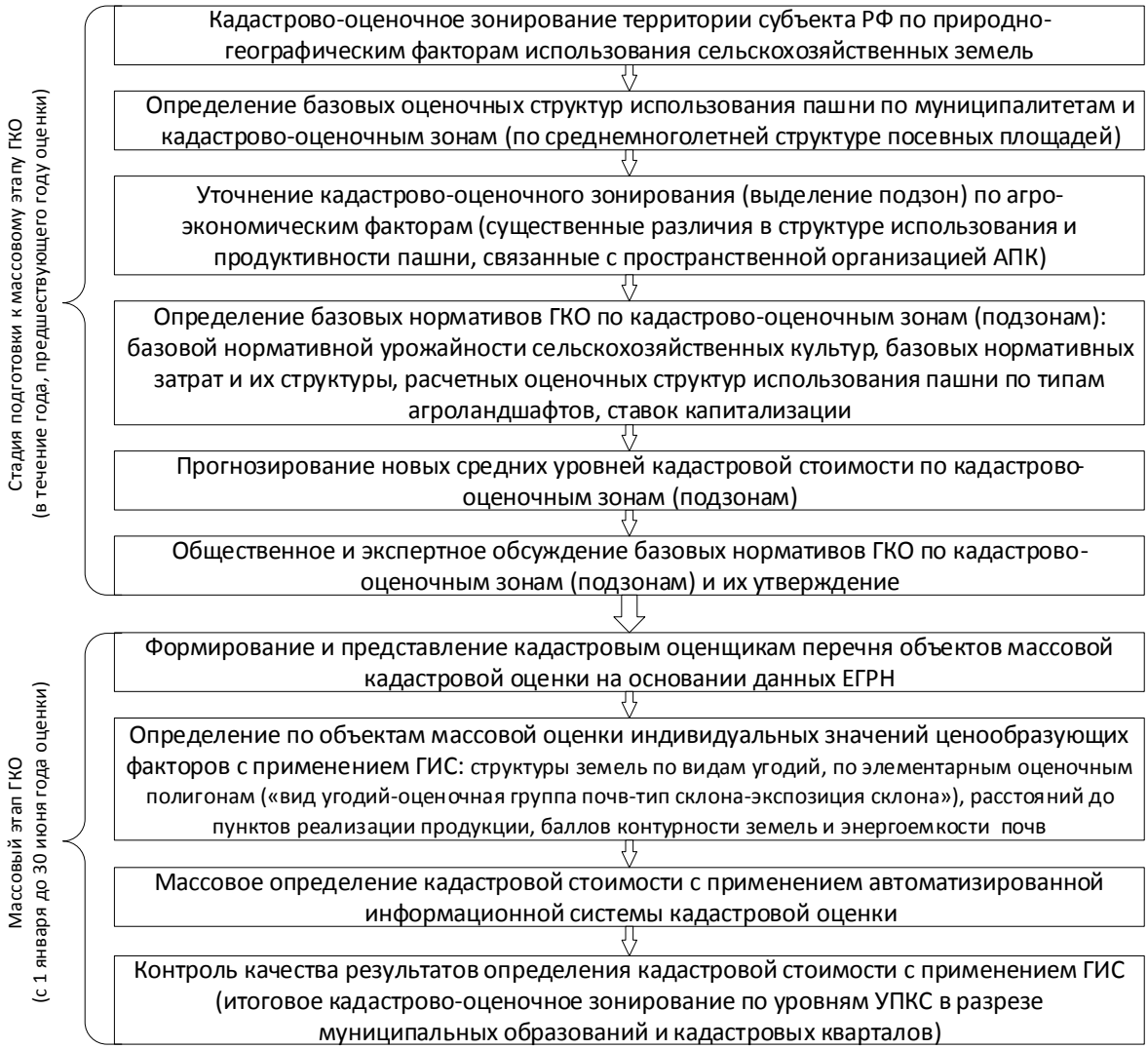



*Рис. 3.* Организационная схема работ по определению кадастровой стоимости в соответствии с региональной моделью ГКО в Белгородской области

## Выводы

Дальнейшее развитие и повышение эффективности системы кадастровой оценки недвижимости в целом, и земель сельскохозяйственного использования в частности, требует решения целого ряда сложных правовых, научно-методических, информационно-технических и организационных задач, носящих преимущественно межведомственный характер. В основу соответствующего комплекса мероприятий предлагается положить концепцию региональных моделей ГКО как компонента методического обеспечения оценки. Соответствующие модели будут носить адаптивный характер и способны учесть географическое своеобразие агроландшафтов конкретной территории и меняющиеся агроэкономические условия землепользования. Региональные модели ГКО предлагается утверждать нормативными правовыми актами субъектов РФ, что обеспечит преемственность технологии расчета кадастровой стоимости от тура к туру оценки, повысит объективность и предсказуемость результатов оценки, снизит коррупционные риски.

Разработанная региональная модель ГКО сельскохозяйственных угодий Белгородской области обеспечивает более тесную связь показателей кадастровой стоимости с фактическими показателями ведения сельского хозяйства в регионе, необходимую дифференциацию результатов оценки с учетом реальной доходности и ценности земель, отличающихся по составу угодий, качеству почв, условиям мезорельефа агроландшафтов, агроклиматическим условиям, местоположению.

## Список литературы

1. База данных показателей муниципальных образований Белгородской области [Электронный ресурс] // Официальный сайт Росстата. – Режим доступа: https://gks.ru/dbscripts/munst/munst14/DBInet.cgi (дата обращения: 15.09.2020).

2. Выродова Ю.Н. Актуальные проблемы формирования системы кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2021. – №3. – С. 198-206.

3. Выродова Ю.Н. Кадастровая стоимость сельскохозяйственных угодий Белгородской области: динамика и факторы изменения // Региональные геосистемы. – 2021. – № 45(1). – С. 77–94. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-77-94.

4. Выродова Ю.Н. Новая система кадастровой оценки недвижимости: первые итоги применения для земель сельскохозяйственного назначения и актуальные проблемы дальнейшего совершенствования // Евразийское Научное Объединение. – 2020. - № 1-6 (59). – С. 427-433.

5. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС): Государственная статистика / Росстат. – Режим доступа: https://www.fedstat.ru/indicator/31328 (дата обращения: 26.06.2021).

6. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0 / Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. – Режим доступа: http://egrpr.esoil.ru/ (дата обращения 24.12.2020).

7. Лебедева М.Г., Крымская О.В., Чендев Ю.Г. Агроклиматические ресурсы Белгородской области в начале XXI века // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – №10. – С. 71-76.

8. Лукин С.В., Костин И.Г., Малышева Е.С. Применение геоинформационных систем для агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных земель // Агрохимический вестник. – 2019. – № 4. – С. 8-13.

9. О государственной кадастровой оценке: Федеральный закон от 03.07.2016 № 237 ФЗ (в ред. от 31.07.2020 № 269-ФЗ) // Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа: http://www.pravo.gov.ru (дата обращения: 12.07.2021).

10. Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке: Приказ Минэкономразвития России от 12 мая 2017 года № 226 // Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа: http://www.pravo.gov.ru (дата обращения: 15.08.2020).

11. Синица Ю.С., Комаров С.И. Оценка земель сельскохозяйственного назначения: российский и зарубежный опыт // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2020. – № 6 (225). – С. 42-49.

12. Фонд данных государственной кадастровой оценки [Электронный ресурс] // Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. – Режим доступа: https://rosreestr.ru/wps/portal/cc_ib_svedFDGKO (дата обращения: 25.01.2020).

13. A Framework for land evaluation/FAO and Agriculture organization of the United Nations. – Режим доступа: http://www.fao.org/3/x5310e/x5310e00.htm#Contents (дата обращения: 15.07.2021).

14. Coughlin R.E. et al. The status of state and local LESA programs // Journal of Soil and Water Conservation. – 1994. – Т. 49. – №. 1. – С. 6-13.

15. Devadoss S., Manchu V. A comprehensive analysis of farmland value determination: a county-level analysis //Applied Economics. – 2007. – Vol. 39. – №. 18. – P. 2323-2330.

16. Feichtinger P., Salhofer K. The valuation of agricultural land and the influence of government payments // Factor Markets Working Paper. – 2011. – №10 (December 2011). – Режим доступа: http://aei.pitt.edu/58513/1/Factor_Markets_10.pdf (дата обращения: 15.09.2020).

17. Land evaluation and site assessment / Natural Resources Conservation Service. United States Department of Agriculture. – Режим доступа: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/landuse/?cid=nrcs143_008438 (дата обращения: 17.07.2021).

18. Mathews L.G., Rex A. Incorporating scenic quality and cultural heritage into farmland valuation: results from an enhanced LESA model // Agricultural & Applied Economics Association 2010 AAEA, CAES and WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 26, 2010. – Режим доступа: https://core.ac.uk/download/pdf/6550525.pdf (дата обращения: 20.05.2021).

19. Verheye W., Koohafkan A.P., Nachtergaele F. The FAO guidelines for land evaluation // Encyclopedia of land use, land cover and soil sciences: Land evaluation. – 2009. – Vol. 2. – P. 78-100.

20. Volkov S.N., Cherkashina E.V., Shapovalov D.A. Digital land management: new approaches and technologies // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2019. – Т. 350. – №. 1. – С. 012074.

21. Vyrodova Y., Chendev Y. Cadastral valuation of agricultural lands in the context of spatial development of the agro-industrial complex in Russia //3rd International Conference Spatial Development of Territories (SDT 2020). – Atlantis Press, 2021. – С. 171-176.

22. Wright L.E. et al. LESA – agricultural land evaluation and site assessment // Journal of Soil and Water Conservation. – 1983. – Vol. 38. – №. 2. – P. 82-86.

УДК 556.5

# ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПРОГНОЗ СТОКА ГОРНЫХ РЕК ДАГЕСТАНА И АРМЕНИИ

**Гайдукова Е.В.**[1], **Маргарян В.Г.**[2], **Мякишева Н.В.**[3], **Винокуров И.О.**[4]
[1, 3, 4] *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*
[2] *Ереванский государственный университет, Ереван, Армения*
*E-mail: oderiut@mail.ru*

## Введение

Большинство отраслей экономики, деятельность которых тесно связана с использованием водных ресурсов, нуждается в надежных гидрологических прогнозах. Такой прогноз позволяет оптимизировать хозяйственную деятельность с учетом непосредственных потребностей производства (см., например, [1, 2]).

Цель исследования заключается в апробации модели вероятностного прогнозирования речного стока, на примере горных рек Дагестана и Армении. Водосборы горных рек отличаются более сложными процессами формирования речного стока, при описании которых следует учитывать скорости этих гидрологических процессов, уклон и характер водосборной поверхности.

Методика стохастического прогнозирования основана на использовании системы дифференциальных уравнений для начальных моментов распределения плотности вероятности расходов воды суточного стока. Данная методика дает возможность получения оперативных прогнозов состояния водных объектов, так как выпускается прогноз вероятностных характеристик расходов воды, что позволяет оценивать и предотвращать риски затоплений населенных пунктов, гидротехнических сооружений, мостовых переходов на автомобильных и железных дорогах.

## Материалы и методы

Рассматривались две горные реки – р. Самур (Дагестан) [3] и р. Арпа (Армения) [4]. В качестве исходных данных были взяты расходы воды по гидрологическим станциям с. Усухчай за три года (2013, 2014, 2015 гг.) и для п. Джермук за 2018 и 2019 гг. Метеорологические данные включали среднесуточную температуру воздуха (°С), сумму суточных осадков (мм), толщину снежного покрова (см) по метеостанциям Ахты и Джермук соответственно.

Для выявления особенностей прогнозирования стока горных рек использовался метод стохастического прогноза, разработанный в РГГМУ [5]. Решением системы уравнений для начальных моментов являются прогнозные значения трех первых моментов, которые характеризуют среднесуточное значение, вариацию расходов воды внутри суток и отклонение среднего значения от модального.

В основе прогнозного метода лежит уравнение Фоккера–Планка–Колмогорова (ФПК), которое аппроксимируется системой обыкновенных дифференциальных уравнений [6]:

$$\begin{aligned} dm_1/dt &= -(\bar{c} - 0{,}5G_{\tilde{c}})m_1 + \bar{N} - 0{,}5G_{\tilde{c}\tilde{N}}; \\ dm_2/dt &= -2(\bar{c} - G_{\tilde{c}})m_2 + 2\bar{N}m_1 - 3G_{\tilde{c}\tilde{N}}m_1 + G_{\tilde{N}}; \\ dm_3/dt &= -3(\bar{c} - 1{,}5G_{\tilde{c}})m_3 + 3\bar{N}m_2 - 7{,}5G_{\tilde{c}\tilde{N}}m_2 + 3G_{\tilde{N}}m_1, \end{aligned} \quad (1)$$

где $m_i$ – начальные статистические моменты $i$-го порядка; $c = 1/k\tau$; $N = \dot{X}/\tau$, $k$ – коэффициент, характеризующий потери стока на водосборе; $\tau$ – время релаксации

речного бассейна; $\dot{X}$ – интенсивность осадков; $G_{\tilde{c}}$, $G_{\tilde{N}}$, $G_{\tilde{c}\tilde{N}}$ – интенсивности белых гауссовских шумов.

Трех уравнений в системе достаточно для получения эволюции асимметричных вероятностных распределений.

Возможны различные варианты параметризации системы (1). С учетом того, что $c = 1/k\tau$, $N = \dot{X}/\tau$ и при этом $k$ и $\tau$ известны из оптимизации модели, а $\dot{X}$ – из метеопрогноза, необходимо определить только интенсивности $G_{\tilde{c}}$, $G_{\tilde{N}}$ и $G_{\tilde{c}\tilde{N}}$ из трех уравнений системы (1) при известных $m_1$, $m_2$ и $m_3$. Они могут быть определены на основе 30-дневных наблюдений за стоком в створе, для которого дается прогноз.

Решением системы уравнений для начальных моментов (1) являются прогнозные значения трех первых моментов, которые характеризуют среднесуточное значение, вариацию расходов воды внутри суток ($Cv = \sqrt{m_2 - m_1^2}/m_1$) и отклонение среднего значения от модального ($Cs = (m_3 - 3m_2m_1 + 2m_1^3)/(Cv^3 m_1^3)$).

В гидрологической практике используют только среднесуточные значения, делается как бы статистическое обобщение внутрисуточных вариаций расходов воды, т.е. в течение суток происходят изменения расходов воды, которые не измеряются и не фиксируются.

## Результаты и обсуждение

Поверочные прогнозы вероятностных моментов были сделаны на период весеннего половодья с суточной заблаговременностью. Прогнозы оценивались по двум критериям: соотношению среднеквадратической погрешности к среднеквадратическому отклонению изменений прогнозируемой величины за период заблаговременности ($S/\sigma_\Delta$) и числу оправдавшихся прогнозов ($P$, %).

Параметризация и прогноз делались в специально написанной программе в среде *MatLab*. В качестве численного метода при решении системы дифференциальных уравнений применялся метод конечных разностей. Также следует отметить, что было произведено уменьшение аддитивной составляющей в системе, так как без подобного действия численное решение теряет устойчивость.

Оптимизация параметров прогнозной системы производилась на предшествующих дате выпуска прогноза 30 сутках, позволяющих получать статистические моменты с меньшей погрешностью. Процедура динамической параметризации заключается в том, что перед каждой датой выпуска прогноза производится параметризация параметров системы уравнений, считая, что значения параметров останутся неизменным на период заблаговременности. В данном случае параметризировались следующие величины:

– коэффициент водоотдачи из снежного покрова,

– коэффициент, характеризующий потери стока на водосборе ($k$),

– скорость изменения дисперсии величины обратной коэффициенту, отвечающему за потери на водосборе ($G_{\tilde{c}}$),

– скорость изменения дисперсии внешнего воздействия на водосбор ($G_{\tilde{N}}$),

– коэффициент корреляции между двумя последними величинами ($G_{\tilde{c}\tilde{N}}$).

Задавались следующие величины: время добегания ($\tau$) и запас снега на водосборе на начало половодья.

На рис. 1, для примера, показаны фактические и прогнозные гидрографы на период половодья за 2014 г. для р. Самур и за 2018 г. для р. Арпа. В табл. 1 представлена оценка поверочных прогнозов в виде соотношения $S/\sigma_\Delta$.

В таблице видно, что численные значения соотношения $S/\sigma_\Delta$ для первого и второго моментов не превышают 0,8, что является удовлетворительным результатом для ряда поверочных прогнозов, включающего более 100 членов.

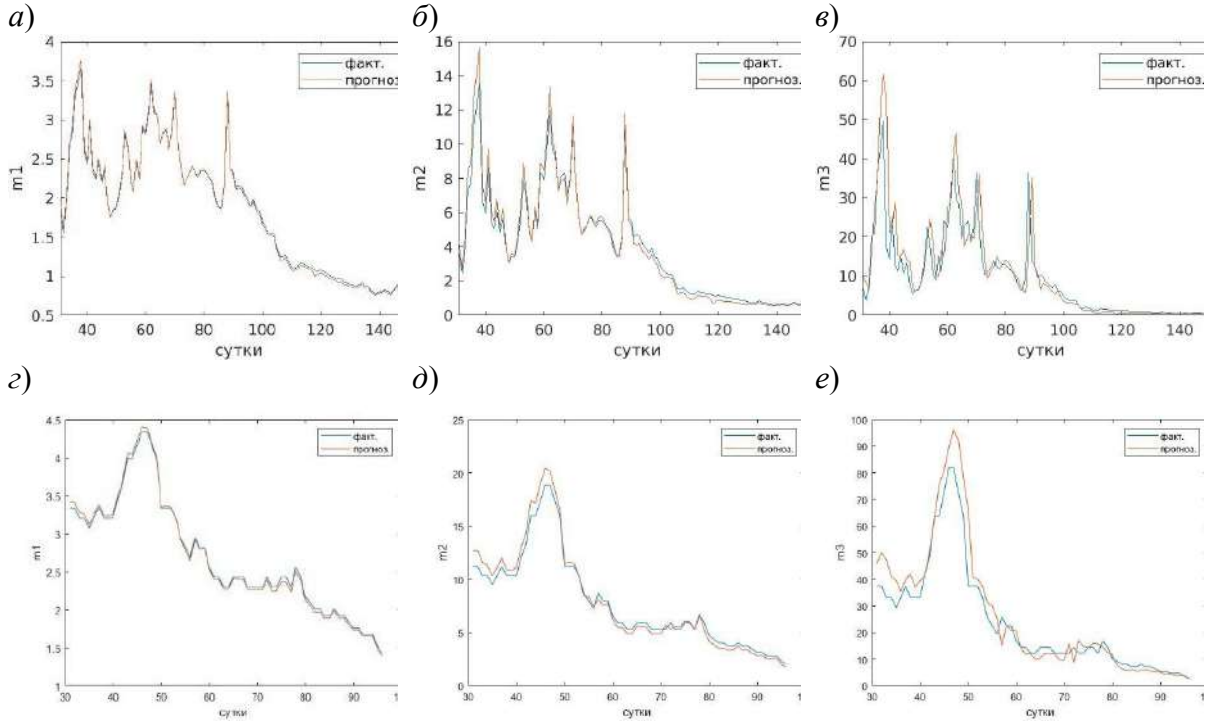



*Рис. 1.* Изменение фактических и прогнозных моментов за период половодья: *а* – первого момента, *б* – второго момента и *в* – третьего момента за 2014 г., р. Самур – с. Усухчай; *г* – первого момента, *д* – второго момента, *е* – третьего момента за 2018 г., р. Арпа – п. Джермук.

*Таблица 1.*

**Критерии оценки эффективности при прогнозах первых трех начальных моментов**

р. Самур – с. Усухчай

| Начальный момент | $S/\sigma_\Delta$ | $P$, % |
|---|---|---|
| 2013 год | | |
| первый ($m_1$) | 0,15 | 80,6 |
| второй ($m_2$) | 0,37 | 72,2 |
| третий ($m_3$) | 1,08 | 61,3 |
| 2014 год | | |
| первый ($m_1$) | 0,12 | 80,4 |
| второй ($m_2$) | 0,33 | 75,2 |
| третий ($m_3$) | 0,97 | 62,1 |
| 2015 год | | |
| первый ($m_1$) | 0,25 | 77,1 |
| второй ($m_2$) | 0,62 | 60,3 |
| третий ($m_3$) | 1,35 | 56,5 |

р. Арпа – п. Джермук

| Начальный момент | $S/\sigma_\Delta$ | $P$, % |
|---|---|---|
| 2018 год | | |
| первый ($m_1$) | 0,17 | 68,8 |
| второй ($m_2$) | 0.69 | 46,9 |
| третий ($m_3$) | 1,36 | 40,6 |
| 2019 год | | |
| первый ($m_1$) | 0,31 | 45,2 |
| второй ($m_2$) | 1,04 | 37,1 |
| третий ($m_3$) | 2,27 | 32,2 |

Следует отметить, что для второго начального момента $m_2$ результат несколько хуже, чем для первого момента, происходит завышение прогнозных значений. Моменты $m_1$, $m_2$ характеризуют слой стока в миллиметрах и мм$^2$ соответственно.

Для третьего момента получен неудовлетворительный результат прогноза. Третий начальный момент сам по себе рассчитывается с тройной погрешностью, которая отражается и на прогнозных значениях. Для уменьшения погрешностей следует увеличить период параметризации прогнозной системы, но это, в свою очередь, приведет к потере физического смысла параметризируемых величин.

Также видна закономерность в увеличенных прогнозных значениях на подъеме половодья и в уменьшенных значениях на спаде половодья. Подобное явление можно связать с достаточно продолжительным периодом параметризации, который для первых дат выпуска прогноза может начинаться в период зимней межени, что сказывается на численных значениях параметров модели.

Данный вид прогноза можно применить для нескольких станций, расположенных в одной гидрографической сети, таким образом, получить фоновый вероятностный прогноз в виде карт изолиний начальных моментов. Первых двух начальных моментов достаточно для определения статистических гидрологических характеристик (нормы, коэффициентов вариации), а значит, и для нахождения в любой точке рассматриваемой территории кривой обеспеченности для суточного слоя стока, значения которой входят в некоторые производственные функции отраслей экономики.

Пример кривой обеспеченности показан рис. 2. По кривой можно определить вероятностные значения расходов воды в течение суток. Ведь среднесуточные значения включат в себя и максимальные расходы воды. По кривой обеспеченности можно спрогнозировать вероятность появления и величину максимальных значений.

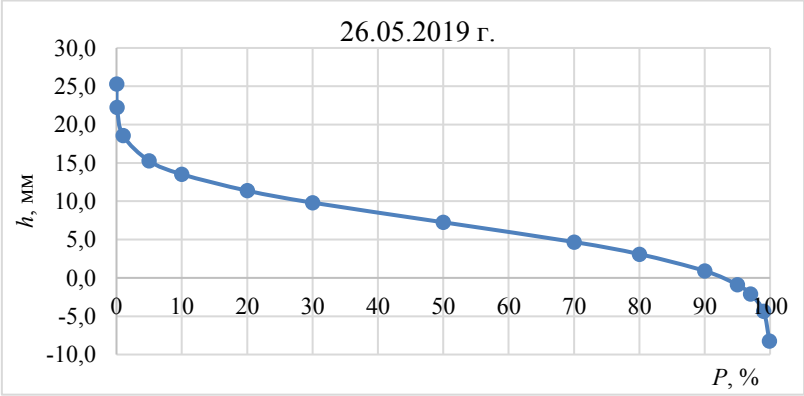



*Рис. 2.* Пример прогнозной кривой обеспеченности для суточного разрешения.

Другой подход в направлении вероятностного суточного прогноза может заключаться в обработке информации в многолетнем разрезе, т.е. параметризацию модели делать не за предшествующие дате выпуска прогноза сутки, а для конкретных суток за многолетний период. Но для такого подхода нужны данные за много, не менее 30, лет для нахождения начальных моментов с наименьшей погрешностью и для учета различных (маловодных, многоводных) фаз водности.

## Заключение

В ходе апробации вероятностной модели были выпущены поверочные прогнозы с суточной заблаговременностью первого, второго и третьего начальных моментов, показывающих среднее значение, вариацию и отклонение от модального значения слоя речного стока за сутки. Получено, что первый начальный момент прогнозируется надежнее, чем второй и третий, причем отклонения прогнозных значений от фактических достигали для некоторых водосборов доли миллиметра.

Несмотря на то, что эффективность вероятностная модель показала только для первых двух начальных моментов, данный подход являет весьма перспективным для получения прогнозных кривых плотности вероятности, позволяющих определять обеспеченные значения расходов воды (модулей, слоев стока) для суточного разрешения.

**Благодарности**

*Исследование выполнено при финансовой поддержке КН РА и РФФИ (РФ) в рамках совместного научного исследования «Краткосрочный вероятностный прогноз стока рек в период весеннего половодья» № 20RF-039 и № 20-55-05006\20 соответственно.*

**Список литературы**

1. Burlov V., Grobitski A., Grobitskaya A. Construction management in terms of indicator of the successfully fulfilled production task. // Magazine of Civil Engineering, 63(3), 2016. − P. 77−91. doi:10.5862/MCE.63.5.

2. Burlov V., Andreev A., Gomazov F. Development of a model for the management of environmental safety of the region, taking into account of the GIS capacity, 2018. doi:10.1051/matecconf/201819302038

3. Гайдукова Е.В., Маргарян В.Г., Винокуров И.О., Ромащенко А.Ю. Краткосрочное прогнозирование расходов воды на р. Самур // Международный научно-исследовательский журнал, № 6-3 (108), 2021. – С. 17–23.

4. Маргарян В.Г., Гайдукова Е.В., Азизян Л.В., Мисакян А.Э. Особенности формирования весеннего половодья в бассейне реки Арпа // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, № 3, 2021. – С. 126–152.

5. Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В. Моделирование гидрологических процессов. – СПб: изд-во РГГМУ, 2006. – 559 с.

6. Баймаганбетов А.Е., Гайдукова Е.В. Применение метода стохастического фонового прогноза к речным бассейнам Казахстана // Гидрометеорология и экология, № 59, 2020. – С. 41–50. DOI: 10.33933/2074-2762-2020-59-41-50.

УДК 504.055

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КОМФОРТНОСТИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ШКОЛ

**Дроздова Е.А., Родионова М.Е., Вагурин И.Ю.**

*ФГАОУ ВО Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия*

*E-mail: drozdova@bsu.edu.ru*

В последние годы как никогда становятся актуальными экологические проблемы городов, состояние атмосферного воздуха, рациональность планировки и застройки, качество питьевой воды в связи с ростом урбанизации и увеличением нагрузки на урбосистемы поселений. Уделяется много внимания и финансов на создание благоприятной окружающей среды, качественный инфраструктурный блок и комфортную среду обитания в целом. При этом, несколько недооцененным остается аспект экологической комфортности пространств, в котором человек проводит большую часть времени. В данной работе мы будем рассматривать экологические аспекты комфортности образовательных учреждений на примере школ г. Белгорода, так как именно «за партой» школьники проводят, в среднем по 6-7 часов в день, а при условии продленного дня и все 8-9 часов.

При разработке данного направления мы столкнулись с некоторым научным «пробелом», так как существует большое количество трудов, посвященных вопросам комфортности городской среды, в части микроклиматических параметров (А.И. Воейков, М.И. Будыко, Б.В. Алисов, Л.С. Берг, Н.К. Витте, В.Г. Бокша, И.С. Кандрор, Т.Н. Лиопо, С.М. Чубинский, Г.М. Данишевский, И.С. Кирьянова, С.Б. Чистякова и др.) или в отношении общих планировочных аспектов комфортности городов (В. Ю. Ануприенко, П. И. Бурак, С. Н. Бобылева, А. И. Виноградова, И. В. Довдиенко, Н. В. Маслова, В. И. Осипова, И. А. Рождественской, Э. А. Сафронова, О. В. Плешакова, Б. Н. Порфирьева, А. Н. Тетиора, В. А. Хомич, В. З. Черняк и др.). Работы связанные с оценкой качества экологических аспектов окружающей среды образовательных учреждений либо совсем отсутствуют, либо представлены мало систематизированными, прикладными опусами-проектами самих школьников. Таким образом, мы видим, что оценка экологических аспектов комфортности образовательных учреждений представляет большой научный и практический интерес, в свете не изученности данного направления и его актуальности.

Оценка и последующая разработка мероприятий по улучшению экологических аспектов среды школ и внедрение мероприятий позволит создать оптимальные условия для обучающихся и работников образовательных учреждений, соответствующих не только санитарным требованиям, но и удовлетворяющим основные экологические постулаты современной образовательной среды.

Понятие комфортности или степень комфортности – совокупный параметр, объединяющий около 30 критериев состояния окружающей среды, одними из центральных объектов оценки комфортности являются изучения состояния атмосферного воздуха, шумовое загрязнение и общие планировочные оценки экологичности среды. В основу нашей работы положена оценка именно перечисленных критериев, так как для образовательных учреждений, в которых дети длительно проводят время они являются лимитирующими факторами, влияющими на развитие, внимательность и умственные способности в целом.

Оценка экологических аспектов комфортности образовательных учреждений проводилась на базе 3 школ г. Белгорода и Белгородского района.

Для оценки экологической комфортности социальных объектов и, в частности, рассматриваемых нами общеобразовательных учреждений мы разработали алгоритм, включающий следующее:

1) Оценка эколог-планировочных особенностей района расположения школы, проводится по унифицированной трехступенчатой шкале: не удовлетворительное, удовлетворительное, хорошее. В данном критерии проводится анализ как территории школы, наличия зеленых зон, их доля, площадь пришкольной территории, так и близость промышленных объектов и крупных автотранспортных развязок, что, в конечном итоге, обуславливает геохимический фон атмосферного воздуха.

2) Изучение качества атмосферного воздуха в помещении школы, оценка таких параметров, как содержание углекислого и угарного газа, формальдегида, оксида и диоксида азота, диоксида серы. Данный критерий, представляется нам особенно важным, хоть частично и вытекающим из планировочных особенностей района размещения школы и близости автодорог, так как именно этот фактор имеет повсеместное присутствие и одинаково воздействует на всех учащихся.

3) Оценка шумового загрязнения. Выделяют естественные и искусственные источники шума, и в то время, как естественный «шум» низкой и средней интенсивности, например шум дождя или пение птиц, способен вызвать положительные эффекты на человеческий организм и умственную деятельность в частности, то шум искусственного происхождения является одним из основных факторов экологического загрязнения урбосферы, способных привести к психическим расстройствам и серьезным заболеваниям человека постоянно подвергающегося шумовой нагрузке.

**УДК 911 (504.03)**

# СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА БЕЛГОРОДА

**Киреева-Гененко И.А.[1, 2], Белоусова Л.И.[1], Полякова Т.А.[1], Осокина Н.В.[1], Дедух Г.В. [2]**

*[1]ФГАОУ ВО Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия*

*[2]Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Белогорье», г. Белгород, Россия*

*E-mail: genenko@bsu.edu.ru*

Городская среда – это система отношений внутри города, коммуникативные связи, которые устанавливаются и поддерживаются для выживания в городе, для безопасности жизнедеятельности. Город – один из видов социальной и пространственной организации населения, возникающий и развивающийся на основе концентрации промышленных, научных, культурных, административных и других функций [1].

Развитие любой территории включает изменение, трансформацию составляющих его элементов. В пространственном отношении эти преобразования затрагивают структуру природного ландшафта, социально-экономической и социально-экологической сфер, в которых происходит изменение характеристик изучаемого объекта. Такие трансформации могут носить комплексный характер.

В геоэкологических исследованиях базовым является понятие геосистема – это географическое образование, состоящее из целостного множества взаимосвязанных, взаимодействующих компонентов географической оболочки. Целью социально-геоэкологических исследований является предотвращение социально-экологических конфликтов, которые возникают в обществе на локальном, региональном и национальном уровне [1, 2].

Наше исследование включает анализ теоретических и методических подходов для социально-геоэкологической характеристики на примере города Белгорода, расположенного в северо-восточной части Белгородского района и в южной части Белгородской области. Город имеет относительно благоприятные природно-климатические условия; территория разделена на два округа – восточный и западный.

Современный Белгород – это уютный, развитый и удобный для жизни город, в котором созданы комфортные условия для жизни, работы и общественной деятельности населения.

По состоянию на 01.01.2021 г. численность населения города составила 391 702 чел., из них население в возрасте 14-30 лет составляло 29,7 %, численность экономически активного населения – 46,4 % (194,6 тыс. чел.). Индекс рождаемости в Белгороде составляет 11,4 на тысячу населения, средний возраст белгородца – 40 лет [3].

Социальная сфера города представлена совокупностью отраслей, предприятий, организаций, непосредственным образом связанных и определяющих образ и уровень жизни людей, их благосостояние, потребление.

Благодаря многочисленным организациям, социальная сфера общественной жизни обеспечивает условия труда и отдыха, заботится о физическом развитии человека, его здоровье, образовании.

В основу Стратегии социально-экономического развития города Белгорода на период до 2025 г. [4] заложены 3 направления:

1. Обеспечение устойчивого развития экономики города и городской среды.
2. Инвестиции в человека.

3. Повышение качества муниципального управления и развитие общественного самоуправления.

По каждому приоритетному направлению обозначены задачи, которые предстоит решать в ближайшем будущем. Наиболее значимые из них – это создание комфортной и эстетичной территории жизнедеятельности, обеспечение безопасности жизнедеятельности населения, создание условий для самореализации личности и т.п.

Устойчивое развитие территорий – обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений [4].

В тоже время окружающая среда Белгорода испытывает увеличивающееся воздействие со стороны хозяйственной деятельности человека, а также техногенных, антропогенных и прочих факторов. Загрязнению подвергаются водные ресурсы, атмосферный воздух, почвы. В городе функционирует ряд промышленных предприятий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Однако, необходимо отметить, что основным источником загрязняющих веществ в Белгороде является автомобильный транспорт.

Планировочная структура – характеризует городскую территорию в единой взаимосвязи его частей и выражается в размещении основных функциональных узлов и конфигурации транспортных связей между различными функциональными зонами.

В Генеральном плане развития городского округа «Город Белгород» предусматривается установление функциональных зон.

Функциональное зонирование города Белгорода складывалось исторически, несёт в себе следы всех прошедших эпох, объединяя достоинства и недостатки методов формообразования городских систем каждой исторической эпохи. Структура функциональных зон города Белгорода (баланс территории) представлена на рисунке 1.

*Зона естественного ландшафта* города Белгорода занимает лидирующие позиции – 27,2 %). Ландшафт современного города отражает все разнообразие и противоречивость происходящих в нем процессов. Взаимодействие природной и искусственной среды все чаще приобретает форму нарастающего давления городской застройки на окружающую среду. Белгород относится к благоустроенным городам: чистота, аккуратность, неповторимый архитектурно-художественный облик, благоустроенные зоны парков и скверов.

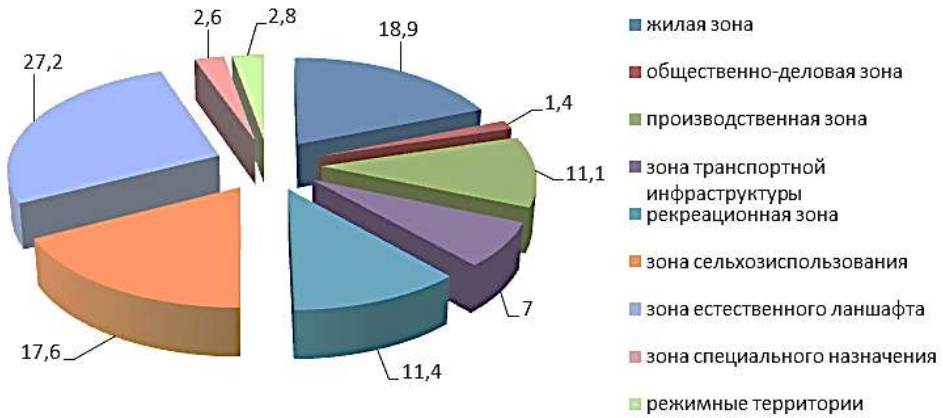



Рис. 1. Баланс территории города Белгорода, % [5, 6]

Анализ *жилой зоны* (18,9 %) включает изучение вопросов комфортабельности жилищного фонда, как индикатора качества жизни населения и селитебной зоны,

обеспеченности жильём и его доступности – как элемента устойчивого развития общества и одного из показателей социоэкологической ситуации в городе. В состав зоны входят: мало-, средне-, многоэтажные и индивидуальные застройки; отдельно стоящие объекты социально-культурной сферы; объекты транспортной инфраструктуры; иные объекты, имеющие непосредственное отношение к проживанию граждан [4].

*Зоны сельхозиспользования* (17,6 %) предназначены для ведения подсобного дачного хозяйства, зоны теплиц и сельхозугодий, зоны перспективного сельскохозяйственного использования.

*Рекреационные зоны* города Белгорода (11,4 %) – это территории предназначенные для отдыха населения города. Белгород обладает благоприятными природными условиями для развития рекреационных зон.

По итогам социологического исследования среди населения города выяснилось, что набольшей популярностью пользуется: Белгородский парк Победы и Белгородский городской парк культуры и отдыха им. В.И. Ленина. Определены ареалы использования природных рекреационных территорий для отдыха: наиболее часто посещаемые территории, часто посещаемые и редко посещаемые территории для отдыха. Доминирующим видом общественного природопользования являются прогулки [7, 8].

*Производственная зона* города Белгорода расположена вблизи городского центра, занимает неоправданно большой удельный вес (11,1 %) в функциональной структуре земельного фонда, «отнимая» дефицитные земельные участки у других важных сфер хозяйственной деятельности преимущественно сервисного характера.

*Зона транспортной инфраструктуры* (7 %). Изучение зоны позволило сделать вывод, что градостроительная политика привела к тому, что через плотнозаселённые микрорайоны города пролегают крупные автомагистрали, жилые здания находятся рядом с проезжей частью без возможностей увеличения ширины магистралей. Всё это, в большинстве случаев, не только не соответствует современным нормативам транспортной инфраструктуры, но не обеспечивает достаточную пропускную способность, надёжную защиту населения, проживающего в непосредственной близости от крупных автомагистралей от выхлопных газов и шума [4].

Режимные территории – это зоны с установленным особым режимом использования (воинская часть).

Зона специального назначения объекты, размещение которых, вследствие экологических, эстетических и иных причин в других зонах не допустимо (кладбище, городская свалка).

Общественно-деловая зона занимает 1,4 % территории и включает коммерческие, деловые и общественные зоны; административные; объекты сферы здравоохранения, социальной и культурной, религиозной сфер; коммунально-бытового назначения.

Анализ функциональных зон Белгорода позволил сделать вывод о наличии диспропорций в их структуре, нарушении принципа оптимального соотношения между производственной, селитебной и рекреационной территориями: оно составляет не пропорции 1:2:3, а соотношение 11,1 % – 18,9 % – 11,4 %, т.е. 1:1,7:1 [4, 6]. Таким образом, очевидна явная необходимость увеличения рекреационной территории почти в три раза.

## Список литературы

1. Владимиров В.В. Урбоэкология. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. – 204 с.
2. Яо Л.М. Социальная экология. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 280 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://ekolog.org/books/9/11_2.htm (дата обращения 09.08.2021).

3. База данных Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области (Белгородстат) [Электронный ресурс]. – URL: https://belg.gks.ru/belg_db (дата обращения 16.02.2021).

4. Стратегия социально-экономического развития города Белгорода на период до 2025 года / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/428521424 (дата обращения 17.03.2021).

5. Социально-экологическая оценка качества жилой застройки г. Белгорода Соловьев А.Б., Полякова Т.А., Богат Д.В., Сазонова Н.В. Проблемы региональной экологии. 2013. № 4. С. 211-214.

6. Состояние и оценка функционально-планировочной структуры крупного города (на примере г. Белгорода) Полякова Татьяна Анатольевна. [Электронный ресурс]. – URL: http://dislib.ru/zemlya/16602-2-sostoyanie-ocenka-funkcionalno-planirovochnoy-strukturi-krupnogo-goroda-na-primere-belgoroda.php (дата обращения 16.08.2021).

7. Эстетико-потребительские аспекты и проблемы организации и использования городских рекреационных пространств в районе КМА Лопина Е.М., Корнилов А.Г., Киреева-Гененко И.А. Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 666.

8. Рекомендации по разработке карт рекреационной нагрузке Корнилов А.Г., Лопина Е.М., Гененко И.А., Стаценко Е.А. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 1. С. 145-148.

УДК 504.064:574.2

# ДИАГНОСТИКА СТРЕССОВЫХ РЕАКЦИЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЛИПЕЦКА)

**Клевцова М.А., Михеев А.А.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия*

*E-mail: klevtsova@geogr.vsu.ru*

Современные города России характеризуются весьма плотной застройкой, интенсивным движением автотранспорта, сокращением доли озелененных территорий из-за строительных работ. Все это приводит к деградации условий в отношении нормальной жизнедеятельности растений. Основные компоненты среды обитания, такие как температура, почва, осадки, свет, состав воздуха, сильно изменены в городах по сравнению с сельской местностью [7].

Древесные растения в урбанизированной среде испытывают стресс, вследствие чего у них сокращается продолжительность жизни при произрастании в городе. Деревья, которые растут в естественных условиях, обычно не испытывают такого влияния, поэтому они часто живут дольше и демонстрируют нормальный рост по сравнению с городскими зелеными насаждениями.

Некоторые из наиболее распространенных факторов, способствующих возникновению стресса у древесных растений, представлены на рисунке 1. К ним относится засуха, повреждение корневой системы, плохая аэрация почвы, недостаток минеральных элементов питания, отсутствие нормального корневого пространства (погребенные грунты, строительный мусор, асфальтобетонные поверхности и т.п.), колебания температуры (тепловое загрязнение от инженерных коммуникаций и перегрева поверхностей), химическое загрязнение, механические травмы (случайные и

преднамеренные, т.е. вандализм), а также несоблюдение норм посадки, неправильная техника обрезки, недостаточный полив (в большинстве случае его отсутствие) и другие.

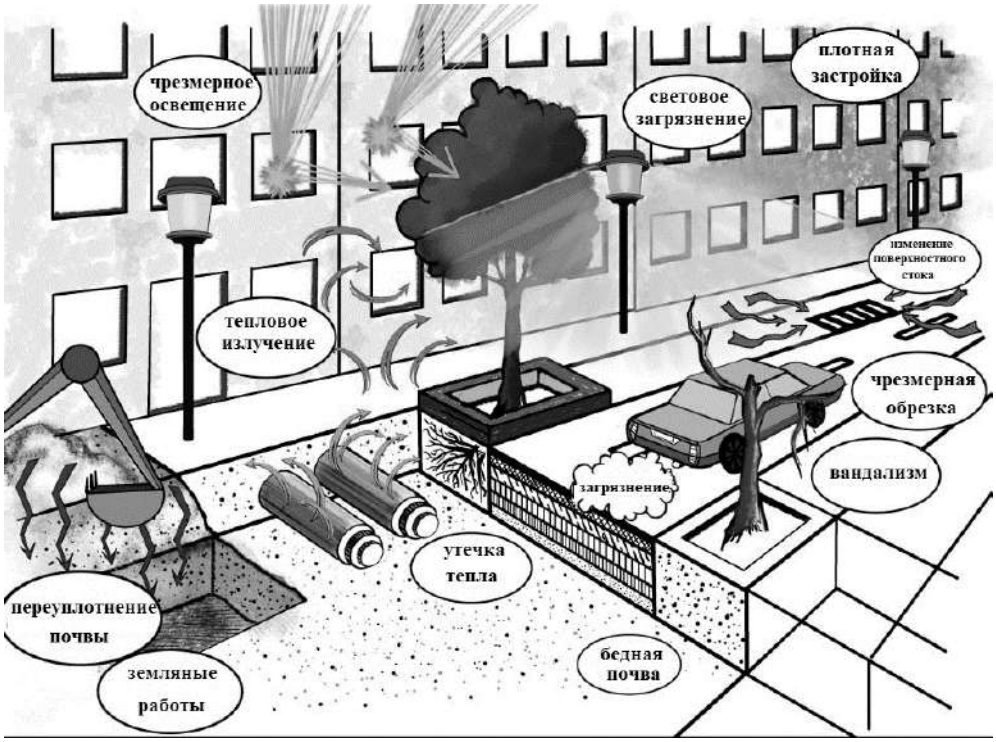



*Рис. 1.* Наиболее распространенные стрессовые факторы, влияющие на зеленые насаждения городских улиц (перевод М.А. Клевцовой) [7]

Все перечисленные экстремальные факторы среды в разной степени присутствуют на рассматриваемой территории города Липецка. Известно, что Липецк входит в число крупнейших промышленных центров России с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. Основным источником является Новолипецкий металлургический комбинат, производственные мощности которого занимают большую часть левобережья города.

Именно деятельность человека является причиной большинства стрессов, с которыми сталкиваются деревья. Во многих случаях можно предотвратить негативное воздействие тех или иных экстремальных факторов среды, но существуют следующие проблемы.

Первой проблемой является неправильный подбор видов для тех или функциональных зон города. При создании новых озелененных территорий и реконструкции существующих, необходимо проводить экологическую оценку условий конкретного участка. И уже исходя из этого высаживать устойчивые виды древесных растений. Например, для озеленения улиц нужно использовать соле- и газоустойчивые породы.

Питомники и садовые центры предлагают широкий ассортимент деревьев, каждая порода имеет свои пределы толерантности. Особенности среды обитания, в первую очередь, такие как кислотность почвы, освещенность, уровень влажности почвы, могут повлиять на то, насколько нормальная будет жизнедеятельность растения.

Для Липецка, как и для большинства населенных пунктов нашего региона, посадка древесно-кустарниковых растений проводится без учета особенностей среды и устойчивости видов.

Второй проблемой является плохой уход за зелеными насаждениями, вследствие отсутствия единого органа, координирующего весь зеленый фонд города и квалифицированных специалистов в области озеленения и ландшафтного дизайна. Так, неправильная обрезка, которая превалирует последние десять лет, приводит к активизации процессов старения и отмиранию деревьев. Для таких видов как липа мелколистная и береза повислая, глубокое кронирование (удаление более 30% кроны и в особенности осевого побега) приводит к усыханию и гибели дерева в течении нескольких лет. Данное явление отмечено нами на некоторых улицах Липецка (например, на ул. Московской).

Третья проблема – это нерегулируемая рекреационная нагрузка. Зеленые насаждения во дворах и на улицах часто испытывают переуплотнение почвенного покрова (а, следовательно, и недостаток влаги, снижение аэрации) вследствие хаотичной и неорганизованной тропиночной сети. Данное явление встречается повсеместно, особенно в оживленных районах г. Липецка.

Наблюдается также механическое повреждение стволов и ветвей деревьев, как случайное (например, травмы от газонокосилок и триммеров), так и преднамеренное – явление вандализма. Такие повреждения приводят к ослаблению деревьев и делают их уязвимыми для насекомых-вредителей, а также фитопатогенов.

Следовательно, создание оптимальных условий по отношению к основных экологическим факторам среды, позволяет повысить жизнеспособность городских растений и сопротивляемость их к стрессорам техногенного характера и в первую очередь к загрязнению воздуха и почвы.

Симптомы стресса часто развиваются медленнее, чем паразитарные повреждения. Поэтому, следует обращать внимание, на появление аномально маленьких листьев, бледно-зеленую окраску листовых пластинок, медленный рост, преждевременное расцвечивание листьев (пожелтение, побурение и т.п.), раннее опадание листьев, отмирание ветвей, увядание побегов.

Повторяющееся появление этих симптомов в течение многих лет является хорошим показателем того, что дерево подвергается некоторым хроническим стрессовым воздействиям.

Некоторые источники естественного стресса, например, продолжительная засуха, могут снизить жизнеспособность дерева, но при наличии благоприятных условий для роста, дерево может преодолеть этот стресс и возобновить нормальный рост. Однако следует отметить, что древесному растению может потребоваться несколько лет, чтобы преодолеть тот или иной стрессовый фактор. Кроме того, влияние засухи на жизненное состояние деревьев может проявиться не раньше, чем через два или три года после засушливого периода.

Однако, при появлении симптомов повреждений у дерева, часто бывает слишком поздно остановить или обратить их. Таким образом, профилактика выступает лучшим способом, позволяющим избежать стресса у деревьев. Правильный подбор, регулярный уход и мониторинг состояния позволяет создать стабильный зеленый фонд города.

На территории г. Липецка в летний период 2021 г. нами проведены исследования в 44 точках. В качестве объекта исследования служили насаждения тополя итальянского (*Populus italica* (Du Roi) Moench), произрастающие в разных функциональных зонах города (37 точек отбора). Приведем результаты по отдельным показателям.

Одной из важных характеристик состояния древесных растений является водный режим. Так, в рамках научного проекта мы определяли водный дефицит и оводненность листовых пластинок, а также площадь листьев и удельную листовую поверхность (УЛП).

Оводненость ($Q_F$, %) показывает, какое количество воды, содержащейся в листьях, приходится на единицу сырой массы образца тканей (рис. 2).

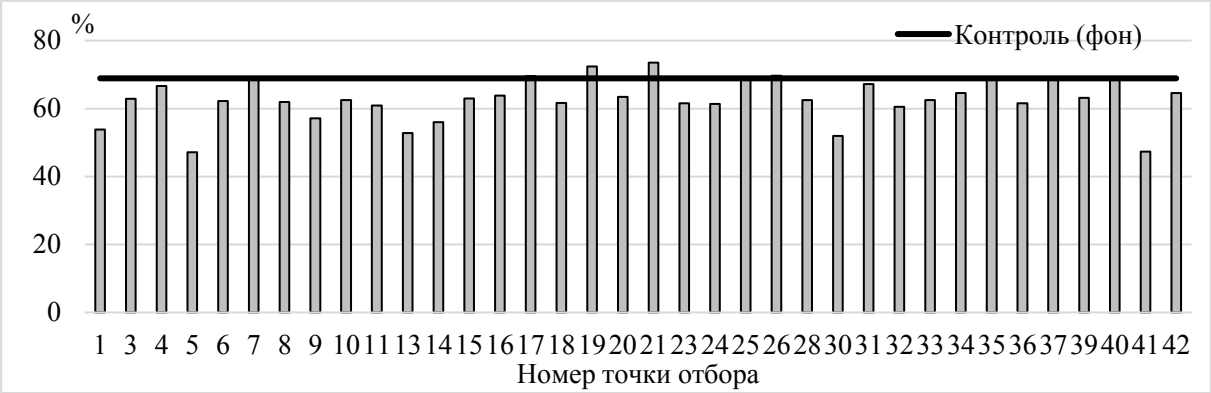



*Рис. 2.* Содержание общего количества воды в листьях тополя итальянского (номера точек приведены согласно научному проекту)

В большинстве точек зафиксировано уменьшение количества воды по сравнению с контролем (район СНТ Березка). Исключение составляют точки №19 (парк «Быханов сад») и №21 (сквер им В.Н. Маркова).

При произрастании в городской среде у древесных растений наблюдается заметное изменение водного режима. Причиной дефицита влаги являются такие стрессовые факторы среды обитания, как переуплотнение почвенного покрова, подщелачивание/подкисление почв, высокая плотность коммунальных подземных сооружений в корнеобитаемом слое, обедненный минеральный состав, засоление, наличие загрязняющих веществ. Все это приводит к снижению содержания в почве доступной влаги, снижению аэрации, скорости фильтрации воды, а, следовательно, ухудшению роста и развития корневых систем древесных растения.

На урбанизированных территориях вследствие значительного распространения асфальтобетонного покрытия значительная доля атмосферных осадков не поступает к корневым системам растений, а удаляется через канализационную систему. Кроме того, может наблюдаться перегрев поверхности и усиленное испарение. Поэтому зеленые насаждения вдоль улиц в засушливый период часто испытывают недостаток влаги.

Для определения водного дефицита ($W_D$) мы использовали гравиметрический метод. Дефицит водного насыщения листовых пластинок рассчитывали по формуле:

$$W_D = \frac{(W_t - W_f)}{(W_t - W_d)} \cdot 100\%,$$

где $W_t$ – масса листьев при полном насыщении их водой, $W_f$ – реальная сырая масса листьев до насыщения водой, $W_d$ – воздушно-сухая масса листьев [6].

Водный дефицит – действительное количество воды в тканях растения, выраженное в процентах от количества при полном тургоре [2].

Сравним параметры водного режима тополя итальянского при произрастании в разных экологических условиях (табл. 1).

Наибольший водный дефицит листовых пластинок отмечается в транспортной зоне, а наименьший – в рекреационной. Более насыщены водой листовые пластинки тополя итальянского, произрастающего в парках и скверах.

Количество воды в растениях не является постоянным, оно изменяется под влиянием различных факторов. Определяющую роль играют видовые особенности. Под действием внешних факторов может происходить нарушение водного режима, что вызывает физиологические, а затем и морфологические изменения. Так, многие городские древесные растения в условиях недостаточного увлажнения, в особенности при произрастании на улицах, а также во дворах, испытывают водный дефицит.

*Таблица 1*

**Колебания водного режима у тополя итальянского в разных функциональных зонах города Липецка**

| Функциональная зона | Оводненность, % | | | Водный дефицит, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Q_{Fmax}$ | $Q_{Fmin}$ | $\overline{Q}_F$ | $W_{Dmax}$ | $W_{Dmin}$ | $\overline{W_D}$ |
| селитебная | 69,65 | 51,92 | 63,00 | 20,40 | 6,50 | 12,60 |
| промышленная | 64,56 | 47,13 | 61,40 | 27,30 | 8,40 | 14,20 |
| транспортная | 69,56 | 47,37 | 59,76 | 31,30 | 10,80 | 18,80 |
| рекреационная | 72,37 | 61,54 | 66,20 | 17,30 | 5,10 | 10,10 |

Древесные растения на территории города Липецка испытывают недостаток влаги на фоне влияния промышленного загрязнения НЛМК. При этом содержание воды в листьях тополя колеблется от 47 до 83%, а дефицит влаги от 5 до 31%.

Водный дефицит в листовых пластинках наблюдается в том случае, когда поглощение корневыми системами воды отстает от транспирации, то есть испаряется больше, чем поступает. С одной стороны, водный дефицит может развиваться при повреждении корневой системы, а, следовательно, скорости поглощения воды корнями. С другой стороны, под влиянием загрязнителей происходит уменьшение площади листовой поверхности, способной регулировать отдачу влаги, вследствие чего нарушается водный баланс [1].

Важной характеристикой ответной реакции растений на условия среды обитания является удельная листовая поверхность, рассчитываемая как отношение средней площади листьев к их средней массе.

На рисунке 3 представлено изменение показателя УЛП тополя итальянского на территории г. Липецка. В 75% точек зафиксировано уменьшение показателя по сравнению с контролем. Увеличение удельной листовой поверхности отмечается в некоторых точках в жилой и рекреационной зонах. Например, по ул. 40 лет Октября (точка №1), в Верхнем парке (точка №23).

Среди экстремальных факторов среды, воздействующих на вариабельность УЛП листьев, можно перечислить те, что, не компенсируются адаптационной перестройкой растений. К ним относится воздействие солевого стресса (большие дозы хлорида натрия), промышленные выбросы, воздействие насекомых-вредителей и другие. При этом, почти во всех стрессовых ситуациях, как и при выходе за пределы толерантности основных экологических факторов (температуры, освещенности, обеспечение водой и минеральными элементами), если воздействие фактора было достаточно высоким, повышается доля механических тканей и углеродных клеточных структур, вследствие чего УЛП снижается [4].

При произрастании на улицах из-за асфальтового покрытия большая часть влаги атмосферных осадков теряется для растений, поступая в канализационную систему, либо испаряется из-за сильного перегрева поверхностей. Поэтому насаждения улиц городов, особенно в жаркие и сухие дни, часто испытывают недостаток влаги [2].

На водный режим растений оказывают влияние почвенные и атмосферные условия. Особенно данное явление обостряется на улицах с интенсивным движением (например, ул. Металлургов). Тополя, расположенные ближе всего к проезжей части, испытывают больший стресс и наблюдается повышение показателя водного дефицита.

Своевременное выявление стресса у растений на ранних стадиях позволяет эффективнее предотвратить его последствия. К наиболее распространенным симптомам стресса городских деревьев относится пожелтение (хлоротичные образования), побурение, деформация листьев, преждевременной опадение (дефолиация), снижение

прироста, ожоги стволов и ветвей. При фиксировании данных признаков необходимо проводить дополнительные исследования и осуществлять мероприятия по минимизации стрессовых факторов.

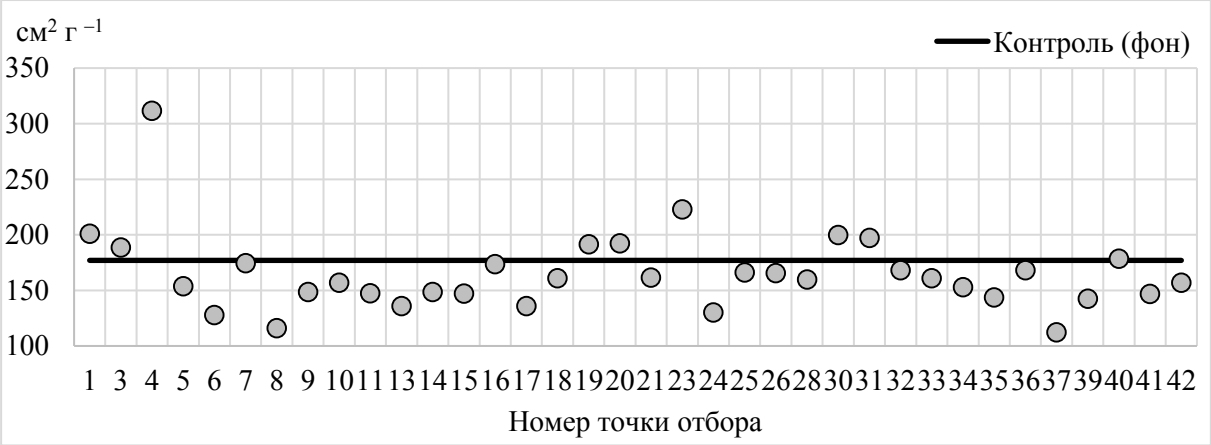



*Рис. 3.* Удельная листовая поверхность тополя итальянского

*Исследования проведены при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект 20-17-00172*

## Список литературы

1. Илькун, Г.М. Загрязнения атмосферы и растения / Г.М. Илькун. – Киев: Наукова думка, 1978. – 247 с.

2. Михеева, М.А. Геоэкологическая оценка биоразнообразия и устойчивости древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Воронежа): специальность 25.00.36 «Геоэкология»: дис. на соиск…. канд. геогр. наук / Михеева Марина Александровна; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 2009. – 241 с.

3. Рязанцева, Л.А. Влияние промышленного загрязнения атмосферы на водный режим древесных растений / Л.А. Рязанцева, А.С. Спахова // Газоустойчивость растений: сб. статей / отв. ред. В. С. Николаевский. – Новосибирск, 1980. –С. 174-176.

4. Уткин, А.И. Площадь поверхности лесных растений: сущность, параметры, использование / А.И. Уткин, Л.С. Ермолова, И.А. Уткина. – Москва: Наука, 2008. – 292 с.

5. Хмелевская, И.А. Оценка показателей водного режима древесно-кустарниковых растений в условиях г. Пскова / И.А. Хмелевская // Проблемы озеленения крупных городов: альманах. – Москва, 2007. – Вып. 12. – С. 156-158.

6. Чекалин, С.В. Водный баланс и состояние растений / С.В. Чекалин. Алма-Ата: Наука, 1987. – 168 с.

7. Czaja, M. The complex issue of urban trees-stress factor accumulation and ecological service possibilities / M. Czaja, A. Kołton, P. Muras // Forests. – 2020. – Vol. 11 – pp. 932.

УДК: 911:502.4+63

# ГОРОДСКОЙ ТУРИЗМ: РОЛЬ И ПОПУЛЯРНОСТЬ В СОВРЕМЕННОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ

***Королева И.С.***
*ФГАОУ ВО Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия*
*E-mail: koroleva_i@bsu.edu.ru*

Развитие городов в мире привело к формированию городской среды и культуры. Все это привело к появлению туристических потоков в города и зарождению городского туризма. Данный вид туризма приобрел популярность еще в Древней Греции и Риме. В то время целью посещения городов были экономические и политические мотивы. Позже с появлением событийного туризма целью путешествия стало еще и участие в каком-либо мероприятии. По данным Организации Объединенных Наций, в 2015 г. 54% населения мира проживало в городах, а к 2030 г. эта доля, как ожидается, достигнет 60%. Наряду с другими ключевыми составляющими туризм является центральным компонентом экономики, социальной жизни и географии многих городов мира и, таким образом, ключевым элементом политики городского развития.

Цель исследования – анализ больших данных собранных поисковой системой Яндекс отражающих интерес пользователей к городскому туризму.

Согласно информации, опубликованной в открытых источниках, «понятие городской туризм появилось в 1980 г., хотя определение данному термину было дано только в 1997 г.». Под городским туризмом понимается «форма туризма, которая имеет место в крупных человеческих агломерациях, обычно в главных городах или городских районах каждой страны». По данным ВТО городской туризм определяется как «вид туристической деятельности, который осуществляется в городском пространстве с присущими ему атрибутами, характеризующимися несельскохозяйственной экономикой, такой как управление, производство, торговля и услуги, а также являющийся узловыми пунктами транспорта». Городской туризм, по мнению Розе и Нойенфельдт, – это вид туризма предполагающий посещение города по личным и по иным причинам.

Ильина, Е.Л. под городским туризмом понимает как сложную социально-экономическую категорию, интегрирующую в себе элементы и направления различных видов туристской деятельности и отражающую целевые установки городского путешествия. Следовательно, путешественники, приезжая в города, по-разному используют возможности городской среды, архитектурное и культурно-историческое наследие, особенности флоры и фауны, обусловленные развитой разновекторной интенсивностью социальной сферы. Так в последние годы приобретают популярность такие направления городского туризма, которые позволяют изучить современные направления и тенденции развития самой городской среды.

В настоящее время данный вид туризма является одним из самых перспективных и развивающихся видов туризма. Интерес к городскому туризму подтверждают и Big Data полученные с ресурса wordstat. Так в марте 2021 г. количество запросов по теме городской туризм было увеличено на 48% по сравнению с данным периодом в 2020 г.

Наименьший интерес к городскому туризму в 2020 и 2021 году отмечается в июле и августе (рис. 1).

Больше всего запросов по термину городской туризм было из Центрального федерального округа (35%), Северо-Западного федерального округа (16%), Приволжского федерального округа (15,6%) и др.

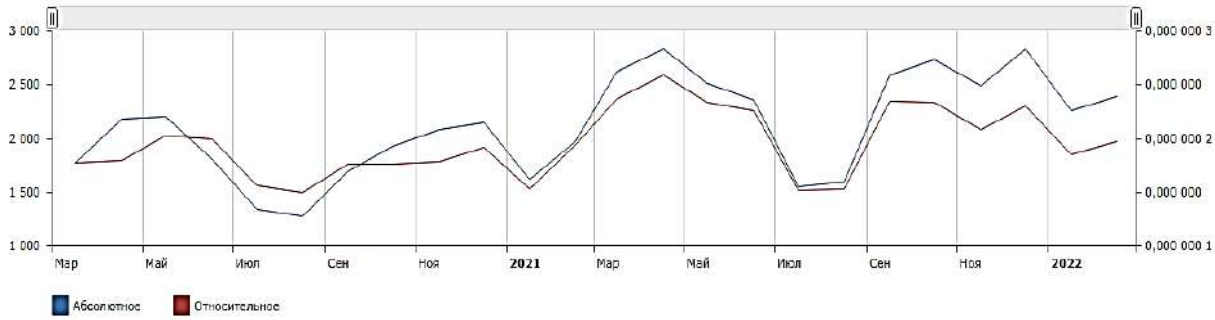



*Рис. 1.* Количество запросов «городской туризм»
с марта 2020 по февраль 2022 года в Яндексе

В Южном федеральном округе существует повышенный интерес к городскому туризму. Больше всего запросов в Российской Федерации о городском туризме поступило из городов Москва и Санкт-Петербург.

Для формирования рейтинга привлекательности городов были взяты за основу запросы пользователей поисковых запросов в Яндексе. Нами был осуществлен поиск «что посмотреть»: Пекин (796 запросов в месяц), Токио (764 запроса), Лондон (657 запросов), Париж (468 запросов), Нью Йорк (377 запросов) и др. Из российских городов наибольший интерес представляют города Москва (32 652 запроса в месяц), Сочи (22 802 запросов), Калининград (12 836 запросов), Санкт-Петербург (10 637 запросов), Казань (9 583 запросов), Нижний Новгород (5 695 запросов).

Интерес к городскому туризму подтверждают данные опубликованные в отчете Global Destination Cities Index компанией MasterCard. Этот отчет показывает популярность городов, стран и регионов среди путешественников. Индекс отслеживает рост и падение спроса на направления и позволяет оценить результаты местных действий по развитию туризма и перспективу отрасли. В 2021 и 2020 году список возглавлял город Нью-Йорк. Так же популярными туристическими городами в этих годах был Лондон, Париж, Токио. 5 место в 2021 году занимал город Лос-Анджелес, а в 2020 году – Пекин, в 2021 году он занимал лишь 6 место. По показателю расходов посетителей на первое место вышел Дубай. В среднем, гость этого города тратит $537 в день.

Международная платежная система Mastercard ежегодно публикует список самых посещаемых городов мира. Так согласно этому рейтингу на первом месте среди посещаемых городов мира в 2021 году по прежнему находится Бангкок (22,8 млн. туристов), на втором – Лондон (19,1 млн.), на третьем месте Париж (19 млн.), на четвертом и пятом месте Дубай (16 млн) и Сингапур (15 млн).

В тоже время следует отметить, что городской туризм был одним из наиболее пострадавших видов туризма во время пандемии COVID-19 и в тоже время он является видом туризма, испытывающим сложность в восстановлении. Так на рисунке 2 показано снижение интереса к «туризм в Пекине» в те периоды когда происходило увеличение количества больных Covid-19 в Китае и в Пекине в частности.

Туристическая привлекательность городов часто обусловлена проведение в данном городе международного мероприятия или событийного. Следует отметить, что проведение летних олимпийских игр 2020 в Токио с 23 июля по 8 августа 2021 года привела к увеличению количества инфицированных Covid-19, но в тоже время обусловило рост туристического интереса к данному городу. На рисунке 3 видно, что с конца августа отмечается рост в 4 раза запросов «туризм в Токио».

С событийными мероприятиями также связано увеличение количества запросов «туризм в Лондоне». Как известно Лондон является не только мировой культурной столицей, но и центром разнообразных и неповторимых фестивалей.

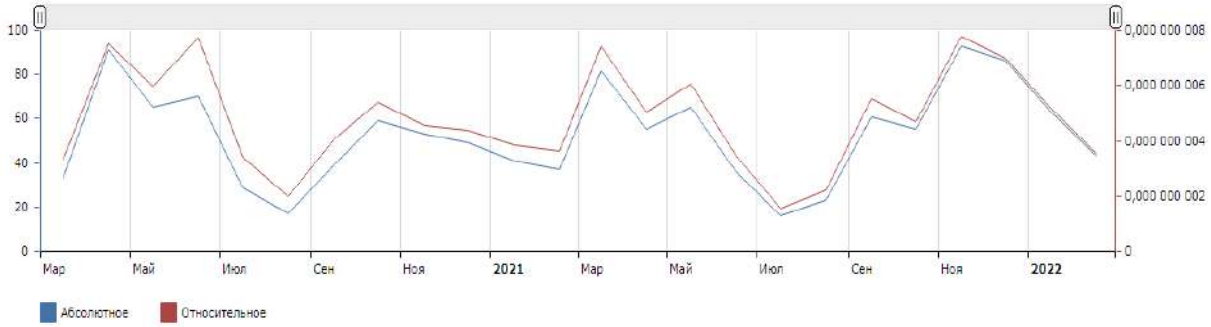



Рис. 2. Количество запросов «туризм в Пекине»
с марта 2020 по февраль 2022 года в Яндексе

Рис. 3. Количество запросов «туризм в Токио»
с марта 2020 по февраль 2022 года в Яндексе

Они проводятся круглый год, но особый интерес для туристов представляют сентябрь и октябрь (рис. 4).

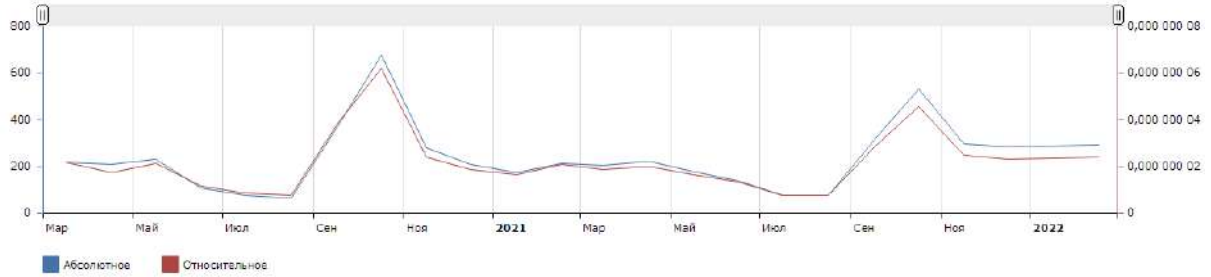



Рис. 4. Количество запросов «туризм в Лондон»
с марта 2020 по февраль 2022 года в Яндексе

Городской туризм является привлекательным направлением туризма, позволяющим целостно и разносторонне познать социокультурное туристическое пространство, реализовать туристические потребности и обеспечить туристов незабываемыми впечатлениями, поскольку город располагает ресурсами и пространством как для отдыха, развлечений, так и для интеллектуального и культурного развития. В тоже время, это пространство, которое обеспечено всевозможной туристической инфраструктурой.

## Список литературы

1. Дуйсембаев А.А., Оралбаева А.К., Омаркожаева А.Н., Подсухина О.В. Городской туризм: роль и значение в современной туристской индустрии. Вестник Карагандинского университета. Серия: Экономика. 2017. Т. 86. № 2. С. 47-53.

2. Заднепровская ЕЛ, Ползикова ЕВ, Заднепровская НЮ. Городской туризм как способ привлечения туристов к культурному наследию и истории г. Краснодара. Интегрированные коммуникации в спорте и туризме: образование, тенденции, международный опыт. 2017; 1:94-8.

3. Зайцева ИА. Городской туризм как способ актуализации «мест забвения» в культурном пространстве города Самары. Перспективные направления в области физической культуры, спорта и туризма. 2018; pp. 153-156.

4. Мутавчи Е.П., Семенова Л.В. Городской туризм – драйвер экономики впечатлений // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. 2017. №6 (4). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gorodskoy-turizm-drayver-ekonomiki-vpechatleniy (дата обращения: 14.03.2022).

5. Нюренбергер ЛБ, Петренко НЕ. Городской туризм: сущность, взаимосвязи, мультипликативный региональный эффект. Человек. Спорт. Медицина. 2021; 21(S1): 153-8.

6. Петренко Н.Е. Роль и значение городского туризма в современной региональной повестке. Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2020. (6 (85)): 181-8.

7. Guilluy-Sulikashvili N., Kizaba G., Assaidi A. Culture and urban tourism: the innovative re-positioning of a territory in the North of France. Провинциальные научные записки. 2020. № 2 (12). P. 123-141.

8. Khusnutdinova S.R., Kasimov D.I. urban tourism and food culture as factors in the development of the city and agglomeration. Service and Tourism: Current Challenges. 2021. Vol. 15. № 4. P. 124-131.

УДК 332.33:338.431

# УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЛЕСНЫХ РЕСУРСАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНА

**Крупко А.Э., Нестеров Ю.А., Рогозина Р.Е., Деревягина М.В.**
*Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия*
*E-mail: glomer-a@mail.ru*

Глобальная деградация природной среды обусловила возникновение концепции устойчивого развития, в которой реализуются многие подходы к исследованию природы и общественных систем. Постепенно появился крен к исследованию устойчивого социально-экономического развития, поэтому уже существуют больше сотни определений самого понятия «устойчивое развитие» [14]. Его многогранность привела к недопустимому отходу от главной цели (оптимизация природопользования) к преимущественному социально-экономическому развитию. Так в «Целях в области устойчивого развития» (ЦУР) к 2030 году только три цели из 17 (13,14 и 15) прямо направлены на улучшение природной среды. Понятно, что экономическое развитие определяет в настоящее время уровень и качество жизни людей. Но в некоторых регионах даже этот процесс находится под угрозой от чрезмерной деградации природы. На формирование этой концепции в нашей стране наложился переход к рыночной экономике. В кризисные 90-х годы, когда возникло множество социально-экономических проблем, это вполне допустимо и объяснимо. В настоящий период существования страны и ее регионов пришло время, когда нужно вернуться к исследованию устойчивого развития как к такому развитию, при котором достигается сохранение и улучшение природы. В ином случае, несмотря на рост производства, доходов, занятости населения оно в целом будет деструктивным для развития природно-общественных систем, что сейчас и происходит в ЦЧР [15]. По нашему мнению,

среди определений устойчивого развития можно дать и такое – социально-экономическое развитие, которое обеспечивает улучшение или, как минимум, не ухудшение экологической ситуации. Обычно это можно принимать в случае удовлетворительной ситуации [3]. В ЦЧР же наблюдается повсеместное ее ухудшение на региональном уровне (на локальном уровне иногда имеют место положительные тенденции). В последние годы произошел повсеместный переход к экологической катастрофе или к ее преддверию, как во многих экосистемах, так и для отдельных видов природных ресурсов.

Для устойчивого природопользования лес имеет наиболее многообразное влияние. Леса сохраняют влагу, задерживают снег, что регулирует водные экосистемы. Они также имеют большое почвозащитное значение, смягчают климат. Лесные насаждения улучшают комфортность проживания людей. В совокупности леса оказывают решающее влияние на состояние природной среды.

Цель работы заключается в оценке состояния и экологической ситуации в лесных ресурсах и их роли для достижения устойчивого развития Центрально-Черноземного района. Для того чтобы выполнить поставленную цель нами были использованы сравнительный, структурно-системный, статистический, графический и аналитический методы исследования. Был проведен анализ информации из открытых официальных изданий органов государственной статистики страны и регионов, лесные планы регионов ЦЧР. В данном научном исследовании, которое было реализовано в написании статьи, данные были обобщены, систематизированы и проанализированы.

Центрально-Черноземный район занимает южную (в основном лесостепную и степную) часть ЦФО. Состояние природной среды во всех зонах (от лесов севера Курской, Тамбовской областей до степей юга Воронежской и Белгородской областей) претерпело за время антропогенного использования кардинальную трансформацию. Так как ЦЧР характеризуется черноземными почвами, то значение его исключительно велико для обеспечения продовольствием ЦФО и всей страны. Район занимает только около 1% территории РФ, но на него приходится почти 5% населения и 10% посевных площадей, свыше 15% объема продукции сельского хозяйства страны [15]. В районе практически не осталось полностью сохраненных ландшафтов. Даже вековые дубовые леса не являются естественными, а многие сосновые боры были посажены 60-70 лет назад.

Тяжелая ситуация в лесопользовании района определяется не только современным антропогенезом. Еще во второй половине XIX века большая плотность сельского населения обусловила сверхвысокую долю пашни (около 80% площади ЦЧР) за счет сведения лесов, уменьшения сенокосов и пастбищ, водоохранных зон. Площадь лесов в Черноземье за годы освоения территории уменьшилась с 5 млн. га (около 30% территории района) до 1,45 млн. га – 8,8%. Сведение лесов при общем росте засушливости климата и подъема территории обусловили сокращение примерно в два раза сети малых рек и значительную эрозию. Большая деградация и сокращение лесных ресурсов определяют кризисное, а во многих местах и катастрофическое состояние природы, что обуславливает необходимость перехода к расширенному воспроизводству лесных ресурсов – простого сохранения лесов и других природных элементов недостаточно. Поэтому нам представляется достаточно актуальным оценить уровень антропогенного воздействия, восстановления и деградации лесных ресурсов одного из важнейших продовольственных районов РФ.

Центральное Черноземье относится к числу малолесных районов РФ, см. рис. 1 и 2.

Показатели лесистости регионов ЦЧР превосходят незначительно только лесистость Орловской области. Средний показатель лесистости для ЦЧР равен лишь 8,8%. По регионам он колеблется от 10,6% в Тамбовской области до 8,3% - в Воронежской. Внутри регионов размах лесистости достигает многократных величин.

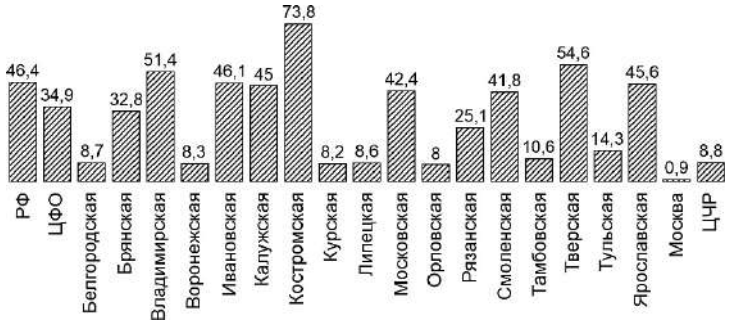



*Рис.1* Лесистость в 2020 г., % (Построен по [12])

*Рис 2.* Состав земель лесного фонда, 2020 г., тыс. га (Построен по [12])

Основными лесообразующими породами в регионе являются хвойные, твердолиственные и мелколиственные деревья. Их распространение показано на рис. 3.

*Рис. 3.* Площадь земель лесного фонда, по лесообразующим породам на 1 января 2013 г. (тысяч га, %) (Построен по [4-8])

1 – хвойные породы; 2 – твердолиственные породы; 3 – мелколиственные породы

Дубравы занимают почти половину лесной площади ЦЧР. Они покрывают отдельными массивами водоразделы (водораздельные дубравы), берега речных долин (нагорные дубравы), поймы, балки и овраги (байрачные леса). Дубы хорошо выполняют водоохранную и почвозащитную роль. Для них характерна прочная древесина, поэтому их вырубали особенно интенсивно. Самыми крупными дубовыми массивами являются Теллермановская дубрава (42 тыс. га) и Шипов лес (34 тыс. га).

Сосновые леса встречаются на песчаных террасах рек. Наиболее обширные по площади сосновые боры – Усманский (61 тыс. га), Хреновской (35 тыс. га), сравнительно небольшие боры – Цнинский, Савальский и Бекарюковский. Осиновые леса приурочены к степным западинам, а березовые - произрастают на террасах, в поймах рек, не образуя крупных массивов. Последние часто появляются на месте коренных лесов, как вторичные; на них приходится большая часть всех насаждений мелколиственных пород – 22,4 % от площади земель лесного фонда, покрытой растительностью. Ольховые леса размещены на влажных почвах пойм рек. Тополевые и ивовые леса, не образуя крупных массивов, также расположены по поймам рек. На территории Курской области, преобладают твердолиственные леса (64,1%), еще больше их в Белгородской области

(83,3%). В Липецкой области доля таких лесов понижается до 40%, но здесь более высокий удельный вес мелколиственных деревьев – 24,5%, против всего лишь 6,9% в Белгородской области. Лесные массивы приурочены, в основном, к поймам рек Дон и Воронеж. При этом в Воловском муниципальном районе лесов совсем нет, а в Добринском районе лесистость достигает 20,3%, что почти в три раза выше среднеобластного показателя.

В Тамбовской, наиболее лесопокрытой области ЦЧР, основной массив леса состоит из хвойных (46,2%) и мелколиственных пород (37,3%). Он расположен преимущественно по побережьям и в долинах рек Цна, Ворона, Воронеж на песчаных и супесчаных отложениях.

К основным массивам лесов Воронежской области относятся Усманский и Хреновской боры, Шипов лес и Теллермановская роща. Для ЦЧР характер низкий бонитет лесных ресурсов, поэтому запасы древесины невелики - 268,5 млн. м$^3$. Наибольшими запасами характеризуется самая крупная Воронежская область 71,5 млн. м$^3$ (на начало 2019 года), Белгородская – 49,9 млн. м$^3$, Курская – 42,3 млн. м$^3$, Липецкая – 35,6 млн. м$^3$, Тамбовская – 69,2 млн. м$^3$. Все они относятся к лесам 1 группы, в которых эксплуатация не ведется. Поэтому объемы лесозаготовок небольшие: 981,4 тыс. м$^3$ в 1990 г., 779,9 м$^3$ в 2019 г. На Тамбовскую область приходится 62,9% заготовки древесины района (491 тыс. м$^3$ в 2019 году), на Липецкую – 17,7% (138 тыс. м$^3$). В остальных областях рубки ухода недостаточны, что обуславливает деградацию леса и потерю ценной древесины. Лесные насаждения, произрастающие в степной зоне, испытывают неблагоприятное влияние засушливого климата и часто находятся в условиях, близких к экстремальным. Особенно тяжелые последствия для них имела засуха 2010 г., вызвавшая не только здесь, но и во всем Центральном Черноземье, гибель лесов на больших площадях, преимущественно от пожаров. В целом по ЦЧР площадь погибших насаждений составила 33384 га или 2,4% от покрытой лесом площади. Лесная площадь, пройденная пожарами, равнялась в этом году 42739 га, или 3,1 % от всей лесопокрытой площади. Это во много раз превышает соответствующие показатели в предыдущие и последующие годы.

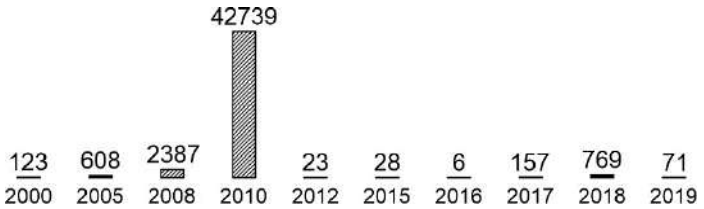



*Рис.4.* Лесная площадь, пройденная пожарами (га) (Построен по [12])

Тем не менее, гибель лесов – этого ценнейшего природного богатства – допускается и в более благоприятные по количеству выпадающих осадков годы. Она связана с недостаточным уходом за лесными насаждениями, с повреждением насекомыми и дикими животными, а также с загрязнением окружающей среды (выпадение «кислотных дождей», радиоактивное загрязнение).

Ситуация по уходу за лесом осложнилась еще и тем, что в 90–е гг. 20 века многие колхозные леса, выполняющие важную почвозащитную функцию, погибли. Восстановление и охрана лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения, должно стать важнейшей задачей новых хозяйствующих субъектов – коллективных форм организации сельскохозяйственного производства.

Современное состояние лесов ЦЧР в значительной мере определены прошлой хозяйственной деятельности, когда шла их интенсивная вырубка. В настоящее время в лесах практически исключена рубка главного пользования. Имеющиеся в районе небольшие площади эксплуатационных лесов второй категории, в которых ведется

ограниченная рубка, постепенно переводятся в первую категорию, то есть в защитную. К ним относятся государственные защитные лесные полосы; леса, имеющие научное, или историческое значение; памятники природы; особо ценные лесные массивы; противоэрозионные и водозащитные леса; запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб; лесопарковые части лесов зеленых зон поселений и хозяйственных объектов.

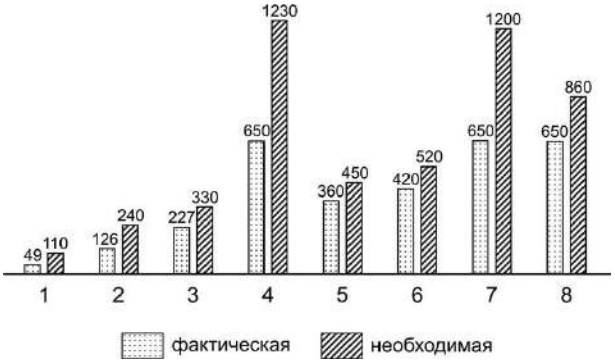



*Рис. 5.* Лесистость ЦЧР по видам, тыс. га (Построен по [3,9-11])
Цифры под группами столбцов соответствуют следующим видам лесистости:
1 – пашенная; 2 – защитная; 3 – сельскохозяйственная; 4 – водоохранная;
5 – лесоводственная; 6 – ландшафтная; 7 – ресурсно-сырьевая; 8 – экологическая

Одним из главных факторов деградации природной среды и плохой экологической ситуации является чрезмерное использование природных ресурсов. Доля сельскохозяйственных угодий в ЦЧР составляет 79,4% (13,33 млн. га из 16,79 млн. га земельной площади района). Удельный вес пашни в общей земельной площади района составляет 61,5%, а в площади сельскохозяйственных угодий достигает 77,5%. Во всех субъектах района наблюдается слишком высокая доля пашни – на 15-20% выше оптимальной для сохранения почв. Для достижения устойчивого состояния на черноземах максимальная распаханность должна составлять 60-65% сельскохозяйственных угодий [1, 2, 16].

Показатель лесистости всех перечисленных видов землепользования для сохранения почв и водных объектов, благоустройства населенных пунктов должен составлять минимум 15-17 % территории. Для значительного уменьшения дисбаланса между потреблением углекислого газа и производством кислорода лесистость в ЦЧР должна быть в три раза больше современных размеров – 25 %. Примерно такой же величины (23-24 %) должна достигать, по нашим расчетам, лесистость территории Черноземья с учетом достижения устойчивого состояния всех типов местности района [2,15]. В этом отношении в субъектах района наблюдается кризисная ситуации, а во многих МР – катастрофическая экологическая ситуация (табл. 1, рис. 7).

Только в Шебекинском городском округе (33,17 %), Моршанском МР (29,4 %), в Воронежском (31 %) и Старооскольском ГО (25,6 %) наблюдается удовлетворительная ситуация, а в шести МР – конфликтная. В районах с высокими показателями лесистости во многих сельских поселениях доля лесных земель не превышает 6 %, в целом по ЦЧР такими показателями характеризуются около 4/5 всех МР (в муниципальных районах лесистость выше за счет отдельных больших массивов леса).

*Таблица 1*

**Распределение муниципальных образований ЦЧР по доле лесной площади, в % [1]**

| Области | Экологическая обстановка | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Катастрофическая, % | Кризисная, % | Критическая, % | Конфликтная, % | Удовлетворительная, % |
| | менее 6 | 6-12 | 12-20 | 20-25 | 25 и более |
| Белгородская | 4 | 10 | 3 | 2 | 2 |
| Воронежская | 4 | 16 | 9 | 3 | 1 |
| Курская | 10 | 14 | 4 | - | - |
| Липецкая | 12 | 2 | 4 | - | - |
| Тамбовская | 12 | 3 | 6 | 1 | 1 |
| **ЦЧР в целом** | **42** | **45** | **26** | **6** | **4** |

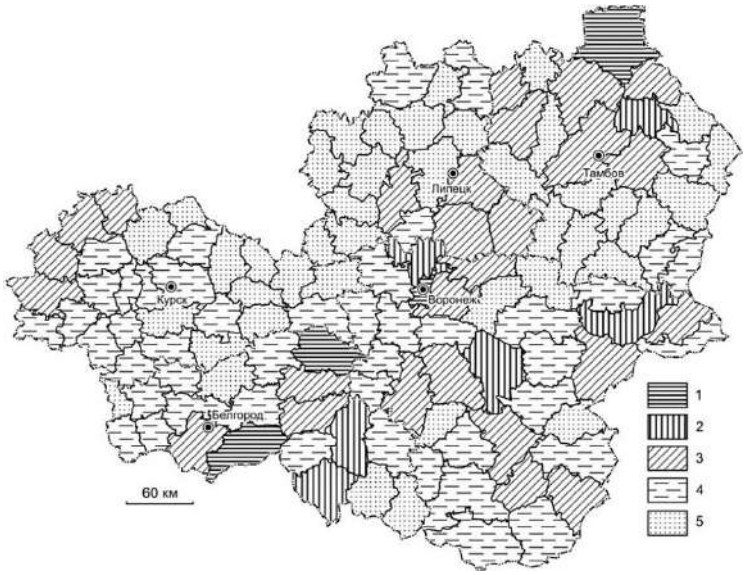



*Рис. 6.* Лесистость муниципальных образований ЦЧР (Построен по [2-4,9-11])
1 – более 25% (удовлетворительная ситуация); 2 – от 20 до 25% (конфликтная ситуация);
3 – от 12 до 20% (критическая ситуация); 4 – от 6 до 12% (кризисная ситуация);
5 – менее 6% (катастрофическая ситуация)

В Рамонском МР лесистость в восточной части превышает 50 %, в западной части района она на порядок ниже. Для района характерен крайне низкий уровень лесовосстановления – 3,6 тыс. га в 2019 г., что в 6,4 раза ниже уровня одной лишь Костромской области (23 тыс. га). После пожаров 2010 г., площадь восстановленных лесов увеличилась, хотя и недостаточно, см. рис.7.

Надо отметить, в ЦФО, в отличие от ЦЧР и Орловской области, происходит активизация восстановления лесопокрытых площадей. За 2005-2019 гг. в Черноземье было посажено 64,4 тыс. га новых лесов, что ненамного превышало площадь сгоревшего древостоя.

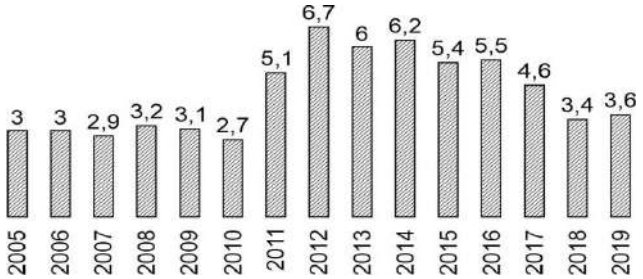



*Рис. 7.* Площадь лесовосстановления в ЦЧР, тыс. га (Построен по [12])

Для сравнения лесовосстановление в ЦФО за 2005-2019 гг. составило 1007,4 тыс. га, в РФ - 13088,2 тыс. га. Без лесовосстановления экологическую ситуацию улучшить невозможно. В разрезе областей суммарно за 2005-2019 гг. лесовосстановление характеризуется следующими величинами, см. рис. 8.

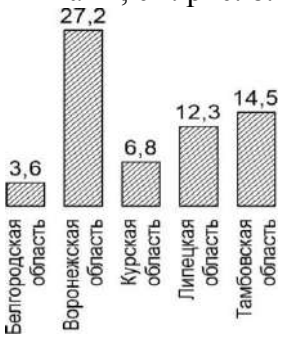



*Рис. 8* Лесовосстановление за 2005-2019 гг. (тыс. га) Построен по [12])

Лидирующие позиции принадлежат Воронежской области, в которой лесовосстановление и в начале 2000-х гг. велось на сравнительно больших площадях, в отличие от других областей района. В Липецкой и Тамбовской областях этой проблеме уделялось также существенное внимание, хотя и в меньших масштабах. Белгородская и Курская области заметно отстают от других субъектов региона в проведении лесовосстановительных работ, что сужает выполнение лесом его многообразных функций. В целом по району сократились площади перевода молодых насаждений в категорию ценных (высокопродуктивных) лесных насаждений. Масштабы посадок леса не позволяют улучшить экологическую ситуацию в ЦЧР.

В целом площади лесных ресурсов Центрального Черноземья характеризуется резкой недостаточностью, что обуславливает острую кризисную ситуацию в природной среде района и разрушительные тенденции в состоянии экосистем. При этом наблюдается ухудшение видового состава лесных пород, снижение качества рубок ухода в крупных лесных массивах: часто в них лес просто непроходим из-за упавших деревьев. Низкая лесистость по многим территориям плохо сказывается на водных ресурсах и почвах.

Для сохранения плодородия необходимо использовать эколого-ландшафтную (адаптивную) или ландшафтно-экологическую систему земледелия, которая основывается на природно-защитной контурно-мелиоративной организации ландшафтов. Для борьбы с эрозией и сохранением плодородия почв учеными разработаны различные способы. Один из них – расширение площади защитных лесных насаждений, доведение ее до 660 тыс. га, в том числе полос полезащитного назначения до 330 тыс. га. В настоящее время их площадь не превышает 150 тыс. га. По их мнению, лесистость в Центральном Черноземье должна составлять не менее 15-20%, а запашка на черноземах – 60-65%. Ключевым фактором всего устойчивого состояния Центрально-Черноземного района является повышение лесистости территории минимум в два раза. Именно лесные насаждения образуют экологический каркас устойчивого природопользования.

Необходимо применять экономический механизм борьбы с эмиссией углекислого газа, при котором предприятия и владельцы транспортных средств должны обеспечивать необходимый объем посадки леса для утилизации производимого ими углекислого газа. В настоящее время почти 1,5 млн. га сельскохозяйственных угодий не используется, особенно на склонах. Для восстановления почв и водных ресурсов необходимо за счет этих малопродуктивных сельскохозяйственных угодий расширять полезащитные лесонасаждения.

В целом для Центрально-Черноземного района характерно преддверие полной экологической катастрофы, что подтверждается снижением численности видов и разнообразия фауны и флоры. Исключительно сложная экологическая ситуация в ЦЧР на основе многолетней деградации природы требует соответствующей системы восстановительных мероприятий природной среды района и огромных финансовых вложений, что обуславливает коренное изменение стратегии природопользования. В районе необходимо вкладывать в восстановление и сохранение природной среды десятки миллиардов рублей ежегодно. Улучшить экологическую ситуацию в ЦЧР можно кардинально изменив отношение к природе в обществе. За счет средств бюджета достичь устойчивого состояния природы и улучшить экологическую ситуацию повсеместно невозможно. В стране реализуется национальный проект «Экология» (по майскому указу В. Путина 2018 г.). В соответствии с ним масштабы бюджетного финансирования Центрального Черноземья в 2019-2024 гг. должны составлять около 20 млрд. руб. (в основном из федерального бюджета). Регионы ЦЧР активно начали участвовать в решении ряда целевых задач этого национального проекта, одной из которых является программа «Сохранение лесов». Но как показывает современный опыт, объемы финансирования по этому проекту позволяют частично решать только локальные задачи в ряде ключевых населенных пунктов. Нужны совсем другие масштабы мероприятий. Актуально создание новой отрасли хозяйства – охрана и восстановление природы с соответствующими инфраструктурой и финансированием. Необходим переход к массовому оздоровлению природы, в том числе и за счет всеобщего экологического движения, аналогичного созданному в советское время. В СССР, во многом благодаря экологическим приоритетам, удалось в значительной степени решить экологические проблемы южной части России и создать необходимую сеть лесных насаждений. В этом случае можно будет уже через 10-15 лет достичь кардинального улучшения состояния водных, лесных и почвенных ресурсов. В ином случае экологическая катастрофа в Центральном-Черноземье неизбежна.

## Список литературы

1. Крупко А.Э. Экологические аспекты сбалансированного развития Центрально-Черноземного экономического района / А.Э. Крупко, Л.В. Шульгина // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратеги. – Воронеж, 2019. – №10. – С. 31-41.

2. Крупко А.Э. Факторы, проблемы и основные направления устойчивого развития Центрально-Черноземного района / А.Э. Крупко, В.Б. Михно // Вестник Воронежского государственного университета, серия география и геоэкология. – Воронеж, №1, 2019. – С.55-73.

3. Крупко А. Э. Устойчивое развитие и экологическая ситуация в регионах Центрально-Черноземного района России / А.Э. Крупко, Ю.А. Нестеров // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2020. Т. 14. № 1. С. 81-93.

4. Лесной план Белгородской области. – Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&nd=103063264

5. Лесной план Воронежской области. – Режим доступа: https://www.govvrn.ru/1462

6 Лесной план Курской области. – Режим доступа: http://www.kurskles.reg-kursk.ru/dokumenty/lesnoy-plan-kurskoy-oblasti/

7. Лесной план Липецкой области. – Режим доступа: http://leslipetsk.ru/?page_id=147

8. Лесной план Тамбовской области. – Режим доступа: https://les.tmbreg.ru/lesnoj-plan-lesohozyajstvennye-reglamenty.html.

9. Лозовой А.Д. Лесистость и ее оптимальность для условий Центрального Черноземья / А.Д. Лозовой // Межвузовский сборник. Динамика лесистости в малолесных районах Европейской части России. Проблемы и перспективы: мат-лы Всерос. науч. – тех. конф., 24-25 октября 2002 г. – Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2003. – С. 9-12.

10. Михно В.Б. Природные ресурсы и ландшафтно-экологическое состояние Центрального Черноземья / В.Б. Михно. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронеж. гос. ун-та, 2013. – 127 с.

11. Нестеров Ю.А. Картографирование лесистости территории средствами геоинформационных систем (на примере Воронежской области) // Ю.А. Нестеров, А.А. Степаненкова, К.М. Жигулина // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы X Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 14-16 ноября 2018 г.) / ВГУ. – Воронеж: Научная книга, 2018. – С. 109-116.

12. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Стат. сб. / Росстат. – М., 2020. – 1204 с.

13. Трофимов И. А. Агроландшафты Центрального Черноземья / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Поволжский экологический журнал. – 2013. – № 3. – С. 336 – 345.

14. Ускова Т.В. Управление устойчивым развитием региона / Т.В. Ускова. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2009. – 355 с.

15. Хицков И.Ф. Проблемы устойчивого (сбалансированного) развития аграрно-природных систем ЦЧР / И.Ф. Хицков, А.Э. Крупко. А.И. Зарытовская // Вестник Воронежского университета. Серия экономика и управление. – 2015. – №4. – С. 36-44.

16. Krupko A E, Rogozina R E, Fetisov Yu M, Derevyagina M V and Shentseva L N Natural Factors of Sustainable Development of the CentralBlack-Earth District, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 543 (2020), pp. 012008.

УДК 504.064.36:504.75.06

## УПРАВЛЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

**Кульнев В.В.**
*Центрально-Черноземное межрегиональное управление*
*Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Воронеж, Россия*
*E-mail: kulnev@rpn36.ru*

Согласно одному из общеприменимых определений под управлением геоэкологическими рисками понимается разработка управленческих решений по научному обоснованию комплекса различных мероприятий, реализация которых позволит снизить риск развития неблагоприятных последствий [1]. Легко понять, что научное обоснование разработки управленческих решений в части снижения негативных последствий от того или иного вида хозяйственной деятельности человека может быть самым разнообразным. Анализ отечественной и зарубежной научной литературы в значительной степени подтверждает приведенный тезис.

Так, исследование специалистов из Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева посвящено разработке алгоритма управленческих решений в недропользовании.

Показано, что систему сброса шахтных вод можно положить в основу инновационной малоотходной технологии [1].

В диссертационном исследовании А.В. Молочко, являющейся выпускницей Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, показан пример реализации риск-ориентированного подхода при решении геоэкологических задач при эксплуатации нефтяных месторождений на основе использования географических информационных систем [7].

Рассмотренный в научной работе подход, основан на применении вейвлет и шиарлет преобразований данных временных рядов геоэкологических данных и позволяет получить новую геометрическую интерпретацию в процессе диагностики сложных геоэкологических объектов для решения вопросов оценки территориальных рисков, возникающих при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера [6].

Австрало-индийским коллективом авторов изучены миграционные способности миграции сурьмы в компонентах природной среды и в живых организмах. Авторы считают, что результаты выполненного ими обзора должны помочь в разработке соответствующих инновационных технологий для контроля биодоступности и токсичности сурьмы и устойчивого управления загрязненными сурьмой почвами и водами, что впоследствии минимизирует риски для окружающей среды и здоровья человека [13].

Исследованию особенностей депонирования тяжелых металлов в водах и донных отложениях реки Янцзы посвящен труд китайских специалистов. Авторами показано, что нечеткий общий средний канцерогенный риск составил: As ($6{,}12 \times 10^{-5}$) > Cr ($5{,}42 \times 10^{-5}$) > Cd ($3{,}81 \times 10^{-5}$). Потенциальный экологический риск в Юньнани и Гуйчжоу более чем в 20 раз превышал уровень IV класса (600), причем наибольший вклад вносили кадмий и ртуть. Наконец, пять провинций были определены в качестве приоритетных контрольных регионов, а источники загрязнения тяжелыми металлами были определены как комбинированное загрязнение, в основном произошедшее в результате разработки и выплавки минеральных ресурсов, особенно выплавки цветных металлов и сброса промышленных сточных вод. Китайскими исследователями ставится вопрос о выработке научно обусловленных управленческих решений в части обеспечения экологической безопасности горнодобывающей и металлургической промышленности в бассейне реки Янцзы [12].

Учеными из Исламской республики Иран осуществлено определение статуса каждой провинции Ирана относительно других провинций в производстве семенной кукурузы с учетом управления экономическими и экологическими рисками, в частности, компромисса между экономическими и экологическими рисками с использованием загрязнением воды (WF) в качестве экологического критерия и валовой маржи (GM) в качестве экономического критерия. Иранские провинции были ранжированы с использованием стохастической доминанты второй степени (SSD) и стохастической доминанты с учетом функции (SDRF) с экономической и экологической точек зрения. Согласно полученным результатам, производство семян кукурузы в иранских провинциях ведется без одновременного учета экономических и экологических рисков, что не приведет к долгосрочному устойчивому производству. Районы были разделены на три группы по сравнению с текущими условиями: районы с высоким экономическим риском и экологической устойчивостью, наоборот, и районы с меньшим экономическим и экологическим риском. Таким образом, для управления устойчивым производством семенной кукурузы в разных районах должна быть предложена различная политика [11].

Приведенные примеры исследований из разных стран мира показывают, что управление геоэкологическими рисками является одной из первостепенных

инвайроментальных задач, решение которой обеспечит устойчивое развитие на глобальном уровне.

Одним из подходов к управлению геоэкологическими рисками состоит в использовании методов мультифрактальной динамики при анализе пространственно-временных рядов данных экологического мониторинга.

Как математический инструмент, фрактал эффективно описывает нарушение воспроизводства экосистемы, лежащий в основе процессов ее самоочищения. В решениях это выражается сокращением области устойчивости в фазовом пространстве экосистемы – нарушается цикл техноприродного обмена, а при избыточности загрязнений исчезает совсем, что приводит к необратимому изменению качества экосистемы [2, 8].

Здесь важно отметить, что в условиях урбанизации и хозяйственного освоения ландшафтов (включая строительство) важно сохранить качество (природный статус) экосистемы и максимально возможно снизить экологические риски. Для этого необходимо сохранить устойчивый цикл воспроизводства экосистемы, определяющий ее резистентность к поступающим извне загрязнениям. Такие условия экосистемы обеспечиваются в режимах, когда факторы загрязнения среды работает слабее, чем компенсирующий биотический фактор. Если наблюдается равенство факторных нагрузок, цикл становится предельным, неустойчивым, и исчезает совсем, когда факторы загрязнение среды превалирует над компенсационными возможностями экосистемы [5].

Для связи фрактальности экосистемы с ее устойчивостью введем непрерывную функцию фрактальной «температуры» техноприродных процессов на интервале $D \in (1; 2)$ следующим образом [4, 9].

$$T_f = \left({}^{1}/_{(n-D)} - {}^{1}/_{n}\right) \qquad (1)$$

где: D – фрактальный показатель экосистемы, n – размерность пространства, в которое вложен фрактальный объект, а – поправочный коэффициент, выбираемый индивидуально (в нашем случае n = 2).

Важной особенностью фрактальной «температуры» является ее непосредственная связь с экологической энтропией $S_f$ – показателем необратимого рассеивания энергии экосистемой при взаимодействии с внешней средой [14]

$$S_f = \propto \cdot T_f^{\gamma} \qquad (2)$$

где: $\propto$ - поправочный коэффициент, определяемый корреляцией действующих факторов, $\gamma$ – фрактальный показатель антропогенной преобразованности экосистемы.

Действительно, открытая экосистема обменивается веществом и энергией с окружающей средой. Такая система стремится к стационарному состоянию – динамическому равновесию, характеризующемуся минимальной диссипацией энергии в окружающую среду. Если же условия внешней среды меняются настолько, что экосистема не способна восстановить утраченное динамическое равновесие, то это приводит к вырождению экосистемы. Отсюда следует, что функция (3) непосредственно устанавливает связь между устойчивостью экосистемы и ее антропогенным преобразованием (см. рис. 1).

Область сохранения устойчивости экосистемы формально определяется в программной среде символьно-численных методов «Maple» как линейная аппроксимация функции (3) на участке наблюдаемых фрактальных показателей $D \in [1{,}1; 1{,}85]$ с условием наилучшего приближения и минимизации среднеквадратичного отклонения на этом участке.

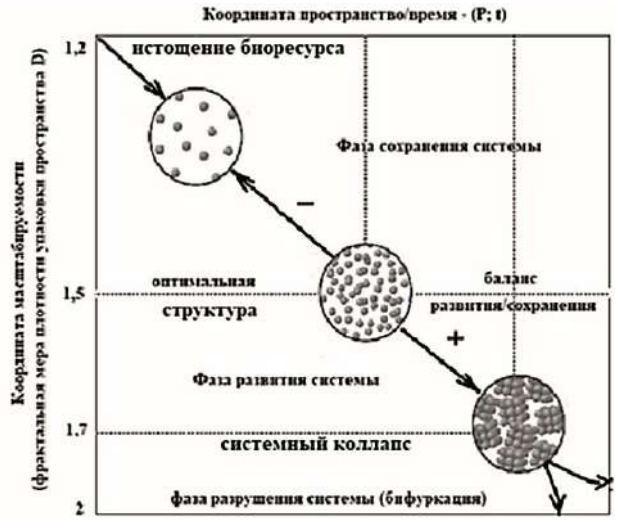



*Рис.1*. Фрактальное описание водной экосистемы как нарушение процессов ее самоорганизации

Полученные при этом фрактальные показатели $D_d = 1{,}2; D_k = 1{,}7$ непосредственно являются лимитирующими показателями устойчивости экосистемы, в пределах которых обеспечивается ее адаптируемость к изменениям внешних факторов. Неустойчивость достигается при максимальных уклонениях $\gamma \rightarrow (1{,}2 \vee 1{,}7)$ когда уровень нагрузки сравнивается с компенсаторными возможностями экосистемы [3] (таблица 1).

Таблица 1

**Особенности фрактальной динамики вблизи лимитов экосистемы**

| Характеристические фрактальные показатели | Особенности динамики экосистемы |
|---|---|
| Дефицит факторов (истощение биоресурса) $D_d$= (1.2±0.1) | Детерминированная динамика экосистемы, в которой отсутствует саморегуляция ее структуры из-за истощения биоресурса. Поведение экосистемы регулируется некомпенсируемыми однонаправленными антропогенными факторами влияния – появлением очагов загрязнения, с которыми экосистема не справляется самостоятельно. |
| Гомеостаз (максимально развитая система) $D_0$= 1.5±0.1 | Саморегулируемая динамика экосистемы в пределах экологической емкости среды. При достижении экологического оптимума $D_0$ линейный тренд процесса меняет знак на противоположный, образуя техноприродный цикл. Нарушениям цикла соответствует смещение состояний экосистемы относительно оптимума $D_0$ – чем оно больше, тем хуже саморегулируемость состояний. |
| Избыточность факторов (системный коллапс) $D_k$= (1.7±0.1) | Хаотическая динамика экосистемы, сопровождаемая резкими скачками ее системных характеристик. Начало неконтролируемого вырождения экосистемы из-за роста некомпенсируемых очагов загрязнения. |

На основании изложенного, мультифрактальную динамику водных экосистем можно представить следующим уравнением:

$$\gamma = \sum_{j=1}^{2} aijFj(D^{+}; D^{-}); 1{,}2 \leq D \leq 1{,}7 \qquad (3)$$

где: $\gamma$ - фрактальный показатель антропогенного преобразования экосистемы $Fj(D^{+}; D^{-})$ – нагрузки, отвечающие избыточности и дефициту факторов развития экосистемы, $a_{ij}$ – весовые коэффициенты действующих факторов.

Физически модель (3) интерпретируется следующим образом: область жизнеспособности экосистемы, определяемая саморегуляцией ее переменных, оценивается отклонением факторной нагрузки от экологического оптимума $F_j(D = 1{,}5)$: чем выше отклонение, тем сильнее конкретные факторы угнетают жизнеспособность экосистемы. Максимально $F_j(D = 1{,}7)$ и минимально $F_j(D = 1{,}2)$ переносимые значения факторов являются теми лимитирующими значениями, за пределами которых существование экосистемы уже невозможно, [10].

Близость фрактального показателя экосистемы γ к пределам ее устойчивости определяет следующую оценку экологического риска (таблица 2):

$$R_e\,(0{,}1) = \gamma * Q = \begin{pmatrix} R_e \to 1, \text{если}\ \gamma \to (1{,}2 \vee 1{,}7) \\ R_e \to 0,\ \text{если}\ \gamma \to 1{,}5 \\ 0 < R_e < 1, \text{если}\ (1{,}2 < \gamma < 1{,}7) \end{pmatrix} \qquad (4)$$

где: $R_e\,(0{,}1)$ – вероятность экологического риска, Q – предполагаемая величина ущерба от антропогенного воздействия.

Таблица 2.

**Классификация экологических рисков нарушения свойств экосистемы**

| Классы процессов | Свойства процессов | Экологический риск |
|---|---|---|
| Оптимальные | Случайные | Низкий $R_e \to 0$ |
| Саморегулируемые | Фрактальные | Приемлемый $0 < R_e < 1$ |
| Бистабильные | Детерминированные | Высокий $R_e \to 1$ |
| Катастрофные | Хаотичные | Предельно высокий $R_e = 1$ |

В результате анализ полученного решения уравнения (4) сводится к оценке предельности уклонения развития экосистемы относительно оптимума и выявлению потенциальных экологических рисков.

Таким образом, с помощью использования фрактальных методов появляется возможность численного определения пределов устойчивости экосистемы любой территории и выработки грамотных природоохранных решений.

## Список литературы

1. Карпенко Н.П., Супрун В.А. Построение алгоритма управления геоэкологическими рисками на месторождениях полезных ископаемых / Н.П. Карпенко, Супрун В.А. // Евразийский союз ученых. 2017. № 12-1 (45). С. 4-7.

2. Кульнев В.В. Насонов А.Н., Цветков И.В. Управление качеством поверхностных вод на основе мультифрактального анализа / В.В. Кульнев, А.Н. Насонов, И.В. Цветков // Материалы Международной научно-практической конференции: «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов». Воронеж, 2020, С. 218-222.

3. Кульнев В.В., Анциферова Г.А., Насонов А.Н., Цветков И.В., Суздалева А.Л., Графкина М.В. Моделирование и анализ процесса альголизации технологического водоема Новолипецкого металлургического комбината на основе мультифрактальной динамики / В.В. Кульнев, Г.А. Анциферова, А.Н. Насонов, И.В. Цветков, А.Л. Суздалева, М.В. Графкина // Экология и промышленность России. Москва. 2019. Т. 23, № 10, С. 66-71. https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-10-66-71.

4. Кульнев В.В., Насонов А.Н., Жогин И.М., Цветков И.В., Грабарник В.Е., Карелин Н.В. Об опыте проведения управляемой альгоремедиации рекреационного водоема / В.В. Кульнев, А.Н. Насонов, И.М. Жогин, И.В. Цветков, В.Е. Грабарник, Н.В.

Карелин // Экология и промышленность России, Москва. 2020. Т. 24. № 3. С. 58-64. https://doi.org/ 10.18412/1816-0395-2020-3-58-64.

5. Кульнев В.В., Насонов А.Н., Цветков И.В., Межова Л.А., Ларионов А.Н. Фрактальный подход к оценке управляемости геоэкологическимим рисками / В.В. Кульнев, А.Н. Насонов, И.В. Цветков, Л.А. Межова, А.Н. Ларионов // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2019. Т. 13. № 4. С. 101-111.

6. Макаров Е.Г., Сорокина Ю.Н. Моделирование геоэкологических рисков на основе шиарлет-преобразования данных наблюдений / Е.Г. Макаров, Ю.Н. Сорокина // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2017. Т. 1. С. 885-888.

7. Молочко А.В. Геоинформационное обеспечение геоэкологического риск-анализа эксплуатации нефтепромыслов (на примере Саратовской области) // автореф. дисс. …канд. геогр. наук. Астраханский гос. ун-т. 2010. 24 с.

8. Насонов А.Н., Цветков И.В., Жогин И.М., Кульнев В.В., Репина Е.М., Кирносов С.Л., Звягинцева А.В., Базарский О.В. Фракталы в науках о Земле: учебное пособие. Воронеж. Изд-во «Ковчег». 2018, 82 с.

9. Патент RU 275539 C1 Способ управления альгоремедиацией водных объектов Опубликовано 15.09.2021. Бюлл. № 26.

10. Розенберг Г.С. Введение в теоретическую экологию. В 2-х томах. Тольятти: Изд-во «Кассандра». Тольятти. 2013. Т.1. 564 с. Т.2 445 с.

11. Fatemeh Fathi, Azar Sheikhzeinoddin, Rezvan Talebnejad. Environmental and economic risk management of seed maize production in Iran. Journal of Cleaner Production. Vol. 258. 2020.https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120772.

12. Jingjing Yan, Zhiguang Qu, Fei Li, Honghu Li. Heavy metals in the water environment of Yangtze River Economic Belt: Status, fuzzy environmental risk assessment and management. Urban Climate. Vol. 40. 2021. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100981.

13. Nanthi Bolan, Manish Kumar, Ekta Singh, and etc. Antimony contamination and its risk management in complex environmental settings: a review. Environment International. Vol. 158. 2022. https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106908.

14. Tsvetkov V.P., Miheev S.A., Tsvetkov I.V. Fractal phase space and fractal entropy of instantaneous cardiac rhytm // Chaos, Solitons and Fractals, v. 108, pp. 71-76 (2018). https://doi.org/10.1016/j.chaos.2018.01.030.

УДК 504.06(043)

## ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ДИНАМИКИ ЭСТЕТИКО-ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПАРАМЕТРОВ

**Лопина Е.М.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: lopina@bsu.edu.ru*

В географии в настоящее время также появилось понятие «эстетика места», во многом обусловлено развитием рекреационной географии, которое понимается, как способность места воздействовать некоторыми своими качествами на нервную систему человека, на психическую сферу рекреанта и в совокупности с топологическими и функциональными (утилитарными) характеристиками формирует аттрактивность местности [1, 2, 7, 8].

На кафедре географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности НИУ «БелГУ» на протяжении нескольких лет разрабатывается направление, связанное с изучением эстетических параметров среды [3, 6-7, 9]. В своих исследованиях авторы указывают на то, что эстетическое восприятие может быть разномасштабным и, соответственно, происходить на различных расстояниях. Кроме того, они делают акцент на том, что каждый ландшафт формируется из совокупности пейзажных картин и суммы впечатлений, создаваемых ими, формируя тем самым, визуальный образ ландшафта. Исходя из вышесказанного, под оценку попадают не отдельные пейзажи, а жизненная среда человека. То есть проводится оценка не конкретных природных комплексов, а того пространства, среды, которое включает населенный пункт и прилегающие (или ближайшее окружение) территории. Ближайшее окружение населенного пункта – это территория, описанная радиусом общественного природопользования.

Стоит отметить, что интегратором связей населения с окружающей средой является производственная деятельность. Она определяет особенности взаимоотношений населения с окружающей средой. От характера производственной деятельности зависят пространственные и временные характеристики среды. Эстетические свойства территории должно рассматриваться и как ресурс. Особенно актуально для той части населения, которая длительно проживает на территории, поскольку характер территории формирует определенные формы природопользования и становясь привычным, создает чувство комфортности, удовлетворенности, которое выражается в соответствующих оценках. Таким образом, главная цель – оценка эстетико-потребительских параметров среды непосредственно в населенном пункте и их окружении. В то же время, все ресурсы, эстетические не исключение, не могут рассматриваться обособленно.

С учетом существующих в настоящее время серьезных теоретические разработок отечественных и зарубежных ученых, авторами был предложен вариант методики оценки эстетико-потребительских параметров среды на региональном уровне, апробация которой уже носит многолетний характер [3-6, 9]. Методика построена на сочетании методов качественного описания и социологического опроса и, соответственно, два уровня исследования и оценки эстетико-потребительских параметров среды. Результаты социологического опроса позволяют установить несколько в той или иной степени разнящихся образов описываемого пространства. Данный процесс осознанного отбора элементов воспринимаемой действительности в научной литературе получил название «репрезентация» («представление» или «образ»).

Ниже представлены отдельные результаты исследования, проведенного на территории Валуйского района Белгородской области. Всего в исследовании было задействовано 9 населенных пунктов. 6 из них были исследованы в период в 2005-2006 гг. и еще 5 в течении 2019 г. Стоит отметить, что исследование в с. Казначеевка и с. Шелаево были проведены дважды с целью проследить динамику эстетико-потребительских параметров в этих населенных пунктах.

В результате проведенных исследований были выявлены природные и социальные условия становления и развития природопользования, как основы формирования безопасной и комфортной социально-экологической среды, проведено сравнение населенных пунктов по характеру вмещающей природной и культурной среды и их дифференциация по данному показателю; разработана матричная и картографическая интерпретация результатов исследования; оценены компоненты пейзажа и особенности их сочетания.

Для всех возрастных группах в ходе исследования было отмечено многообразное использование видов природопользования, но, вместе с тем, наблюдается и сокращение всех видов природопользования, кроме исключительно рекреационных.

Реализуемая в пределах населенного пункта и его ближайших окрестностей рекреация имеет существенное социальное значение. В пределах обозначенных территорий население осуществляет ряд формы отдыха, а поведение рекреантов при этом регулируется, исходя из их собственных соображений. Необходимо отметить еще одно важное преимущество этих территорий заключается в том, что они позволяют рекреационным потребностям иметь фрагментарный характер, то есть при условии ограниченности времени, всегда «найдется минута» на небольшой отдых.

Кроме того, особенностью выделенных территорий является еще и то, что большинство видов отдыха в природной среде становятся, по существу, бесплатными.

В то же время, данные территории могут быть подвержены большему прессингу со стороны населения, так как концентрирует в себе жителей населенного пункта и призвано удовлетворять значительный ряд их потребностей, в том числе рекреационных. С другой стороны, достаточно очевидно тяготение рекреантов к аттрактивным природным объектам, которые в свою очередь испытывают различную рекреационную нагрузку.

Для этих целей были выявлены предпочтительные для отдыха объекты и рассчитана рекреационная нагрузки на них (таблицы 1 и 2). Методика расчета численности групп реальных рекреантов в зависимости от частоты рекреационных выходов, численности потенциальных рекреантов, числа мнений о возможном рекреационном использовании по группам (число выходов) и рекреационной нагрузки на ареал подробно представлена в ряде публикаций [4, 5].

*Таблица 1.*

**Распределение рекреантов по группам в зависимости от частоты рекреационных выходов**

| Населенный пункт | Численность групп реальных рекреантов в зависимости от частоты рекреационных выходов | | | | | | Численность потенциальных рекреантов | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-4 выхода в месяц | | 3-4 выхода в полгода | | 1-2 выхода в год | | | |
| | чело-век | % | чело-век | % | чело-век | % | человек | % |
| г. Валуйки | 17895 | 50,00 | 8948 | 25,00 | 5963 | 16,6 | 2984 | 8,34 |
| с. Казначеевка | 83 | 48,63 | 34 | 20,18 | 36 | 21,1 | 17 | 10,0 |
| с. Шелаево | 967 | 43,57 | 615 | 27,72 | 395 | 17,8 | 242 | 10,8 |
| с. Ураево | 208 | 49,17 | 80 | 18,91 | 79 | 18,6 | 56 | 13,2 |
| с. Колыхалино | 245 | 36,14 | 119 | 17,55 | 201 | 29,6 | 113 | 16,6 |
| х. Ромашовка | 20 | 30,77 | 21 | 32,31 | 9 | 13,9 | 15 | 23,0 |
| с. Безгодовка | 154 | 38,46 | 86 | 21,54 | 37 | 9,23 | 123 | 30,7 |
| с. Хмелевец | 146 | 37,60 | 119 | 30,77 | 69 | 17,9 | 53 | 13,6 |
| с. Конопляновка | 75 | 37,50 | 50 | 25,00 | 33 | 16,6 | 41 | 20,8 |

Установление особенностей распределение рекреантов по группам в зависимости от частоты рекреационных выходов и расчет рекреационной нагрузки на ареалы населенных пунктов являются – составная частью методики оценки эстетико-потребительских параметров среды на региональном уровне.

Важным моментом является тот факт, что определенные виды деятельности стоит рассматривать в качестве рекреационной деятельности лишь условно, так как присутствует фактор добычничества, что особенно характерно для сельских населенных

пунктов. Более того, в ряде случаев возможно совмещение рекреации с трудовой деятельностью, особенно осуществляемой в природной среде. Естественно, в подобных случаях термин «рекреация» толкуется расширительно, как любая деятельность в природной среде, преследующая эмоциональные и валеологические цели.

*Таблица 2.*

**Расчет рекреационной нагрузки на ареалы населенных пунктов**

| Населенный пункт | Число мнений о возможном рекреационном использовании по группам (число выходов) | | | | Рекреационная нагрузка на ареал, человеко-выходов в год/га |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1-4 раза в месяц | 3-4 раза в полгода | 1-2 раза в год | Всего | |
| г. Валуйки | 429480 | 62636 | 8944 | 501060 | 8,14 |
| с. Казначеевка | 1992 | 238 | 54 | 2284 | 0,04 |
| с. Шелаево | 23208 | 4305 | 592,5 | 28105,5 | 0,46 |
| с. Ураево | 5136 | 427 | 274,5 | 5837,5 | 0,09 |
| с. Колыхалино | 3408 | 1239 | 211,5 | 4858,5 | 0,08 |
| х. Ромашовка | 3456 | 525 | 46,5 | 4027,5 | 0,07 |
| с. Безгодовка | 3698 | 602 | 55,5 | 4355,5 | 0,07 |
| с. Хмелевец | 3504 | 833 | 103,5 | 4440,5 | 0,07 |
| с. Конопляновка | 1800 | 350 | 49,5 | 2199,5 | 0,04 |

Наибольшую важность, как нам кажется, представляет изучение характера связей между группами отдыхающих и природными комплексами. Характер этих связей зависит от целого ряда факторов, в том числе и от избирательности отдыхающих к элементам природных комплексов и их сочетаниям.

Выше говорилось, что в с. Казначеевка и с. Шелаево ранее уже проводились исследования. Но автором работы, тем не менее, исследование было решено провести повторно с целью проследить динамику эстетико-потребительских параметров в этих населенных пунктах. Если выдвигать гипотезу, утверждающую, что в населенных пунктах в течение последнего десятилетия, наблюдается динамика эстетико-потребительских параметров среды, то в отношении населенных пунктов Валуйского района она не оправдается.

В то же время исследования, которые в настоящее время проводятся в других населенных пунктах, показывают, что есть ряд населенных пунктов, в которых обозначенная динамика прослеживается очень четко. В качестве примера можно привести сельские поселения, находящиеся вблизи областного центра.

В тоже время, те населенные пункты, которые были исследованы впервые, не характеризуются «контрастными» эстетико-потребительскими параметрами и повторяют общую картину.

Исследование эстетических и потребительских параметров среды проживания – эстетических оценок и особенностей общественного природопользования в дальнейшем могут позволить разработать предложения по формированию пространственной структуры населенных пунктов для устойчивого поэтапного развития окружающей среды и социосферы, которая должна быть эстетически привлекательной, комфортной и экологически безопасной.

**Список литературы**

1. Голд Дж. Психология и география: Основы поведенческой географии. М.: Прогресс, 1990. 304 с.
2. Душков Б.А. География и психология. Подход к проблемам. М.: Мысль, 1987. 285 с.
3. Киреева-Гененко И.А., Лопина Е.М. О разработке базы данных рекреационной нагрузки местной и региональной системы населенных пунктов // Проблемы региональной экологии. 2013. № 4. С. 190-195.
4. Корнилов А.Г., Лопина Е.М., Гененко И.А., Стаценко Е.А. Рекомендации по разработке карт рекреационной нагрузки // Вестник БГТУ им. Шухова, №1. 2012. С. 145-148.
5. Лопина Е.М. Оценка эстетико-потребительских параметров среды на региональном уровне (на примере Белгородской области): Автореф. дисс. ... канд. географ. наук: 25.00.24. – Белгород: Изд-во «КОНСТАНТА». 2009. 24 с.
6. Лопина Е.М., Корнилов А.Г., Киреева-Гененко И.А. Эстетико-потребительские аспекты и проблемы организации и использования городских рекреационных пространств в районе КМА // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5; URL: http://www.science-education.ru/119-14662
7. Юдина Ю.В. Геоэкологический подход к пространственному формированию региональной сети особо охраняемых природных территорий // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VII Международной научной конференции (памяти проф. Петина А.Н.). – Белгород, 2017. С. 495-501.
8. Юдина Ю.В. Ландшафтно-геоэкологические аспекты обоснования региональной сети природных парков (на примере Белгородской области): Автореф. дисс. ... канд. географ. наук: 25.00.36. – Белгород: ИД «БелГУ». 2019. 19 с.
9. Elena M, Lopina & Kornilov, Andrey & Yana Y., Bondareva & Vladimir A., Kalugin. (2018). Factor Assessment of the Aesthetic and Consumer Parameters of Regions. The Journal of Social Sciences Research. 77-81. URL: 10.32861/jssr.spi1.77.81 https://www.arpgweb.com/pdf-files/SPI-1-JSSR18-48-77-81.pdf

УДК 631.434(470.62+470.325)

# ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ

**Новых Л.Л.[1], Елисеева Н.В.[2], Тешева С.А.[3], Волошенко И.В.[1], Слюсаренко Э.Е.[4]**
*[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*[2]Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ, Краснодар, Россия*
*[3]ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», Краснодар, Россия*
*[4]Филиал Адыгейского государственного университета, Белореченск, Россия*
*E-mail: novykh@bsu.edu.ru*

*Введение.* Одной из актуальных проблем современности является деградация почв. В частности, с влиянием интенсивных земледельческих технологий связана физическая деградация, которая проявляется, прежде всего, в деградации структуры. Такой тип деградации установлен для разных типов почв, включая и наиболее плодородные черноземные.

Среди почв особую группу образуют слитые. Такие почвы широко представлены в Краснодарском крае. Их главная особенность – неблагоприятные физические свойства. Ранее в работах [1, 2] мы рассматривали особенности слитых почв, обсуждали их педоэкологические характеристики. Слитые черноземы по ряду свойств приближаются к лугово-черноземным, так как в их профилях выражены признаки гидроморфизма.

Данное сообщение посвящено лугово-черноземным почвам. По информации [3] их площадь на территории Белгородской области составляет 1 %, Краснодарского края – около 5 %. Обсуждение результатов проводится на основе традиционной факторно-генетической классификации 1977 года [4], так как для учета почвенных ресурсов в России в настоящее время по-прежнему используется эта классификация. Лугово-черноземные почвы относятся к полугидроморфным почвам, которые развиваются в условиях периодического избыточного увлажнения.

Цель исследования – сравнение степени деградации структуры лугово-черноземных почв в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования на территории Центрального Черноземья (Белгородская область) и Краснодарского края.

Исследования на территории Белгородской области проводились на опытном участке ФГНБУ «Белгородский НИИСХ», где функционирует адаптивно-ландшафтная система земледелия. В то же время важной частью зернового агропромышленного комплекса Краснодарского края является выращивание риса; на Кубани валовой сбор риса составляет более 80 % от общероссийского [5]. Гидроморфные почвы активно начали использовать в рисосеянии еще в начале XX века. Ранее мы рассматривали разнообразные свойства лугово-черноземных почв Кубани под культурой риса [6]; в данной работе особое внимание уделено структурно-агрегатному составу таких почв.

Мы предположили, что при рисосеянии, которое сопровождается периодическим затоплением почв, наблюдается более сильное негативное воздействие на почвенную структуру, поэтому деградация структуры лугово-черноземных почв в Краснодарском крае будет выражена сильнее, чем в условиях Белгородской области.

*Материалы и методы.* На рисунке 1 показано расположение на карте России субъектов РФ, где проводились исследования. Оба региона находятся в европейской части России, но удалены друг от друга на расстояние около 600 км; в почвенном покрове обоих господствуют черноземные почвы.

*Рис. 1.* Регионы, где проводились исследования

Объектами исследования послужили лугово-черноземные почвы на территории двух участков: опытного участка ФГНБУ «Белгородский НИИСХ», расположенного в Белгородском районе (Белгородская область), и рисовой оросительной системы (пос. Белозерный, Краснодарский край). Участок ФГНБУ «Белгородский НИИСХ» функционирует с 1991 г. На изученных лугово-черноземных почвах здесь применяется зональная система земледелия, на основе зернопропашного севооборота. Залежная лугово-черноземная почва была описана в аналогичных условиях рельефа на склоне балки долины р. Ерик, на расстоянии около 2 км от границы опыта. Мы не смогли установить полную историю освоения данной почвы, поэтому вопрос о том, является ли она целинной или залежной, остается спорным.

Рисовая оросительная система функционирует с 1937 г. Она расположена в стародельтовом агроландшафтном районе Краснодарского края. При выращивании риса происходит затопление посевов во время вегетационного периода. В качестве залежи изучены почвы метеоплощадки «Белозерное», созданной в 1950 г. За время существования метеоплощадки на ней не проводилось работ, связанных с нарушением почвенного покрова; осуществляли только снятие метеоданных. И пашня, и залежь характеризуются одним типом почв – рисовая лугово-черноземная.

Определение структурно-агрегатного состава почв и водопрочности структуры проводили с помощью «сухого» и «мокрого» просеивания по методике Н.И. Саввинова. Для характеристики структурного состояния почв использованы следующие показатели: содержание глыб, пыли, агрономически ценных фракций (АЦФ), коэффициент структурности; суммарная водопрочность.

*Результаты и их обсуждение.* Основные показатели, характеризующие структурно-агрегатный состав и водопрочность структуры исследуемых пахотных почв, приведены в таблице 1.

Очевидно, что по структурно-агрегатному составу почвы значительно отличаются друг от друга: рисовая почва имеет более высокую глыбистость, меньшую распыленность структуры, но более высокую ее водопрочность. Вниз по профилю качество структуры рисовой почвы снижается, о чем свидетельствует уменьшение Кс от 1,00 до 0,16, в то время как в профиле лугово-черноземной почвы самое низкое качество структуры наблюдается в средней части профиля (горизонты App и B).

*Таблица 1*

**Основные показатели структуры исследуемых почв**

| Горизонт | *Г, %* | *П, %* | *АЦФ, %* | *Кс* | *СВ, %* |
|---|---|---|---|---|---|
| Лугово-черноземная пахотная (Белгородская область) | | | | | |
| Ap | 16 | 8 | 76 | 3,17 | 30 |
| App | 54 | 2 | 44 | 0,79 | 57 |
| B | 54 | 2 | 44 | 0,79 | 58 |
| BCg | 24 | 13 | 63 | 1,70 | 69 |
| Cg | 39 | 12 | 49 | 0,96 | 26 |
| Лугово-черноземная рисовая (Краснодарский край) | | | | | |
| Ap | 49 | 1 | 50 | 1,00 | 79 |
| App | 50 | 1 | 49 | 1,00 | 96 |
| AB | 60 | 1 | 49 | 0,80 | 89 |
| B1 | 70 | 1 | 29 | 0,41 | 89 |
| B2g | 84 | 1 | 15 | 0,18 | 72 |
| Cg | 84 | 2 | 14 | 0,16 | 85 |

Причинами ярко выраженных различий могут быть, во-первых, различия в гранулометрическом составе (средний суглинок – глина); во-вторых, характер использования участков (наличие или отсутствие затопления).

На основе параметров оценки структуры, опубликованных в ряде источников [7-11], нами была проведена оценка качества структуры пахотных горизонтов исследуемых почв. Оказалось, что разные системы оценок дают часто значительно отличающиеся результаты. Например, водопрочность структуры лугово-черноземной пахотной оценена как неудовлетворительная, удовлетворительная или хорошая, в зависимости от того, какую из классификаций использовали, а водопрочность структуры рисовой почвы – отличная, избыточно-высокая или очень хорошая. Этот факт свидетельствует о необходимости продолжения работ по разработке критериев оценки структурно-агрегатного состава почв и водоустойчивости структуры.

Для получения данных о степени изменения структуры почв при длительной распашке мы провели сравнение свойств пахотных горизонтов с залежным вариантами аналогичных почв. Понимаем, что более точные результаты могли быть получены при сравнении пахотных почв с их целинными аналогами, но вследствие длительного интенсивного сельскохозяйственного освоения обеих территорий найти в непосредственной близости от исследуемых участков целинные участки с лугово-черноземными почвами не представляется возможным. На территории Белгородской области есть участок «Ямская степь» заповедника «Белогорье», но использовать сведения о структурно-агрегатном составе его почв для сравнения с изучаемыми лугово-черноземными пахотными – некорректно, т.к., на заповедном участке господствуют черноземы, и расположен этот участок не в непосредственной близости, а на расстоянии более 100 км.

Определение степени деградации почв по содержанию агрономически ценных фракций, проведенное в соответствии с подходами В.В. Медведева [10, с. 28], показало, что для рисовой почвы уменьшение содержания АЦФ в пахотном варианте в слое 0-20 см в сравнении с залежью составило 11 % (снижение от 56 % до 50 %), что позволяет утверждать, что деградация отсутствует. В лугово-черноземной пахотной почве в слое 0-20 см содержание АЦФ составило 60 %, а в залежном варианте – 56 %, т.е. не зафиксировано уменьшения содержания АЦФ, поэтому нет оснований говорить о деградации параметра. Но если рассмотреть отдельно пахотный (Ар) и подпахотный (App, «плужная подошва») горизонты, то наблюдается уменьшение содержания АЦФ в горизонте App на 21 %, что свидетельствует о слабой деградации почв.

*Заключение.* Высказанная гипотеза о более сильной деградации лугово-черноземных почв в условиях рисосеяния не подтвердилась. Основной причиной такого явления мы считаем генетические особенности рисовых почв, которые изначально показывают низкий уровень качества структуры верхних горизонтов.

Определение степени деградации пахотных почв по абсолютным значениям параметров структуры является некорректным. В то же время для изучаемых регионов сложно найти целинные или залежные аналоги для многих почв, вовлеченных в распашку, которые позволили бы обосновано определять степень деградации параметров структуры.

## Список литературы

1. Чехович Э.Е., Елисеева Н.В. Слитые почвы и особенности их использования (на примере Белореченского района) // Материалы докладов YI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Кн. 3, 2012. – С. 461-462.

2. Педоэкологические особенности слитых черноземов: уязвимость структуры / Н.В. Елисеева, Л.Л. Новых, И.В. Волошенко, Э.Е. Слюсаренко // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VIII Междунар. науч. конф., Белгород, 22-25 окт. 2019 г. / под ред. М.А. Польшиной. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2019. – С. 214-218.

3. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. – М., 2019 [Электронный ресурс]. – URL: http://egrpr.esoil.ru (дата обращения: 08.05.2021).

4. Классификация и диагностика почв СССР / В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова [и др.]. – М.: Колос, 1977. – 224 с.

5. Пищенко Д.А., Гаркуша С.В., Тешева С.А. Эффективность выращивания риса в Краснодарском крае // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). –С. 103–106.

6. Сидоренко А.В., Елисеева Н.В. Свойства лугово-черноземных почв Кубани под культурой риса // Вестник ОГУ. – 2011. – № 12 (131). – С. 143-145.

7. Методические рекомендации по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / под ред. Л.М. Державина, Д.С. Булгакова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

8. Теории и методы физики почв: коллективная монография / под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. – М.: «Гриф и К», 2007. – 616 с.

9. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.

10. Медведев В.В. Физическая деградация черноземов. Диагностика. Причины. Следствия. Предупреждение. – Харьков: Изд-во «Городская типография», 2013. – 324 с.

11. Assessing the Degree of Physical Degradation and Suitability of Chernozems for the Minimization of Basic Tillage /T.A.Trofimova, S.I. Korzhov, V.A. Gulevskii [et al] // Eurasian Soil. – 2018. – № 51. –P. 1080-1085.

УДК 502.64(470.325)

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ В ВОЛОКОНОВСКОМ РАЙОНЕ

**Новых Л.Л.[1], Жуненко Э.А.[1], Новых И.Е.[1], Белоусова Л.И.[1], Киреева-Гененко И.А.[1, 2]**

*[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*[2]Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Белогорье», г. Белгород, Россия*

*E-mail: genenko@bsu.edu.ru, novykh@bsu.edu.ru*

*Введение.* В российском природоохранном законодательстве нет категории «геопарк», поэтому в целях охраны уникальных геологических объектов их относят к существующим категориям особо охраняемых природных территорий (ООПТ), чаще всего, – к памятникам природы. На сайте «Уникальные геологические объекты России» [1] дана информация о шести действующих геологических памятниках природы в Белгородской области. Все эти объекты являются родниками. Наш коллектив в течение многих лет занимается изучением и паспортизацией родников области, поэтому мы неоднократно посещали эти объекты, проводили их описание и мониторинг. Некоторые итоги такой работы представлены в [2]. В настоящее время геологические памятники природы в области выделены только на территории двух административных образований – Старооскольского городского округа и Волоконовского района. В 2021 г.

была осуществлена экспедиция по продолжению мониторинговых исследований родников на территории Волоконовского района, некоторые итоги которой представлены в данном сообщении.

*Материалы и методы исследования.* К памятникам природы регионального значения на территории Волоконовского района отнесены, по информации [3], 5 родников:

1) Фонтанирующий родник в с. Староивановка;

2) Фонтанирующий родник в с. Верхние Лубянки;

3) Фонтанирующий родник в с. Плотвянка;

4) Криница урочища «Оленя» между поселками Волоконовка и Пятницкое («Родник здоровья»);

5) Криница «Гомоново» в с. Голофеевка.

Эта группа по статусу является неоднородной: родники №№1-3 входят в список геологических памятников природы и относятся к типу гидролого-гидрогеологических, родники №№ 4-5 входят в группу региональных памятников природы, но без указания их типа. В соответствии с целью исследования основными объектами послужили родники №№ 1-3.

Паспортизация родников осуществлялась на основе схемы паспорта, разработанной учеными Московского геологоразведочного университета [4] с некоторыми изменениями и дополнениями. В ходе проведения работ по изучению родников области нами были произведены следующие корректировки схемы паспорта:

– пункт 2 паспорта в связи с развитием приборной базы по определению координат был дополнен определением координат источника;

– пункт 7 паспорта был дополнен для удобства использования параметра данными о расходе родника в $м^3$/сут;

– пункт 8 (температура воды) был дополнен показателем «температура воздуха», что позволяет проводить более полно классификацию воды родников по температуре;

– пункт 12 (режим использования родника) дополнен указанием типа использования (хозяйственно-питьевое, рекреационное, культовое), что обусловлено ослаблением хозяйственно-питьевого значения родников и усилением других видов их использования;

– пункт 16 (наименование и юридический адрес хозяйствующего субъекта, на которого возлагаются обязанности по содержанию участков, занятых родниками) был упрощен в связи с передачей функций по содержанию участков родников администрациям поселений

– пункт 17 (схема границ участка, занятого памятником природы) из паспорта удален, т.к. родники с известной схемой границ участка практически полностью отсутствуют.

Нами в паспорт родника также были добавлены три пункта: особенности родника, ландшафтная ценность пейзажа и итоговая оценка санитарно-технического состояния родника (СТСР).

*Результаты и их обсуждение.* На рисунке 1 представлена картосхема размещения родников-региональных памятников природы на территории Волоконовского района.

Дебит родников-геологических памятников природы изменялся от весьма малого (0,06 л/с) для родника в с. Староивановка до значительного (более 1 л/с) для родников в селах Верхние Лубянки и Плотвянка. Точный дебит для родников 2 и 3 определить трудно, т.к. они представлены родниковыми воронками. Так называют небольшие водоемы в местах выхода родников, где сами выходы родников подтоплены (рис. 2).

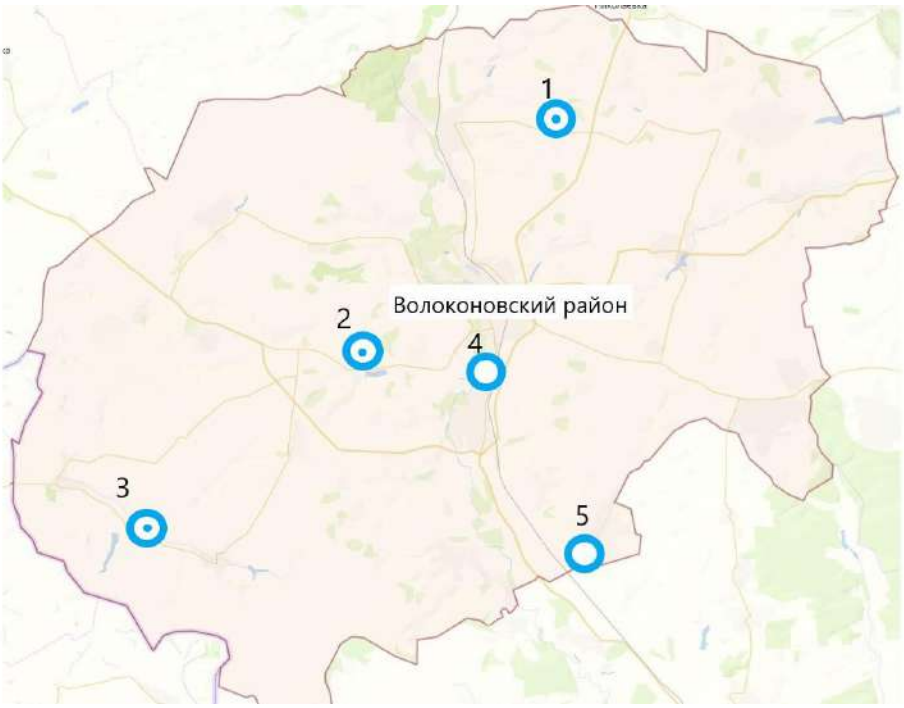



*Рис. 1.* Размещение родников-памятников природы на территории Волоконовского района:
- Памятник природы, - Геологический памятник природы

Нумерация родников на картосхеме совпадает с их нумерацией в тексте.

А Б

*Рис. 2.* Родниковые воронки в местах выхода родников:
А – родник в с. Верхние Лубянки; Б – родник в с. Плотвянка.

В официальных документах о статусе родников [1, 3] встречается название «фонтанирующий родник», однако оно не отвечает современному состоянию всех изученных родников и, очевидно, носит исторический характер.

По техническому состоянию каптажа (ТСК) два родника (№№ 2-3) оцениваются как неудовлетворительные и один (№ 1) – как хороший. Для хорошей оценки ТСК необходимо не только наличие каптажа, но и оборудованность места отбора воды и места отдыха. У родниковых воронок, показанных на рисунке 2, каптажа нет, не оборудованы

и места отбора воды. Для отдыха в беседке у родника № 2 есть лавочки, но этого недостаточно для удовлетворительной оценки ТСК.

По санитарному состоянию родников все они оцениваются как хорошие. Это означает, что на территории расположения родников не зафиксировано бытовых или промышленных отходов. По санитарному состоянию областей питания родник № 1 классифицируется как удовлетворительный, остальные – хорошие, т.к. области питания родников №№ 2-3 находятся в рекреационных зонах, а для родника № 1 на расстоянии около 50 м расположены поля, где вносятся минеральные удобрения.

В соответствии с методикой описания СТСР итоговый результат оценки соответствует худшему из промежуточных результатов, поэтому родник № 1 получил удовлетворительную оценку, а родники №№ 2-3 – неудовлетворительные. Неудовлетворительные оценки обусловлены отсутствием каптажа. Это соответствует задачам создания геологических памятников природы, т.к. ранее [2] мы отмечали, что геологические памятники природы должны сохранять особенности геологической среды. В связи с этим в неудовлетворительной оценке состояния каптажа нет ничего опасного, если использовать такие родники с учетом данной особенности.

Для оценки перспектив использования изученных родников была проведена их рекреационная оценка, которая показала уровень оценок от 2 до 4,5 баллов, что соответствует очень низкой и средней оценкам. В настоящее время названные родники практически не используются в культовых целях, что подтверждается их оценкой от очень низкой (1,5 балла для родника № 1) до низкой (4 балла для родников №№ 2-3).

Наличие меловых обнажений вблизи родников 2 и 3 свидетельствует об их карстовой природе. Таким образом, в настоящее время в перечне геологических памятников природы Волоконовского района присутствуют родники, резко отличающиеся по своим характеристикам: с одной стороны, это карстовые источники со средним или высоким дебитом, с другой стороны – эрозионный родник с малым дебитом. Такая ситуация является типичной и для других регионов: О.В. Петров с соавторами отмечают, что «в области отнесения геологических объектов к объектам геологического наследия, научной оценки их значимости, организации охранных мероприятий, а также рационального использования … существует широкий спектр нерешенных проблем» [5, с. 72]. Одной из таких проблем является отсутствие четких критериев отнесения геологических объектов к объектам геологического наследия.

*Заключение.* Анализ размещения и современного состояния родников Волоконовского района Белгородской области, которые относят к уникальным геологическим объектам России, показал, что это – разнородная группа объектов, отличающихся типом водоносных пород и дебитом, и мало используемых населением.

Изученные родники не являются уникальными для района или области: в ходе проводимых исследований на территории других районов нами описаны десятки родников с аналогичными характеристиками, часть из которых относится к памятникам природы регионального значения без указания их геологического профиля. В связи с этим необходимо продолжать мониторинг состояния геологических памятников природы (родников) и дальнейшие работы по разработке критериев отнесения их к геологическим памятникам природы.

## Список литературы

1. Уникальные геологические объекты России. Разработано в ФГБУ «ВСЕГЕИ» г. Санкт-Петербург, 2011-2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.geomem.ru (дата обращения 08.05.2020).

2. Новых Л.Л., Волошенко И.В., Новых И.Е. Родники Белгородской области как уникальные геологические объекты России // Развитие чувашской государственности в условиях российского федерализма: прошлое, настоящее, будущее: сб. статей Междунар. науч. конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2020. – С. 370-378.

3. Об утверждении перечней особо охраняемых природных территорий регионального значения Белгородской области: Постановление Правительства Белгородской области № 299-пп от 15.08.2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/3100201608170004 (дата обращения 08.05.2021).

4. Швец В.М., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Родники Москвы. – М.: Научный мир, 2002. 160 с.

5. Петров О.В., Гогин И.Я., Вдовец М.С. Сохранение геологического наследия России // Уникальные геологические объекты России: сохранение и рекреационный потенциал: тезисы междунар. конф. Санкт-Петербург, 27-29 июня 2013 г. – СПб.: ФУП ВСЕГЕИ, 2013. – С. 72-74 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.geomem.ru/site_confer_ report.php?idr=1 (дата обращения 24.06.2021).

УДК 502.52

# ПОЛЕВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА УЧАСТКОВ САМОЗАРАСТАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ЛГОКА

**Олейникова В.А., Корнилов А.Г.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: oleinikova_v@bsu.edu.ru*

Общепризнано, что ведущим инструментом сохранения естественной среды обитания и обеспечения устойчивого развития территории является так называемый «экологический каркас территории». Он, как способ противостояния загрязнениям, чрезмерному нерациональному использованию ресурсов и трансформации природных ландшафтов, направлен на сохранения флоры, фауны и ландшафтов (Convention, 2009).

В настоящее время функции координации и задачи формирования экологического каркаса исполняются различными не взаимосвязанными организациями (ООПТ, землеустройство, лесоустройство, схемы комплексного использования водных ресурсов, охотоустройство) (Эльмурзаев, Гайрабеков, 2016; Ямашкин и др., 2017). Каждое отдельное ведомство не обладает необходимыми экологическими знаниями для создания экологического каркаса даже на своих землях. Они, регулируя использование своего отдельного ресурса, даже с экологическими целями, не способны полностью определить роль этих мер, их истинный, в т.ч. экономический эффект для поддержания стабильности территории в целом (Васильева и др., 2017; Маслова, 2018; Поздняков, Кашина, 2017). В результате объем системных исследований и проектных работ по формированию экосети Белгородской области не достаточен (Корнилов, Стаценко, 2009; Стаценко и др., 2011).

На территории Белгородской области ранее были проведены исследования по формализации элементов структуры экологического каркаса, в ходе которых были выявлены элементы природного каркаса с использованием топографических карт и данных дистанционного зондирования (Лисецкий, 2000).

Стаценко Е.А. были разработаны и апробированы методические подходы к проектированию и реализации региональной системы экологического каркаса в условиях современной практики землеустройства территории Белгородской области, которые показали, что для формирования экологического каркаса рационально использовать три категории земель (Стаценко, 2012):

– охраняемые территории: заповедники, заказники, национальные парки или территории, нуждающиеся в охране, но не получившие еще такого статуса;

– деградированные, малоплодородные для хозяйственного использования, загрязненные земли, заовраженные, засоленные и т. д.;

– полуприродные и приближенные к естественным территориям (водоохранные зоны, городские парки, лесные полосы и т.д.) (Петин, 2011).

Отвалы КМА могут быть рассмотрены, как ренатурируемые поверхности посттехногенных территорий и соответственно, как элементы экологических сетей (Голеусов П.В., 2013).

Упомянутые выше подходы применимы к проектированию и реализации экологического каркаса, апробированных научным сообществом и признанных состоятельными на региональном уровне (субъекты РФ) (Егоренков, 2017; Сычев, Мюллер, 2018). Вместе с тем, при более детальном рассмотрении многих регионов, значительная их часть может составлять территории с высоким уровнем преобразованности участков природной среды и антропогенной нагрузки, которые тем не менее так же нуждаются в формировании экологического каркаса территории, но традиционных форм элементов явно не достаточно для формирования там экологического каркаса (Мырзагалиева, 2015; Сычев, Мюллер, 2018).

С учетом вышеизложенного целью исследования являлся поиск потенциальных опорных элементов экологического каркаса на техногенно-преобразованных территориях КМА для их последующего вовлечения в существующую структуру сети региона.

Территория КМА является староосвоенной территорией и занимает площадь около 125 тыс. км$^2$. В ходе длительных воздействий горнодобывающих предприятий КМА образовалось 13 тыс. га горнонарушенных, преобразованных территорий, 30 % из которых занимают отвалы (Толстопятова, Петин, 2017).

Ранее на данных территориях располагались плодородные сельскохозяйственные угодья, лесные массивы, в настоящее время выведенные из использования (Лопина, 2016). Кроме того, на данный момент под воздействием горнопромышленных объектов возникают сопутствующие экологические проблемы: пыление грунта отвалов, нарушение гидрологического режима территории, изменение эстетического вида природных территорий (Корнилов, 2015).

Старооскольско-Губкинский горнопромышленный район в значительной степени трансформирован горнодобывающими предприятиями и традиционных опорных элементов экологического каркаса наблюдается ограниченное количество, так как отсутствуют лесные массивы, а степные участки, которые хоть и представлены в пойме рек Осколец и Чуфички, овражно-балочной сети, но их площадь крайне мала (Григорьев, 1996). В связи с этим актуальный поиск дополнительных квазиприродных территорий, которые могли в той или иной мере выполнить функции опорных элементов экологического каркаса и, в частности, в качестве таких территорий можно рассмотреть участки самозарастания обширных отвальных комплексов горно-обогатительных комбинатов, которые во многом сложены из вскрышных пород (суглинок, мел, супесь). Исходя из выше сказанного, объектами исследования являются отвалы вскрышных пород, образованные в результате горнодобывающей деятельности, и прилегающие к ним территории. Многие из участков давно сформировались и редко посещаются человеком.

При полевых исследованиях района размещения отвала вскрышных пород ГОКа применялась методика маршрутного ландшафтного обследования с полевой документацией, фотодокументированием и последующей критико-систематической камеральной обработкой собранного материала (Корнилов и др., 2015). Использовалась стандартная методика закладки и описания пробных площадок (размером 10×10 метров) в совокупности с визуальным методом учета обилия видов (Index Nominum Genericorum, 2018), в частности, выявлялись доминантные виды, степень зарастания, антропогенного воздействия, трансформации и на основе полученных данных давалась оценка функционального соответствия участков самозарастания образцам типичных природных и квазиприродных территорий способных выполнять функции опорных элементов экологического каркаса. Выбор площадок осуществлялся по максимальной приближенности к объекту, испытывающему высокую техногенную нагрузку путем постоянной отсыпки и расширения площади антропогенного воздействия. Данные точки в будущем не могут быть отнесены к опорным элементам экологического каркаса, но могут быть наглядными объектами ренатурации посттехногенных территорий.

На исследуемой территории было заложено 6 учетных площадей вблизи бедлендов Лебединского ГОКа (рис. 1). Они располагаются в пределах южной части Среднерусской возвышенности и представляют собой: первый – отвальный уступ; второй, четвертый и пятый – равнинная поверхность, третий – овраг, шестой – частично пересохшее дно пруда.

Пункт 1: Восточный склон отвалов, отсыпанный разными породами с примесью песка, глины и суглинок (51°12´581, 37°34´889). Данный склон подвержен зарастанию, отсыпка пустой породы не ведется. Доминируют адвентивные и сорно-полевые виды-апофиты: полынь горькая (*Artemisia absinthium L.*) – Об.-2, чистотел большой (*Chelidonium majus L.*) – Об.-2, пырей ползучий (*Elytrigia repens L.*) – Об.-1, вейник наземный (*Calamagrostis epigeios L.*) – Об.-1, тимофеевка луговая (*Phleum pretense L*) – Об.-1, одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale F.H. Wiggers*) – Об.-1 и др. По склону рассредоточены единичные: клоповник полевой (*Lepidium campestre L.*) – Изр., резак обыкновенный (*Falcaria vulgaris Bernh*) – Р, полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris L.*) – Р, рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia L.*) – Р, березы обыкновенной (*Betula pendula L.*) – Ед, осины (Populus tremula L) – Ед.

Пункт 2: Подножье юго-восточного склона отвалов с черноземом солонцеватым (51°12´320, 37°33´701). Растительный покров представлен: чистотел большой (*Chelidonium majus L.*) – Об.-1, мелколепестник канадский (*Conyza canadensis L.*) – Об.-1, пырей ползучий (*Elytrigia repens L.*) – Изр., одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale F.H. Wiggers*) – Изр., мятлик луговой (*Poa pratensis L.*) – Р.

Пункт 3: Южное подножье с черноземом типичным (51°12´071, 37°33´290). Между полевыми посевами и территорией прилегающей к бедлендам произрастает береза обыкновенная (Betula pendula L.) – Об.-3, слива колючая (*Prunus spinosa L.*) – Об.-1, дуб (*Quercus robur L.*) – Об.-1. Растительный состав нижнего яруса: подорожник большой (*Plantago major L.*) – Об.-1, бодяк полевой (*Cirsium arvense L.*) – Изр., ежа сборная (*Dactylis glomerata L.*) – Изр., молочай лозный (*Euphorbia esula Persoon*) – Изр. и острый (*E. virgata L.*) – Изр., трёхреберник непахучий (*Matricaria perforate L.*) – Р., козлобородник луговой (*Tragopogon protensis L.*) – Р., полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris L.*) – Р., щавель курчавый (*Rumex crispus L.*) – Ед., эспарцет посевной (*Onobrychis viciifolia Scopoli*) – Ед.

Пункт 4: У подножия юго-западного склона отвалов с черноземом типичным (51°12´959, 37°32´537). На данной территории почти полностью отсутствует растительный покров, в связи с подготовкой к расширению отвальных склонов вскрышных пород. Встречаются единичные произрастания бодяка полевого (*Cirsium*

*arvense L.*) – Об., щавеля курчавого (*Rumex crispus L.*) – Об.-1, эспарцета посевного (*Onobrychis viciifolia Scopoli*) – Р, молочая острого (*Euphorbia virgata L.*) – Р.

*Рис. 1.* Карта-схема учетных площадок (отвальный комплекс ЛГОКа):
1–6 – площадки (описание приведены в тексте)

Пункт 5: Участок прилегающей поверхностью к западному склону черноземом типичным (51°12´628, 37°32´399) характеризуется наименьшим зарастанием по отношению к точкам 1-3. Травяной покров представлен в большей степени сорными видами растительности: чистотел большой (*Chelidonium majus L.*) – Об.-2, бодяк полевой (*Cirsium arvense L.*) – Об.-1, подорожник большой (*Plantago major L.*) – Изр., полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris L.*) – Изр. Кроме этого произрастает мятлик узколистный (*Poa angustifolia L.*) – Р.

Пункт 6: Водный объект в 500 метрах отвалов с черноземом типичным (51°13´144, 37°32´342). Пруд подвержен сезонному пересыханию с широкой площадью распространения рогоза широколистного (*Typha latifolia L.*) – Об., вейник наземный (*Calamagrostis epigeios L.*) – Об.-2, мятлик узколистный (*Poa angustifolia L.*) – Об.-2, одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale F.H. Wiggers*) – Изр., тимофеевка луговая (*Phleum pratense L.*) – Изр., эспарцет посевной (*Onobrychis viciifolia Scopoli*) – Ед. Данный водный объект отличается от основного ландшафта территорий.

На исследуемых участках проведена оценка антропогенной нагрузки и степени трансформации ландшафтов (см. табл. 1). Анализ проводился по состоянию растительности (разнообразию, степень угнетенности, наличие подроста и др.), густоте тропиночной сети, как непосредственного результата посещения экотопов и степени загрязненности территории.

На всех шести участках распространенны различные по своему составу ассоциации, это: полынно-чистотеловая, чистотелово-мелколепестниковая, березово-подорожниковая, чистотелово-мятликовая, бодяково-щавелевая, рогозо-вейниковая. Наибольшая сомкнутость крон характерна для 3 участка с произрастающей на нем березой. Подрост характерен только для 2 из шести объектов исследования, причем на

одном из них слабо выражен. В местах проведения полевых исследований были выявлены не значительные тропичные сети. По показателям мертвого покрова, повреждении и болезней древесных пород, захламленности территорий, характеру захламления территории были выевлены не значительные показатели.

*Таблица 1*

**Антропогенная нагрузка и степени трансформации ландшафтов учетных площадок (отвальный комплекс ЛГОКа)**

| № п/п, название участка | Территория отвалов вскрышных пород ЛГОКа | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Расположение участка | Восточный склон отвалов | Юго-восточный склон отвалов | К югу от отвалов в 100 метрах от овражно-балочного комплекса | Восточный склон отвалов | У подножия юго-западного склона отвалов | Водный объект в 500 метрах отвалов |
| Ассоциация | Полынно-чистотеловая *Artemisia absinthium L.+ Chelidonium majus L.* | Чистотелово-мелколепестниковая *Chelidonium majus L.+ Conyza canadensis L.* | Березово-подорожниковая *Betuletum plantagosum L.* | Чистотелово-мятликовая *Chelidonium majus L.+ Poa angustifolia L.* | Бодяково-щавелевая *Cirsium arvense L.+ Rumex crispus L.* | Рогозо-вейниковая *Typha latifolia L.+ Calamagrostis epigeios L.* |
| Сомкнутость крон (%) | 5 % | – | 70 % | – | – | – |
| Наличие подроста | Присутствует в небольшом количестве | отсутствует | отсутствует | присутствует | отсутствует | отсутствует |
| Проективное покрытие (%) | 80 | 70 | 10 | 20 | 10 | 100 |
| Густота тропиночной сети (в баллах) | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Исходя из результатов проведенных полевых исследований на территориях, прилегающих к бедлендам и самих бедлендов Лебединского ГОКа, можно сделать вывод о способности данных участков к самозарастанию и возникновению на них квазиприродных экосистем. Обширные отвальные комплексы и примыкающие к ним территории характеризуются низким уровнем интенсивности посещения населением, высокими темпами самозарастания, что обуславливает реализацию на этих территориях комплекса природозащитных функций, таких как предотвращение пыления, снижение водной эрозии, интенсивное биопродуцирование. Несмотря на то, что основной состав фитоценозов изученных участков самозарастания представлен рудеральными видами, здесь наблюдается тенденция формирования квазиприродных ландшафтов, что позволяет рассматривать эти территории в качестве элементов экологического каркаса для горнопромышленных районов Белгородской области.

## Список литературы

1. Васильева Д.И., Воронин В.В., Власов А.Г. 2017. Экологическое состояние окружающей среды как важнейший фактор развития территории. В кн.: Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов: Рязань. ФГБОУ ВО «РГАУ им. П.А. Костычева», Рязань: 33-36.

2. Григорьев Г.Н. 1996. География Белгородской области. Белгород: БГУ, 142.

3. Егоренков Л.И. 2017. Формирование экологического каркаса территории. В кн.: Добродеевские чтения – 2017. I Международная научно-практическая конференция: Москва. МГОУ, М.: 103-104.

4. Корнилов, А.Г., Кичигин Е.В., Колмыков С.Н., Новых Л.Л., Дроздова Е.А., Петин А.Н., Присный А.В., Лазарев А.В., Колчанов А.Ф. 2015. Экологическая ситуация в районах размещения горнодобывающих предприятий региона Курской магнитной аномалии. ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», Белгород, 157.

5. Корнилов, А.Г., Стаценко Е.А. 2009. Об эколого-экономической оценке мероприятий по формированию экологического каркаса на примере Белгородской области. В кн.: Актуальные вопросы географических исследований: Чебоксары. Типография ЧГУ, Чебоксары: 120-121.

6. Лисецкий, Ф.Н. 2000. Формирование регионального экологического каркаса для обеспечения устойчивого развития. Научные ведомости БелГУ. Серия экология, 3, 3-9.

7. Лопина Е.М., Киреева-Гененко И.А., Чурилова Э.А. 2016. Параметры рекреационного природопользования территорий в районе КМА. В кн.: Региональные географические и экологические исследования: актуальные проблемы: Чебоксары. ООО Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», Чебоксары: 351-356.

8. Маслова А.О. 2018. Экологический каркас территории и его свойства. Форум молодых ученых, 3 (19): 405-407.

9. Мырзагалиева Ж.Ж. 2015. Экологические коридоры, как элементы экологического каркаса территории. В кн.: Актуальные проблемы экологии и природопользования, Москва. РУДН, М.: 204-207.

10. Петин, А.Н. 2011. Геоинформатика в рациональном недропользовании. Белгород, ИПК НИУ «БелГУ», 258.

11. Поздняков А.Л., Кашина О.С. 2017. Применение комплексного анализа терриории при решении проблем сохранения экологического равновесия. В кн.: Наука молодых – будущее России: Курск. ЗАО «Университетская книга», Курск: 257-261.

12. Стаценко, Е.А., Корнилов А.Г., Жеребненко Ю.С. 2011. Экологический каркас Белгородской области как основа устойчивого развития региона. В кн.: Географические основы формирования экологических сетей в России и Восточной Европе: Москва. Товарищество научных изданий КМК, М.: 264-267.

13. Стаценко Е.А. 2012. Планирование объектов экологического каркаса в структуре землеустройства белгородской области. Автореф. дис. … канд. геогр. наук. Белгород, 23.

14. Сычев В.Г., Мюллер Л. 2018. Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, центральной Азии и Сибири. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 499 с.

15. Толстопятова О.С., Петин А.Н. 2017. Проблема рекультивации нарушенных земель горнодобывающим комплексом в России. В кн.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: Белгород. «ПОЛИТЕРРА»,– Белгород: 258–260.

16. Эльмурзаев Р.С., Гайрабеков Х.Т 2016. Экологический каркас как один из подходов поддержания экологического баланса особо охраняемых природных

территорий. В кн.: Современные проблемы и перспективные направления инновационного развития науки: Уфа. ООО «Аэтерна», Уфа: 225-227.

17. Ямашкин А.А., Ямашкин С.А., Зарубин О.А. 2017. Ландшафтно-экологическое зонирование и проектирование экологического каркаса. В кн.: Теория и практика гармонизации взаимодействия природных, социальных и производственных систем региона: Саранск. Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск: 214-222.

18. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. The Emerald Network. A network of Areas of Special Conservation Interest for Europe. URL: http://www.econet2011.narod.ru/PA08e_09_Emeraudeinformation.pdf (accessed 18.11.2018)

19. Googl Maps. URL: https://www.google.ru/maps (accessed 10.09.2018)

20. Index Nominum Genericorum. URL: https://naturalhistory2.si.edu/botany/ing/ (accessed 18.11.2018)

УДК 502; 378.145

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК КОМПЛЕКСНАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА НА ПЛАНЕТЕ ЗЕМЛЯ

**Погребняк Т.А., Хорольская Е.Н., Воробьева О.В., Горбачева А.А.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: pogrebnyak@bsu.edu.ru*

**Аннотация.** В данной статье содержатся методические разработки авторов по созданию экологического курса, направленного на формирование экологической зрелости учащихся школ, студентов. В предлагаемом курсе дается основа общего экологического образования как комплексной теоретический и практической подготовки будущего экологически ответственного гражданина страны и планеты в целом, способного создать безопасную среду обитания, формировать и корректировать свою деятельность и деятельность человечества в соответствии с сложившейся ситуацией на планете Земля.

**Актуальность исследования.** Одним из основных условий существования современного общества является воспитание экологически грамотной личности, которая способна владеть знаниями, умениями и навыками, необходимых для охраны природы и среды обитания и деятельности человека. Экологическое образование, как неотъемлемая часть общей системы школьного обучения, направленного на подготовку обучающихся к экологически безопасной и активной деятельности в разных сферах деятельности человека. Грамотное решение экологических проблем в ходе учебной, исследовательской и проектной деятельности позволяет целенаправленно развить у школьников способность к обучаемости, накапливать внутренние ресурсы, которые необходимы для социализации их личности и решения нестандартных проблем, в том числе и экологических. Опыт, который получен личностью в процессе выполнения исследовательской деятельности в процессе обучения в школе, позволяет ей реализовать задачи экологического образования и способствует процессу самообразования личности. Введение в учебный процесс общеобразовательных учреждениях такой дисциплины, как «Школьный экологический мониторинг», прямо реализует принципы государственной политики России в области экологии. Решение экологических проблем на основе научно-обоснованного подхода к познанию и восприятию планеты Земля, как уникальной живой

экосистемы, компоненты которой постоянно находятся в динамическом равновесии, является актуальным и востребованным современным обществом.

Исследование разных аспектов функционирования биосферы Земли, как экологической ниши, необходимой для существования на планете всех видов организмов, включая человека, требует соответствующих знаний, умений и навыков, формируемых непосредственно в процессе учебной деятельности и выполнения школьных исследовательских работы на основе осваивают различные методы исследования – от наблюдения и элементарного опыта до реализации проектной и научно-исследовательской деятельности с учетом экологических проблем в своем регионе, районе, населенном пункте.

**Цель исследования:** методическое обоснование к разработке рабочей программы «Школьный экологический мониторинга» для направления подготовки в бакалавриате учителей биологии и географии.

Концепции экологического образования на современная развитии общества, оценивается как средство оптимизации взаимодействия человека с природной средой, как комплексное знание, которое необходимо для формирования у каждой личности ответственного отношения к природе и окружающей среде жизни и деятельности на основе:

- направленного использования системного подхода к изучению всех аспектов жизнедеятельности живых организмов, как целостных систем в неразрывной их связи с окружающей средой обитания;
- изучения и практического применения на практике элементов научного подхода к познанию различных аспектов экологии разных систематических групп живых организмов (бактерий, грибов, растений, животных, человека);
- формирования системных представлений о сущности теоретического и практического проведения экологического мониторинга, как среды обитании, так и в разных сферах техногенной деятельности человека.

Для реализации Концепции экологического образования обучающимся необходимо освоить ключевые принципы, которые составляют основу организации и проведения экологической деятельности. К ни необходимо отнести следующие ключевые принципы:

1. Принцип системности, как основное качество всех объектов окружающей среды, являющихся предметом изучения школьников; так и взаимосвязь и взаимообусловленность целей, задач, содержания, методов, форм и приемов мониторинговой деятельности, определяющих единую методическую систему школьного экомониторинга.

2. Принцип научности, который, как общедидактический принцип образования, предполагает изучение фундаментальных основ научного знания и методов научного познания окружающего мира, научного исследования явлений природы в контексте экологических исследований.

3. Принцип новизны, определяющий осмысление полученного в процессе исследования нового знания для участников исследовательской деятельности экологической направленности.

4. Принцип социальной значимости (востребованности) результатов исследования направлен на развитие гражданской позиции у обучающихся в процессе познания окружающей среды, включая решение глобальных проблемам общества и реализации его устойчивого развития.

5. Принцип последовательности этапов и уровней исследования направлен на организацию исследования в таком аспекте, который направлен на последовательное

решение экологических задач – от освоения простых методов к более сложным, от простых к более сложным объектам и явлениям природы.

6. Принцип непрерывности исследования определяет его непрерывный характер, позволяющий исключить риск потери информации об объекте исследования или явлении во времени.

**УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

| № п/ п | Название тем | Всего часов | В том числе | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Теорет. | Практ. |
| **I.** | **Введение** | **4** | **2** | **2** |
| 1.1. | Цели, задачи, предмет и объекты | 4 | 2 | 2 |
| **II.** | **Классификация и фундаментальные свойства живых систем** | **16** | **4** | **12** |
| 2.1. | Живые организмы, их классификация и фундаментальные свойства | 6 | 2 | 4 |
| 2.2. | Среды обитания живых организмов | 10 | 2 | 8 |
| **III.** | **Факторы среды обитания** | **22** | **6** | **16** |
| 3.1 | Абиогенные факторы | 8 | 2 | 6 |
| 3.2. | Биогенные факторы | 6 | 2 | 4 |
| 3.3. | Антропогенные факторы | 5 | 1 | 4 |
| 3.4. | Влияние организмов на среду обитания | 3 | 1 | 2 |
| **IV.** | **Живые организмы - биоиндикаторы** | **28** | **8** | **20** |
| 4.1. | Биоиндиксация и биомониторинг | 9 | 1 | 8 |
| 4.2. | Бактерии - биоиндикаторы | 3 | 1 | 2 |
| 4.3. | Растения – индикаторы | 9 | 3 | 6 |
| 4.4. | Животные – биоиндикаторы | 7 | 3 | 4 |
| **VI.** | **Итоговое занятие** | **2** | | **2** |
| | **Итого:** | **72** | **20** | **52** |

Для системы экологической деятельности школьников применимы общедидактические принципы: преемственности, доступности, историзма, проблемности, краеведческий принцип и др. На этих принципах планируется и реализуется мониторинг, как многоцелевая информационная система, которая направлена на решение различных аспектов теоретических, прикладных и практических задач, в том числе и наблюдения за состоянием биосферы, проведение оценки и прогноза ее состояния, выявления факторов, источников и степени абиотического, биотического и антропогенного воздействия на экологические системы разной степени сложности.

Наиболее универсальным подходом к разработке структуры системы мониторинга является определение его темы, которые включают теоретический материал и логически с ним связанные с ним связанные практические или лабораторные занятия. Используемый теоретический материал необходим для планирования исследования, и объяснения полученных результатов наблюдения, оценка фактического состояния систем разного уровня, оценка текущего статуса биологических систем разного уровня и формирования прогноза их будущего состояния. Прогнозирование, с одной стороны, подразумевает знание закономерностей изменения состояния природной среды, наличие схемы и возможностей численного расчета, а, с другой, и направленность прогноза должна в значительной степени определять структуру и состав исследуемой системы.

Изучение школьниками теоретических и практических вопросов данной программы направлено на формирование у них устойчивого интереса к

самостоятельному познанию окружающего мира, формирования тех знаний, которые определяют осознанный подход к сохранению на планете многообразия видов и естественных условий среды их обитания.

Содержание практических работ прямо направлено на формирование у школьников экологического культуры и мышления, устойчивого интереса к экопроблемам современного мира, своего региона, отдельного населенного пункта, среды проживания и обучения. Изучение разнообразных форм взаимоотношений живых организмов в пределах экосистем различного уровня, их адаптаций к действию различных факторов среды обитания способствует научно-обоснованному подходу, как к охране окружающей среды, так и к созданию безопасной среды обитания различных видов живых организмов, жизнедеятельности человека и охраны его здоровья.

Выполнение практических и лабораторных работ, индивидуальных и коллективных проектов по экологии направлено на формирование у обучающихся умения работать в группе, успешно представлять результаты их исследований на научных конференциях, конкурсах и проектах.

Воспитание ответственности за свое поведение и отношение ко всем звеньям живой материи, осознания своей неразрывной связи со средой обитания способствуют формированию у обучающихся активной жизненной позиции на основе формирование и гармоничное сочетание их ценностных установок и таких их качеств, как самопознание, творческое саморазвитие, самореализация, способствующих у обучающихся активной гражданской и жизненной и позиции.

Возраст обучающихся: 14 -16 лет.

**Цель программы**:

1. Формирование знаний, умений и навыков, направленных на теоретическое и практическое познание законов и закономерностей экологии в ходе проведения экологического мониторинга для школьников. 2. Формирование экологической культуры и воспитание экологически грамотной личности с активной жизненной позицией. 3.Развитие коммуникативности, образного и экологического мышления.

**Задачи программы:**

Обучающие: 1. Сформировать у обучающихся научно-обоснованные знания о взаимосвязи и единстве вида со средой его обитания. 2. Углубить у обучающихся с учетом их возраста и способностей сис темные знания об экологии видов, их связи со средой обитания. 3. Научить обучающихся применять на практике практические и теоретические и знания для решения экологических проблем в процессе выполнения экологического мониторинга.

Развивающие: 1. Развивать у обучающихся интеллектуальный уровень и творческий подход к решению экологических проблем современности на основе наблюдательности и мышления. 2. Развивать у обучающихся коммуникативные способности, умение работать в группе. 3. Формировать навыки психологической разгрузки при взаимодействии с объектами живой природы.

Воспитательные: 1. Способствовать развитию экологического восприятия и общественного сознания по отношению к живым объектам окружающего мира. 2. Формировать чувство ответственности за экологическое состояние живой природы, личное и общественное здоровье. 3. Воспитывать у обучающихся потребности в общении с природой.

Продолжительность реализации программы – 3 года.

Формы и режим занятий: форма обучения – групповые, в соответствии с нормами Сан Пин.

Режим работы: два занятия в неделю по 1 часу, 72 час/год;

Структура каждого занятия выстроена с учетом возраста обучающихся, их индивидуальных интересов и особенностей личности и включает три составные части: 1. Теоретическая часть. 2. Практическая часть. 3. Элементы разных видов учебно-образовательной деятельности.

**Ожидаемые результаты реализации программы**.

По окончании первого года занятий обучающийся будет:

знать: о единстве организма и среды обитания, фундаментальной нише, которая теоретически необходима для существования представителей каждого вида, и реальной, в которой они обитают; основные фундаментальные свойства живых систем (обмен веществ и энергии, наследственность и изменчивость, размножение, рост и развитие, ритмичность, движение, раздражимость, энергозависимость, целостность и дискретность); методы оценки появления абиотических и биотических факторов среды обитания организмов, особенности их фундаментальной и реалистической экологической ниш; общие и специальные методы, которые направлены на оценку текущего функционального состояния и адаптацию организма к условиям среды по его морфофункциональным показателям с учетом их выраженности.

уметь: оценивать уровень приспособления живого организма (грибов, растений, животных и человека) к условиям окружающей среды; вести наблюдения за сезонными явлениями и живыми объектами в природе и оформлять соответствующие протоколы; планировать проведение опыта (эксперимента), на основе системного подхода анализировать его результаты, объяснять их и формулировать выводы; создавать условия для обитания в естественной среде представителей всех царств живой природы, выращивания микроорганизмов, растений грибов и животных; проживания человека в естественной среде и искусственно созданных условиях для жизни и деятельности.

По окончании второго года занятий обучающийся будет:

знать: взаимоотношения живых организмов с факторами среды обитания в различных географических регионах мира; – живые организмы – биоиндикаторы, состояние которых реально отражает состояние среды обитания; – пути предупреждения негативных последствий антропогенного воздействия на стабильность естественные экосистемы (растительные сообщества, биогеоценозы); – основные причины нарушения адаптации и здоровья растущего организма к условиям образовательного пространства;

уметь: выявлять и анализировать относительный характер многочисленных приспособлений живых организмов к среде обитания; оценивать состояние естественных экосистем различного уровня; прогнозировать последствия антропогенного воздействия на естественные биогеоценозы, их видовой состав; самостоятельно планировать, проводить и представлять результаты индивидуальной проектной исследовательской деятельности.

По окончании третьего года занятий обучающийся будет:

знать: приемлемые пути для практической реализации полученных знаний в области охраны природы; об основных экологических проблемах своего региона и мирового сообщества; об альтернативных путях решения современных проблем, прежде всего, энергетических и природоохранных; методы оценки разных компонентов здоровья человека и его образа жизни, как объективных показателей экологической адаптации;

уметь: применять полученные в процессе обучения экологические знания; планировать с учетом критериев и требований исследовательскую деятельность по изучению и решению проблем экологии; работать с различной информаций с использованием компьютерных технологий обработки научного материала, его анализа и представления результатов в открытой печати, конкурсах, конференциях, олимпиадах; сохранять и укреплять как свое здоровье, так и беречь здоровье других людей, осознавать

причины возникновения социальных болезней как последствия отсутствия сформированности здорового образа жизни.

**Формы подведения итогов реализации программы**

Предусмотрены следующие формы осуществления контроля:

- – тестирование обучающихся по вопросам программы;
- – решение теоретических и практических задач и упражнений;
- – определение уровня сформированности знаний, навыков и умений по выполнению теоретических и практических заданий, оформлению их результатов; разработки и выполнения научно-исследовательских и проектных работ по экологической тематике.

Результатами исследовательской деятельности являются:

– участие в конкурсах-выставках детских работ с представлением визитной карточки своего объекта изучения;

– участие в конференциях по вопросам оценки экологического состояния окружающей среды Белгородской области;

– подготовка и опубликование тезисов и статей в материалах научных и научно-практических конференций различного уровня.

Условия реализации программы.

Для реализации программы необходимы:

– учебный кабинет, параметры которого соответствует санитарно-эпидемиологическим нормам, предъявляемым к учреждениям обучения;

– материально-дидактическая база, которая включает научную и методическую литературу, научные фильмы, дидактический и раздаточный материал; материально-техническая база, включающая лабораторное оборудование и инструменты, которые обеспечивают исследование физических и химических процессов и явлений.

Примерный учебно-тематический план на представлен в таблице 1.

**Ожидаемые результаты**

По окончании первого года занятий обучающийся будет:

знать:

- о единстве организма и среды обитания, фундаментальной нише, которая теоретически необходима для существования представителей каждого вида, и реальной, в которой они обитают;
- основные фундаментальные свойства живых систем (обмен веществ и энергии, наследственность и изменчивость, размножение, рост и развитие, ритмичность, движение, раздражимость, энергозависимость, целостность и дискретность);
- методы оценки появления абиотических и биотических факторов среды обитания организмов, особенности их фундаментальной и реалистической экологической ниш;
- общие и специальные методы, которые направлены на оценку текущего функционального состояния и адаптацию организма к условиям среды по его морфофункциональным показателям с учетом их выраженности.

уметь:

- оценивать уровень приспособления живого организма (грибов, растений, животных и человека) к условиям окружающей среды;
- вести наблюдения за сезонными явлениями и живыми объектами в природе и оформлять соответствующие протоколы;
- планировать проведение опыта (эксперимента), на основе системного подхода анализировать его результаты, объяснять их и формулировать выводы;

- создавать условия для обитания в естественной среде представителей всех царств живой природы, выращивания микроорганизмов, растений грибов и животных; проживания человека в естественной среде и искусственно созданных условиях для жизни и деятельности.

По окончании второго года занятий обучающийся будет:

знать:

- взаимоотношения живых организмов с факторами среды обитания в различных географических регионах мира;
- живые организмы – биоиндикаторы, состояние которых реально отражает состояние среды обитания;
- пути предупреждения негативных последствий антропогенного воздействия на стабильность естественные экосистемы (растительные сообщества, биогеоценозы);
- основные причины нарушения адаптации и здоровья растущего организма к условиям образовательного пространства;

уметь:

- выявлять и анализировать относительный характер многочисленных приспособлений живых организмов к среде обитания;
- оценивать состояние естественных экосистем различного уровня;
- прогнозировать последствия антропогенного воздействия на естественные биогеоценозы, их видовой состав;
- самостоятельно планировать, проводить и представлять результаты индивидуальной проектной исследовательской деятельности.

По окончании третьего года занятий обучающийся будет:

знать:

- приемлемые пути для практической реализации полученных знаний в области охраны природы;
- об основных экологических проблемах своего региона и мирового сообщества;
- об альтернативных путях решения современных проблем, прежде всего, энергетических и природоохранных;
- методы оценки разных компонентов здоровья человека и его образа жизни, как объективных показателей экологической адаптации;

уметь:

- применять полученные в процессе обучения экологические знания;
- – планировать с учетом критериев и требований исследовательскую деятельность по изучению и решению проблем экологии;
- – работать с различной информацией с использованием компьютерных технологий обработки научного материала, его анализа и представления получаемых результатов в открытой печати, конкурсах, конференциях, олимпиадах;
- – сохранять и укреплять как свое здоровье, так и беречь здоровье других людей, осознавать причины возникновения социальных болезней как последствий отсутствия сформированности здорового образа жизни.

**Заключение.** Такое построение и содержание курса направлены на формирование у школьников устойчивого интереса к самостоятельному познанию окружающего мира, формирования тех знаний, которые определяют осознанный подход к сохранению на планете многообразия видов и естественных условий среды их обитания. Будущие экологически ответственные граждане страны смогут создать безопасную среду обитания, сформировать и корректировать свою деятельность и деятельность человечества в соответствии с необходимыми запросами планеты Земля.

УДК 631.452

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА РОССИИ

**Суринов А.В.[1, 2]**

*[1] Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр агрохимической службы «Белгородский», г. Белгород, Россия*

*[2] Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия*

*E-mail: Surinoff.2012@yandex.ru*

***Аннотация.*** *Для сравнительного анализа динамики плодородия пахотных почв лесостепной зоны Центрально-Черноземного региона России была использована информация по двум районам Белгородской области. Исходя из полученных данных видно, что повышение средних доз внесения органических удобрений на фоне высоких доз минеральных ведет к повышению урожайности сельскохозяйственных культур и накоплению элементов питания растений в почве. Так в Яковлевском районе, за период исследования дозы внесения органических удобрений выросли на 124,6%, а в Борисовском – на 161,3%. Объёмы применяемых минеральных удобрений при этом в Яковлевском районе остались неизменными, а в Борисовском – выросли на 14,3%. Урожайность сельскохозяйственных культур получила значительную прибавку. В Яковлевском районе она составила: озимой пшеницы – 34,6%, ярового ячменя – 31,8%, кукурузы на зерно – 57,0%, а в Борисовском – 28,9%, 42,3%, 31,5%, соответственно.*

*За период исследования зафиксированы существенные изменения агрохимического состояния почв. В Яковлевском районе доля кислых почв снизилась с 84,7% от обследованной площади до 52,9%, в Борисовском – с 83,44% до 43,01%. В Яковлевском районе увеличилось содержание легкогидролизуемого азота, подвижных форм фосфора и калия на 2, 66 и 63 мг/кг, соответственно. В Борисовском районе содержание азота увеличилось на 6 мг/кг, подвижного фосфора – снизилось на 20 мг/кг, а содержание подвижного калия остался неизменным – 170 мг/кг.*

***Ключевые слова:*** *удобрения, фосфор, калий, плодородие, чернозем, кислотность, известкование, макро и микроэлементы, органическое вещество.*

## Введение

С давних времен человечество осваивает процесс земледелия, неустанно модернизируя методы ведения сельского хозяйства. Новых целинных территорий на планете больше не становится, что привело к необходимости бережного отношения к тем местам, на которых ведут оседлый образ жизни те или иные народы. Тысячилетия назад люди уже понимали эту необходимость, и этот вопрос не теряет своей актуальности и по сей день.

Продовольственная безопасность страны – это основа крепкого, способного уверенно смотреть далеко в будущее государства. Но сельскохозяйственная деятельность так или иначе ведет к снижению плодородия культивируемых почв и наша задача – не допустить этого, сохранить плодородие, а лучше делать все возможное, чтобы повернуть этот процесс в обратную сторону [1, 2].

## Материалы и методы

Исследования проводились на территории Яковлевского и Борисовского районов Белгородской области. Почвенный покров представлен черноземами типичными и выщелоченными. Доля эродированных почв в Яковлевском районе составляет 45,4%, в

Борисовском - 26,5% от площади пашни [3]. Гидротермический коэффициент по Селянинову равен 1,1.

В работе использованы результаты агрохимического обследования почв, проводимого ФГБУ «ЦАС «Белгородский». Определение показателей в почвенных пробах проводилось в соответствии с принятыми методиками:

- по методу Чирикова определяли массовую долю подвижных форм фосфора и калия;
- $pH_{KCl}$ по ГОСТ 26483-85;
- по Каппену определяли гидролитическую кислотность (ГОСТ 26212-91);
- по методу Тюрина – массовую долю органического вещества;
- по методу Корнфилда – массовую долю щелочногидролизуемого азота;
- массовую долю подвижной серы – по ГОСТ 26490–85;
- по методу Крупского и Александровой определяли массовые доли меди, марганца, цинка, молибдена, кобальта, для экстракции которых использовался ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH=4,8.

Сведения об урожайности сельскохозяйственных культур, внесении удобрений, посевных площадях взяты из официальных источников Белгородстата.

## Результаты и обсуждение

Важным источником поступления элементов питания в агроценозы на территории Белгородской области являются органические удобрения. Отличные друг от друга показатели развития животноводства в этих районах непосредственно сказываются на объёмах вносимых органических удобрений. Так, в Яковлевском районе за последние годы доза органики увеличилась с 6,5 до 14,6 т/га, в Борисовском районе – с 0,75 до 1,96 т. Для сравнения, за аналогичный период в РФ объемы применения выросли с 1,15 до 1,52 т/га, а в Белгородской области – с 5,28 до 8,85 т/га соответственно (рис. 1).

Для бездефицитного баланса гумуса в зернопропашных севооборотах, важно соблюдать рекомендуемую дозу внесения органических удобрений, равную 6-8 т/га севооборотной площади [1].

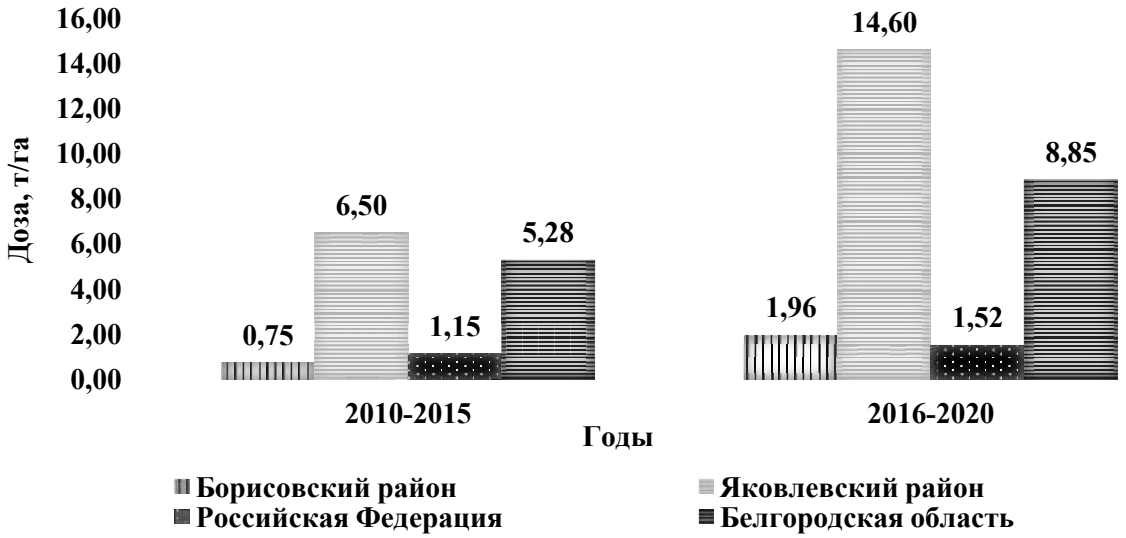



*Рис. 1.* Динамика внесения органических удобрений, т/га

За тот же временной отрезок, доза внесения минеральных удобрений в Яковлевском районе практически не изменилась и составила 82,9 кг/га д.в.; в

Борисовском же районе она выросла на 14,3% и достигла отметки в 127,2 кг/га, что превышает средние показатели как по Белгородской области (109,0 кг/га), так и по РФ (57,8 кг/га) (рис. 2).

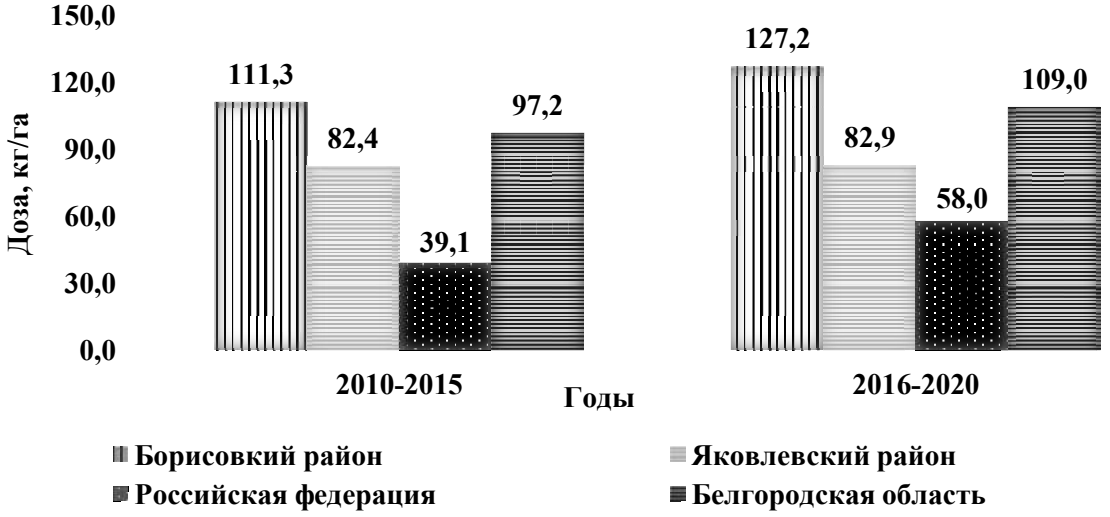



*Рис. 2.* Динамика внесения минеральных удобрений

Отечественному земледелию присуща тенденция к насыщению структуры применения минеральных удобрений азотом. В Яковлевском районе за исследуемый период эта тенденция не прослеживается. Доли азота и фосфора снизились на 0,3%, а калия – повысилась на 0,6%. В Борисовском – доля азота возросла с 60,6 до 71,2%, а фосфора и калия – снизилась с 19,7 до 14,6 и 14,2%, соответственно (рис. 3).

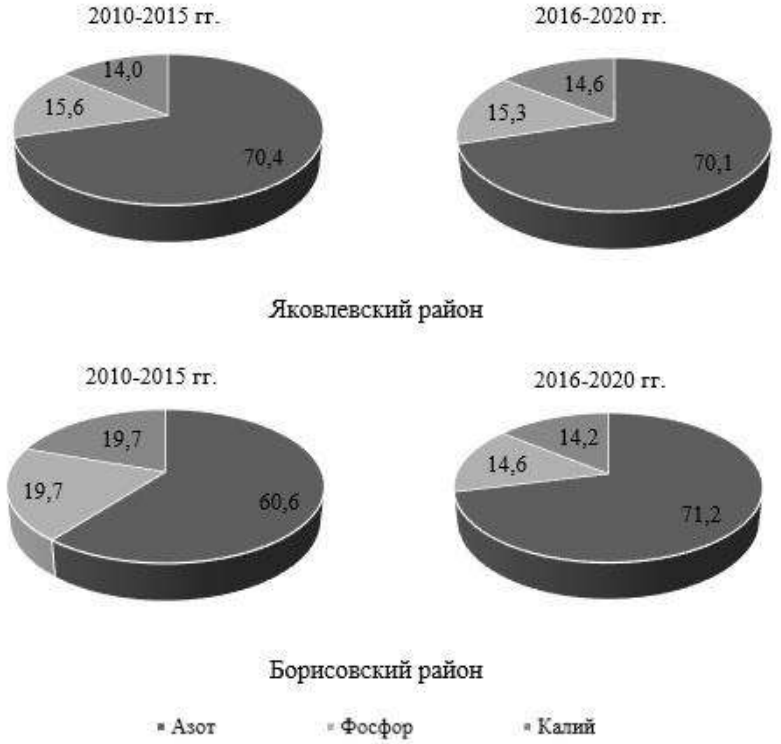



*Рис. 3.* Доля элементов питания в структуре применения минеральных удобрений

Урожайность сельскохозяйственных культур за годы исследований существенно увеличилась. В Яковлевском районе прибавка урожайности составила: озимой пшеницы –

34,6%, ярового ячменя – 31,8%, кукурузы не зерно – 57,0%, а в Борисовском – 28,9%, 42,3%, 31,5%, соответственно (табл. 1).

*Таблица 1.*

**Динамика урожайности основных сельскохозяйственных культур**

| Урожайность культур, т/га | Годы/районы | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2010-2015 | | 2016-2020 | |
| | Яковлевский | Борисовский | Яковлевский | Борисовский |
| Озимая пшеница | 3,38 | 3,98 | 4,55 | 5,13 |
| Яровой ячмень | 2,86 | 2,94 | 3,77 | 4,19 |
| Кукуруза на зерно | 4,84 | 6,01 | 7,60 | 7,90 |

Достигнутый уровень внесения удобрений повлиял не только на урожайность сельскохозяйственных культур, но и на основные агрохимические показатели плодородия почв. Многие элементы питания депонированы в органическое вещество почвы, в связи с чем вопрос поддержания его на высоком уровне является важной составляющей земледелия. Но это далеко не единственная функция органического вещества, оно так же определяет водно-физические свойства почвы. А само содержание его в слое 10-20 см, в незатронутых сельскохозяйственной деятельностью типичных черноземах, достигает 10,1%. Увеличение доз органических удобрений в совокупности с пожнивными остатками положительно отразилось на накоплении органического вещества, содержание которого в почвах Борисовского района увеличилось на 0,33% с 2010 по 2020 годы, а в почвах Яковлевского раойна - на 0,1% с 2009 по 2018 годы. Все это, в свою очередь, повлияло на содержание щелочногидролизуемого азота, средневзвешенное значение которого выросло на 6 мг/кг в Борисовском и на 2 мг/кг – в Яковлевском районах.

Миграция кальция в подпахотные горизонты и внесение физиологически кислых удобрений привели к подкислению почвы, масштабы которого впечатляют. Больше 80% обследуемой пашни в каждом из районов оказались подкисленными. Приемы химической мелиорации почв позволили восстановить баланс кальция и как следствие добиться снижения степени кислотности. В Яковлевском районе она снизилась с 84,7 до 52,9% (средне и сильнокислая с 34,8 до 9,7%), в Борисовском с 83,4 до 43,0% (средне и сильнокислая с 40,6 до 3,8%) от площади обследуемой пашни. Само среднее значение pH изменилось в обоих районах с 5,2 до 5,6. Прямо пропорционально снизилось значение гидролитической кислотности: с 4,90 до 3,60 и с 4,51 до 3,10 ммоль/100 г почвы соответственно. За исследуемый период было внесено 596,8 тыс. тонн мелиоранта в Яковлевском районе и 145,7 тыс. тонн – в Борисовском.

Содержание подвижных форм фосфора и калия так же считается важнейшим показателем плодородия почвы. Целинные аналоги пахотных черноземов Белгородской области содержат в верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта 24-28 мг/кг подвижных форм фосфора и 101-105 мг/кг подвижных форм калия [4]. Старопахотные черноземы ЦЧО в середине прошлого века характеризовались достаточно низкой обеспеченностью подвижным фосфором. Но с наступлением века интенсивной химизации сельского хозяйства эти показатели уверенно росли вплоть до начала текущего столетия, где сократились объемы вносимых удобрений и как следствие произошло снижение доступных для растений форм фосфора [5]. Помимо этого, сыграл свою роль процесс известкования. На фоне понижения степени кислотности почв снизилась и доступность фосфора растениям. Это хорошо наблюдается в Борисовском районе. С учетом снижения доли фосфора и калия в структуре применения минеральных удобрений, средневзвешенное содержание первого снизилось со 139 до 119 мг/кг, но при этом он сохранил место в группе с повышенным содержанием (101-150 мг/кг). Калий

остался на прежнем уровне 170 мг/кг в группе с высоким содержанием (121-180 мг/кг). В Яковлевском районе несколько иная картина. Содержание подвижных форм фосфора и калия существенно увеличилось с 101 до 167 и с 120 до 183 мг/кг, а это группы с высоким и очень высоким содержанием соответственно.

На величину и качество урожая сельскохозяйственных культур помимо обеспеченности почв макроэлементами большое влияние оказывает сбалансированное содержание подвижных форм микроэлементов [6, 7, 8]. От них зависит активность ферментов, способствующих протеканию физиологических процессов в растениях [9]. Любые типы почв лесостепной зоны ЦЧР, в том числе и целинные черноземы, характеризуются низким содержанием подвижных форм основных микроэлементов в почве. В связи с этим, целесообразно уделять этому критерию необходимое внимание. Значимым источником поступления микроэлементов в почву является органическое удобрение. Так же рекомендуется использовать удобрения, содержащие микроэлементы и серу. Идентичные методы ведения сельского хозяйства в исследуемых районах способствовали увеличению средневзвешенного содержания в почве практически всех показателей. Так, в Борисовском районе содержание подвижной меди выросло с 0,085 до 0,105, марганца – с 9,06 до 12,25 мг/кг, цинка и кобальта – снизилось, серы – поднялось с 2,9 до 4,2 мг/кг. В Яковлевском районе сценарий похожий: сера выросла с 2,5 до 4,7, марганец – с 11,00 до 13,10, цинк – с 0,40 до 0,70 мг/кг.

Валовое содержание таких элементов, как кадмий, ртуть, свинец и мышьяк, относящихся к категории токсичных, никогда не превышало ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) по Белгородской области [10, 11, 12].

*Таблица 2.*

**Динамика агрохимических показателей почвы**

| **Агрохимические показатели** | | **Циклы и годы обследований** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Яковлевский район** | | **Борисовский район** | |
| | | **8/2009** | **10/2018** | **9/2010** | **11/2020** |
| Массовая доля органического вещества, % | | 5,00 | 5,10 | 4,20 | 4,53 |
| pHkcl, ед. pH | | 5,20 | 5,60 | 5,20 | 5,60 |
| Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г почвы | | 4,90 | 3,60 | 4,51 | 3,10 |
| Доля кислых почв, % от обследованной площади | всего | 84,70 | 52,90 | 83,44 | 43,01 |
| | в том числе средне- и сильнокислых | 34,80 | 9,70 | 40,62 | 3,81 |
| Массовая доля, мг/кг | Щелочногидролизуемого азота | 164 | 166 | 149 | 155 |
| | подвижного фосфора | 101 | 167 | 139 | 119 |
| | подвижного калия | 120 | 183 | 170 | 170 |
| | подвижной серы | 2,5 | 4,7 | 2,9 | 4,2 |
| | подвижной меди | не опред. | 0,104 | 0,085 | 0,105 |
| | подвижного марганца | 11,00 | 13,10 | 9,06 | 12,25 |
| | подвижного цинка | 0,40 | 0,70 | 0,77 | 0,58 |
| | подвижного кобальта | не опред. | 0,075 | 0,080 | 0,076 |

## Заключение

За исследуемый период в Яковлевском районе дозы внесения органических удобрений выросли на 124,6%, в Борисовском – на 161,3%. Объёмы применяемых

минеральных удобрений в Яковлевском районе остались неизменными, а в Борисовском – выросли на 14,3%.

Существенно увеличилась урожайность культур. В Яковлевском районе прибавка урожайности озимой пшеницы составила 34,6%, ярового ячменя – 31,8%, кукурузы на зерно – 57,0%, а в Борисовском – 28,9, 42,3 и 31,5%, соответственно.

За период исследования зафиксированы существенные изменения агрохимического состояния почв. В Яковлевском районе доля кислых почв снизилась с 84,7% от обследованной площади до 52,9%, в Борисовском – с 83,44% до 43,01%. В Яковлевском районе увеличилось содержание легкогидролизуемого азота, подвижных форм фосфора и калия – на 2, 66 и 63 мг/кг, соответственно. В Борисовском районе содержание азота увеличилось на 6 мг/кг, подвижного фосфора снизилось на 20 мг/кг, а содержание подвижного калия остался неизменным – 170 мг/кг.

## Список литературы

1. Surinov A.V. Monitoring of the agrochemical state of agricultural chernozems of the forest-steppe zone of the central chernozem region of Russia. В сборнике BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Fundamental scientific research and their applied aspects in biotechnology and agriculture» (FSRAABA 2021). Tyumen, Russian Federation, 03018 (July 19-21, 2021).

2. Суринов А.В. Динамика плодородия пахотных черноземов лесостепной зоны Центрально-Черноземных областей России // Вестник Казанского ГАУ. 2021. Т.16. №1 (61). С. 57-61.

3. Соловиченко В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области. Белгород: Отчий дом, 2005. 292 с.

4. Лукин С.В., Соловиченко В.Д. Результаты мониторинга плодородия почв государственного заповедника «Белогорье» // Достижения науки и техники АПК, 2008, №8. С. 15-17.

5. Лукин С.В., Четверикова Н.С. Мониторинг плодородия пахотных почв лесостепной зоны Центрально-Черноземного района // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. №1. С. 71-73.

6. Аристархов А.Н. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения // Международный сельскохозяйственный журнал, 2016. № 5. С. 39-47.

7. Жуйков Д.В. Сера и микроэлементы в агроценозах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №11. С. 32-42.

8. Жуйков Д.В. Мониторинг содержания микроэлементов (Mn, Zn, Co) в агроценозах юго-западной части Центрально-Черноземного района России // Земледелие. 2020. №5. С. 9-13.

9. Протасова Н.А., Щербаков А.П. Микроэлементы (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ga, Be, Sr, Ba, B, I, Mo) в чернозёмах и серых лесных почвах Центрального Черноземья – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2003. 368 с.

10. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants: 4th ed. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2011. 505 p.

11. Лукин С.В., Мирошникова Ю.В., Авраменко П.М. Мониторинг содержания тяжелых металлов в почвах // Агрохимия. 2002. №8. С.86-91.

12. Лукин С.В., Кононенко Л.А., Мирошникова Ю.В. Влияние кадмия на развитие фотосинтетического аппарата и урожайность яровой пшеницы // Агрохимия. 2004. №3. С. 63-68.

УДК- 9-91/504.062/631.4

# В.И. ВЕРНАДСКИЙ О ПРОБЛЕМАХ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

**Шумовская Д.А.[1], Асаинова Ж.С.[2]**

*[1]Всероссийский институт научной и технической информации РАН Москва, Россия;*
*[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН Пущино, Россия;*
*All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences. Moscow, Russia*
*Institute of Physico-Chemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Scienses, Pushchino, Moscow region, Russia*
*E-mail: georg.s@viniti.ru*

Сохранение леса и почвы, а также рациональный тип ведения хозяйственной деятельности - актуальная задача современного природопользования. В.И. Вернадский, создатель учения о биосфере и живом веществе, ещё студентом в Нижегородской экспедиции В.В. Докучаева описал вырубку леса, приводившую к разрушению почвенного покрова, дальнейшей дефляции и формированию эоловых форм рельефа (дюн). Ниже приводим запись из дневника В.И. Вернадского в Нижегородской экспедиции от 8 августа 1884 г.: «Часть Васильсурского уезда [Нижегородской губернии] еще недавно представляла из себя сплошные девственные леса – хвойные на севере и лиственные на юге и в немногих других местах. Почва хвойных [лесов] большей частью песчаная, а лиственные (дуб, осина, липа, береза) на глинистой почве (Мелковка. Сапино, Юрино). Эта глинистая почва образовалась, по-видимому, вследствие наноса весенними разливами. Теперь эти леса вырубаются; принадлежат они большей частью помещикам (Шереметьеву, Голицыной, Матвеевскому) и казне; крестьянам досталось очень мало. Сохраняются только казенные леса; помещики и купцы вырубают безжалостно. Так, Шереметьев вырубил уже более 10000 десятин, Матвеевский ежегодно вырубает до 20000 деревьев (строевых). На месте вырубленного редко что родится – почва никуда не годится; после хвойных [остаются] одни дюны. Таким образом, происходит вредная работа, так как при подобном первобытном ведении хозяйства портится достояние всего государства. Не касаясь спорного и неясного для меня вопроса о влиянии леса на климат и на наземные воды, вред лесоистребления я вижу здесь в том, что истребляется накопленный веками строительный материал и что земля, которая давала пропитание человеку, перестает его давать и делается негодной для него.

Десятина леса здесь вполне вырастает в 150-200 лет и, разделя [лес] на правильные участки, на 150, 200 [лет] возможно пользоваться лесом постоянно. Пора смотреть на леса, как на такие же полезные и подчиненные человеку насаждения, как хлебные поля или как поля растений, необходимых в технике. Разница вся в том, что леса труднее развести, а потому, где они есть и где кроме них ничего расти не может, там надо пользоваться ими с разумом. Иначе это есть кража, воровство общего достояния и против хищников вроде Матвеевского, Шереметьева необходима власть закона» [11, стр. 57-58].

Рассмотрим современное обезлесивание территорий с почвами легкого гранулометрического состава. По данным Андрея Федоровича Чмыра с соавторами, много лет занимавшегося вопросами лесомелиорации Запада и Севера РФ [9], на Европейской территории России отмечены участки подвижных песков на Балтике, где степень их зарастаемости сильно менялась в разные годы, (подробно изучались на Куршской и Вислинской косах, ведется мониторинг залесения песчаных дюн) и в Беломорье, где местами остро необходимо лесоразведение. Согласно 50-летним исследованиям Донской Научно-исследовательской лесной опытной станции, песчаные почвы, в том числе, под сведенным лесом, распространены на значительной площади левобережья Дона и его притоков и представляют собой бедные и практически непригодные для использования в сельском

хозяйстве перевеваемые пески [4]. Андрей Владимирович Соромотин с соавторами [8] выявили серьёзные масштабы антропогенной нагрузки на северо-таежные лесные ландшафты Западной Сибири при исследовании Пуровской низменности. По их заключению постепенно лесотундра превращается в безлесную тундроподобную территорию, а северная тайга - в опустыненную лесотундру, т.е. произошло смещение границы природных растительных подзон, причем северных – на юг. Обезлесивание и следующее за ним опустынивание происходит по причине: рубки, строительства, разработки полезных ископаемых, пожаров. Далее А.В. Соромотин с соавторами указывают на возможность необратимости обезлесивания и опустынивания этих территорий по причине сухости и подвижности обезлесенных песчаных массивов. Однако на границе смешанного леса и южной тайги в Приокско-Террасном заповеднике – «…в отдельные периоды интенсивного обезлесивания территории при рубках, пожарах, распашках имела место дефляция поверхности, о чем свидетельствуют многочисленные эоловые, в настоящее время закрепленные формы мезо- и микрорельефа (гривы, котловины, дюны и другие)» [5, стр. 86]. Закрепленные растительностью формы эолового рельефа Приокско-Террасного заповедника дают надежду на возможное восстановление северо-таёжных лесных ландшафтов Западной Сибири. Тем более, что по данным А.В. Соромотина в прошлом территория Пуровской низменности переживала 5-6 периодов активизации и ослабления эоловых процессов.

В настоящее время обезлесивание и опустынивание превалируют над закреплением песков. По данным Государственного доклада о состоянии и использовании земель РФ земли лесного фонда на 1 января 2020 г. составляли 65,8% территории Российской Федерации или 1 126 643 тыс. га [3]. Некоторая часть этих лесов произрастает на почвах легкого гранулометрического состава. Карта опустынивания Российской Федерации, составленная в 1998-2000 гг. для южных равнинных и предгорных регионов России, показывает, в том числе, процессы сведения лесов, повышающие риск снижения продуктивности естественной растительности. По оценкам авторов карты, примерно 7% от общей площади России опустынено [6]. Актуально составление карты России с информацией об уязвимых к лесопользованию территорий, потенциально опасных для сведения лесов, на которых высок риск развития движущихся песков. В карту необходимо включить данные по гранулометрическому составу почв, геоморфологии и растительности.

Осенью 1886 г. после смерти своего отца В.И. Вернадский вступил во владение усадьбой «Вернадовка» Моршанского уезда Тамбовской губернии, где он унаследовал более 550 десятин земли. Из деревенского хутора им был создан усадебный парк и сад [1]. Наблюдение за причиной водной эрозии почвы в усадьбе «Вернадовка» в письме к жене Наталье Егоровне из усадьбы Вернадовка от 10 июня 1894 г. В.И. Вернадский описывает так: «В природных процессах всюду устанавливается известное равновесие, известная гармония, и часто она достигается не так, как нам желательно. Два года назад, на скатах Красной [река], установившихся столетиями и вполне приноровившихся к условиям жизни местности, я велел обрыть от скота кусты дубов. Совершенно неожиданно этим самым нарушился вековой строй. Началось размывание, начали образовываться овраги, и местность прорылась так глубоко, как никогда, появились ниже ледникового слоя лежащие зелёные пески. От канавы Вольского начал образовываться огромный овраг» [10, стр. 88].

Из всех видов эрозии водная наиболее характерна для территории России. Это распространенный рельефообразующий процесс. Часто она связана с хозяйственной деятельностью. Площадь подверженных ей земель составляет по оценкам 2019 г. для Хабаровского, Приморского, Камчатского края, Амурской области и Якутии 12,4%, а для Иркутской области, Бурятии, Забайкальского края – 46,1% от общей площади перечисленных территорий [3]. Для остальных территорий РФ распространение этого

процесса на 2019 г. не оценивалось. Водный эрозионный процесс разрушает почвенный и растительный покров, что приводит к росту площадей неудобных земель.

В.И. Вернадский писал жене 18 и 29 июня 1893 г. из усадьбы Вернадовка: «Мне кажется, путем внимательной обработки, засадки возможно всегда обеспечить влагу в почве, а это главное, и на это надо обратить всё внимание. У меня вырабатывается целый план изучения этого вопроса в нашей местности в связи с практическими вопросами: влажность почвы в связи с обработкой и рельефом, водопроницаемость ее, явления росы и грунтовых вод», и: «Я думаю, что возможно, например, поставить вполне правильно хозяйство так, чтобы не страдать от засух, и у меня вырабатывается целый план исследований в пользовании почвенной и атмосферной водой - путем устройства лесков, сохранения болотец, черного пара и т.п. Многое стало ясно теперь, и лишь экономические соображения заставляют не делать того, что считаешь лучшим…» [10, стр., 40, 44].

Сохранение оптимального водного режима, не допускающего иссушения или переувлажнения почв, чрезвычайно важно. Иссушение приводит к дефляции, которая еще больше ускоряет процесс необратимой потери почвы и, соответственно, исчезновения растительности. На почвах легкого гранулометрического состава дефляция протекает быстрее. Переувлажнение почвы также ведёт к ухудшению ее свойств.

Оценка и понимание взаимосвязей между всеми компонентами ландшафта важны при комплексных исследованиях территорий, изучающих тонкий баланс природных процессов, для выявления возможного вмешательства в экосистему без излишнего ущерба для нее. Рациональное хозяйствование должно учитывать системные связи между всеми компонентами ландшафта. В.И. Вернадский, отмечая эти связи, ещё в студенчестве стал одним из предтечей постулатов разумного природопользования.

Одним из важных слагаемых оптимального природопользования является учёт свойств почвы. Авторы согласны с тем, что «недостаточная включенность в обобщающие работы по землеведению достижений современного почвоведения, …тормозит создание адекватной интегральной теории взаимодействия природы и социума» [7, стр. 18]. Современная антропогенная деградация почв, рассмотренная в работе [7], является одной из иллюстраций этой недостаточности.

Таким образом, В.И. Вернадский в 1884 г. предупреждал о разрушении почв легкого гранулометрического состава после сведения леса на боровых террасах рек Волги и Ветлуги (Васильсурский уезд) и образовании незарастающих антропогенных дюн. Это наблюдение В.И Вернадского, студента экспедиции В.В. Докучаева о развитии песчаных дюн при сведении лесов актуально и сейчас, поскольку территории, которые потенциально могут быть затронуты этим процессом, несомненно, входят в 7000 тыс. км$^2$ земель с деградировавшим растительным покровом по данным Государственного доклада о состоянии и использовании земель РФ [2].

Планируемые карты опустынивания России, возможно, должны быть дополнены картой потенциально опасных для сведения лесов территорий, на которых высок риск разрушения почвенного покрова, развития дефляции и формирования эоловых форм рельефа. Изучение потенциальной возможности развития процессов опустынивания для каждой территории крайне важен для создания планов рационального хозяйствования.

В связи с вышеизложенным, следует рекомендовать ужесточение законодательства, касающегося вырубки лесов на почвах легкого гранулометрического состава.

*Статья подготовлена при поддержке госбюджетной темы НИР 0003-2021-0006 «Исследование мирового потока научной и технической литературы по естественным наукам. Формирование реферативной базы данных для информационно-аналитического сопровождения инновационного развития и критических технологий в России».*

## Список литературы

1. В. И. Вернадский и Тамбовский край / Г. П. Аксенов, Н. И. Дудник, В. Л. Дьячков [и др.]; Неправительств. экол. фонд им. В. И. Вернадского, Администрация Тамбов. обл., Ком. природ. ресурсов по Тамбов. обл. Москва, Ноосфера, 2002. 190 с.

2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель РФ за 1994 г. М., 1995. С. 50-51.

3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году М., 2020. 206 с. (электронный ресурс) // Официальный сайт Росреестра. – URL: https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Госдоклад%20%20за%202019%20год.pdf (дата обращения: 22.09.2021).

4. Ермолова А.С. Состояние, рост и ресурсный потенциал насаждений тополя белого в поймах рек степного Придонья: дис. … канд. с.-х.: 06.03.02: [место защиты: Брян. гос. инженер.-технол. акад.]. - Пушкино, 2016. 198 с.

5. Иванов И.В., Шадриков И.Г., Асаинова Ж.С, Дмитраков Л.М. Пространственно-временные соотношения почвенного и растительного покровов на границе южной тайги и смешанных лесов в условиях антропогенного воздействия // Сб. научных трудов: Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. Отв. ред. В.Н. Кудеяров. – М.: Наука, 2006. 568 с.

6. Куст Г.С., Н.Ф. Глазовский, О.В. Андреева, Б.П. Шевченко, Д.В. Добрынин Основные результаты по оценке и картографированию опустынивания в Российской Федерации. // Аридные экосистемы. 2002. Т. 8. №16. С. 7-27.

7. Никитин Е.Д., Иванов О.П., Никитина О.Г., Сабодина Е.П., Мякокина О.В. Земля – почва – геобионоосфера (в контексте творчества В.В. Докучаева и В.И. Вернадского // Сложные системы. 2016. №3 (20). С. 18-39.

8. Соромотин А. В., Барышникова О. Н., Сизов О. С. Бореальные ландшафты севера Западной Сибири в условиях хозяйственного освоения. // Вестн. Алтайск. науч. центра САН ВШ. 2005. N 8. С. 152-159.

9. Чмыр А.Ф., Чередниченко В.П., Свинцов И.П. Зональные особенности процессов опустынивания и методов борьбы с ними на Европейской территории России. // Сб. научных трудов: Теория и практика лесомелиорации и лесоаграрного освоения аридных территорий. Вып.1. Рос. акад. с.-х. наук. Волгоград. 2001. С. 154-161.

10. Mnemosyne. Территория исторической памяти. Архив РАН. Вернадский В.И. Письма Н.Е. Вернадской. 1893-1900. М.: Техносфера, 1994. 368 с., цит. с. 88: URL: http://www.arran.ru/bookreader/publication.php?guid=F9E91678-0116-BE23-5565-357EDA09FA00&ida=1&kod=9#page/90/mode/1up; с. 40: http://www.arran.ru/bookreader/publication.php?guid=F9E91678-0116-BE23-5565-357EDA09FA00&ida=1&kod=9#page/42/mode/1up; с. 44: http://www.arran.ru/bookreader/publication.php?guid=F9E91678-0116-BE23-5565-357EDA09FA00&ida=1&kod=9#page/46/mode/1up (дата обращения: 20-28.09.2021).

11. Textarchive.ru. «Из Дневников В. И. Вернадского», журнал «Природа», 1967 г. (М.: Наука): №12. С. 57-58. URL: https://textarchive.ru/c-2959409-p2.html и Электронный Архив В. И. Вернадского. http://vernadsky.lib.ru/e-texts/archive/1884-Diary-1967.txt (дата обращения: 21.09.2021).

УДК: 911:502.4+63

# КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Юдина Ю.В.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: yudina@bsu.edu.ru*

Согласно указу Президента Российской Федерации «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» (2017), развитие системы ООПТ и сохранение биологического разнообразия в нашей стране, рассматривается как одно из ключевых направлений государственной политики при реализации концепции устойчивого развития. К настоящему времени сложились благоприятные предпосылки для разработки принципиально новых механизмов организации, функционирования и управления ООПТ. Существует необходимость пересмотра базовых регламентов, опирающихся на позиции «полной заповедности, консервации и изолированности», которые с одной стороны, позволяют сохранить уникальный ландшафтный генофонд страны в границах заповедных территорий, а с другой стороны, высокая степень инсуляризации «природно-заповедных ядер», особенно в районах интенсивного использования, не позволяет им в должной мере выполнять средоподдерживающие функции и обеспечить предоставление экосистемных услуг, являющихся основой устойчивого развития геосистем. Несмотря на охранный статус, многие ООПТ уязвимы по отношению к внешней «агрессивной» антропогеогенизированной периферии и не способны в полной мере поддерживать экологическую стабильность природного каркаса регионов. Российские ООПТ, как и их мировые аналоги, должны обеспечивать экологическую взаимосвязь разнообразных местообитаний, поэтому рационально объединить их в экосети, где классические охраняемые территории становятся узловыми элементами сохранения наиболее ценных и уязвимых экотопов.

В Центральном Черноземье, где расположена Белгородская область, ведущим каркасом экологического обустройства и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия может стать сеть оптимально размещенных региональных ООПТ – природных парков, имеющих значительные функциональные преимущества, перед другими заповедными формами. Плотная сеть региональных парков позволит взять под охрану не только весь спектр биологического и ландшафтного генофонда, но и обеспечить репрезентацию исторического наследия региона в контексте с окружающим его культурным ландшафтом. В соответствии с другими социально-ориентированными мерами, например, экологическим туризмом (Лопина, Сапрыкина, 2012) организация оптимальной сети ООПТ обеспечит сбалансированное устойчивое социально-экономическое развитие Белгородской области.

В настоящее время в Белгородской области система ООПТ, насчитывает 305 территорий и объектов федерального (2131 га – ГПЗ «Белогорье») и регионального (42183,9 га) значения, а их площадь не превышает 1,71 % от территории области. Предлагаемая автором схема оптимизации региональной сети охраняемых территорий предполагает организацию шести природных парков, с общей площадью 624488 га, включая уже функционирующие Хотмыжский и Ровеньский парки (рис. 1). В новую региональную сеть ООПТ будет вовлечено до 23 % территории Белгородской области, что в 1,7 раза превысит установленный целевой показатель для РФ, установленный Государственной программой «Охрана окружающей среды» на 2012-2020 годы и в 2,1 раза превысит реальные областные значения (Юдина, 2020).

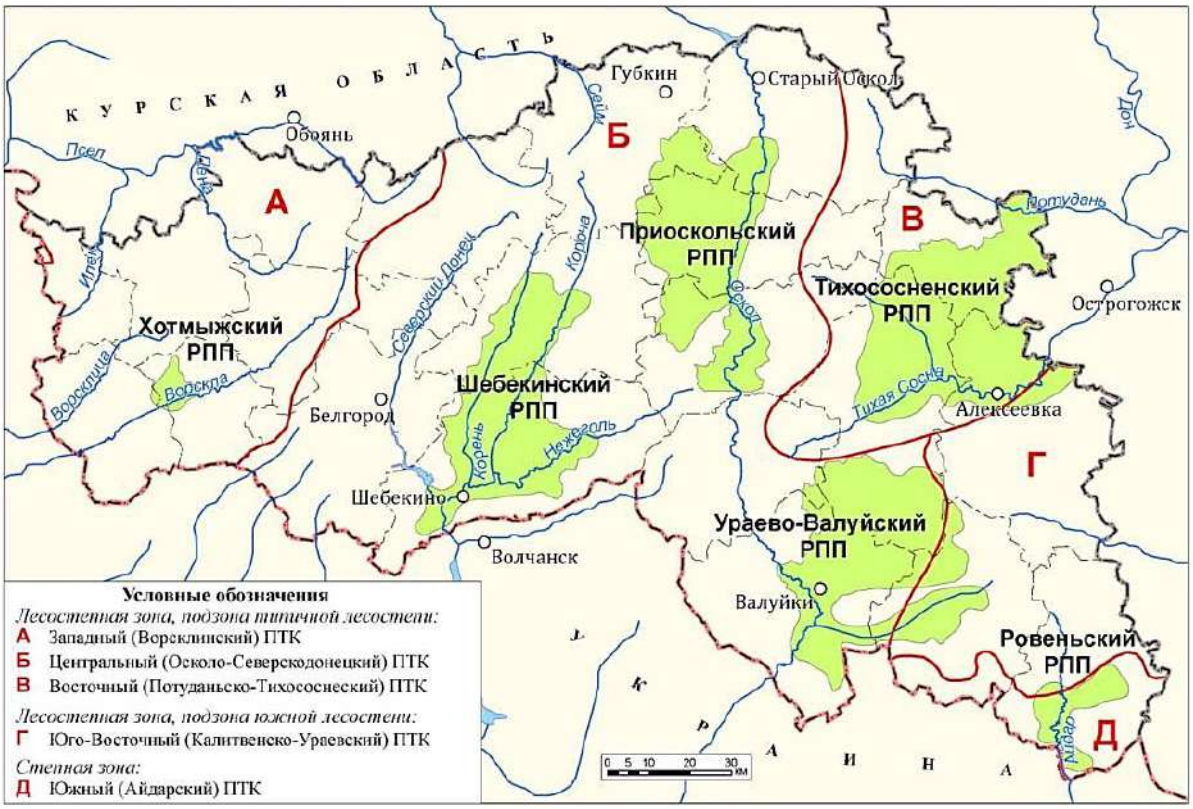



*Рис. 1.* Местоположения проектируемых региональных природных парков Белгородской области

При этом региональная сеть ООПТ будет репрезентовать все основные типы природно-территориальных комплексов региона, позволит повысить «иммунологический» статус геосистем Белгородской области, увязать различные региональные проекты по охране, стабилизации и реставрации в разной степени преобразованных ландшафтов и историко-культурного наследия в единую программу действий, обеспечить туристско-рекреационную и инвестиционную привлекательность региону (Юдина, 2012, 2014, 2017а-б, 2020).

Наименования парков выбраны в ходе проектных работ и частично увязаны с названием рек, в бассейнах которых они располагаются (Тихососненский, Приоскольский, Ураево-Валуйский), иные дримонимы приурочены к наименованиям населённых пунктов (Хотмыжский) или названиям муниципальных районов (Шебекинский, Ровеньский).

Самый западный и наименьший по площади, Хотмыжский парк расположен в пределах речных бассейнов Готни и Ворсклы, на границе Грайворонского и Борисовского администранивных районов Белгородской области. Парк примыкает к западным границам кластерного участка ГПЗ «Белогорье» – «Лес на Ворскле». Административный центр расположен в с. Хотмыжск Борисовского района.

Шебекинский природный парк приурочен к центральной части Белгородской области на землях Шебекинского и Корочанского районов в бассейнах рек Корень, Короча, Нежеголь, а на юге – Северского Донца. Административным центром может стать г. Шебекино.

Приоскольский парк простирается вдоль верхнего и среднего течения р. Оскол и территориально включает южную часть Старооскольского района, территории запада Чернянского и Новооскольского районов, на крайнем северо-западе затрагивает Губкинский район. Парк вмещает бассейны рек, являющихся притоками р. Оскол –

Дубенка, Орлик, Ольшанка, Халань, Холок. Административными центрами выступают г. Новый Оскол и п. Чернянка. В состав парка в качестве охранных ядер (без изменения их статуса) вошли кластерные участки ГПЗ «Белогорье» – «Ямская степь» и «Стенки-Изгорья».

Тихососненский природный парк может занимать северные территории Красногвардейского, Алексеевского районов и южную часть Красненского района; включает бассейны р. Потудань и ее притока р. Ольшанка, рек Усердец и Тихая Сосна. Административные центры – г. Алексеевка и п. Бирюч.

Ураево-Валуйский парк представляет юго-восточную часть области в пределах Валуйского, Красногвардейского и частично Алексеевского районов. В территорию парка вошли бассейны рек Верхний Моисей, Ураева, Уразова, Валуй с притоками Палатовка, Сенная, Россошь и нижнего течения р. Оскол. Административные центры – п. Валуйки или Уразово.

Ровеньский парк располагается в пределах одноименного района на крайнем юго-востоке Белгородской области, в бассейне р. Айдар. Авторская конфигурация парка призвана объединить в общую территорию ранее созданные кластерные участки и расширить площадь существующего природного парка регионального значения «Ровеньский». Административным центом может выступать п. Ровеньки.

Природоохранное геопланирование территории Белгородской области, в т.ч. ключевых участков заповедного и природоохранного фонда, необходимо реализовывать с учетом морфологии ландшафта (Юдина, 2012, 2014). Территории парков отличаются физико-географическими условиями и ресурсами; высока ценность с точки зрения выявленных центров биологического и почвенного разнообразия; учтены своеобразие ландшафтной структуры и степень преобразованности как геосистем в целом, так и отдельных её компонентов; максимально охвачены имеющиеся туристско-рекреационные ресурсы. Целесообразность выбора территорий определялась обоснованными критериями и ландшафтно-экологическими принципами, установленных на основе целесообразности создания и назначения ООПТ, а также возложенной на них миссии по решению задач, определяемых ФЗ № 33 «Об особо охраняемых природных территориях» (Сборник…, 2000). Суть принципиальных позиций сводится к следующему.

Обоснованный выбор площади ООПТ позволяет гармонично включить и соотнести все элементы (компоненты, ареалы) охраняемой территории в ее пределах. Соответственно, *принцип территориальной соразмерности,* говорит о том, что территориальная выраженность ООПТ должна обеспечить наиболее полное выполнение территорией поставленных целей, и в то же время реализовать средообразующие, средостабилизирующие и ресурсовоспроизводящие функции геосистем. Мы опирались на правило Дарлингтона (Реймерс, 1990), где отражается прямая корреляция сокращения численности видов от сокращения площади «острова». Небольшие территории, окруженные со всех сторон освоенными землями, подвергаются разнообразному «давлению», начиная от скопления животных, находящих здесь убежище, и вторжения сорняков, и до техногенных загрязнений и рекреационной перегрузки (Исаченко, 1980). Соответственно, небольшие территории с точки зрения природоохранной эффективности не достаточно рациональны, в тоже время громозкие территории сложны в управлении и проблематичны в обслуживании (Юдина, 2017б, 2020). Подобной позиции придерживаются воронежские коллеги (Двуреченский, Федотов, 1995; Федотов, Григорьевская, 2000), говоря о принципе достаточной размерности охраняемых комплексов в рекомендациях о формировании сети малых типов ООПТ.

Далее необходимо грамотное оконтуривание территории, в том числе внешних и внутренних границ парка, т.е. зонирование парка. Мы говорим о *принципе*

*оптимальности границ.* Здесь важно отказаться от гипотетичности и условности; границы должны четко фиксироваться на местности в соответствии с объективно выделенными рубежами геосистем (Ермолаев и др., 2018; Yermolaev et al., 2018). Желательно проводить их по водоразделам, учитывая не только ландшафтно-геоморфологический подход, но и основные принципы и правила бассейновой концепции в природопользовании (Бассейновый подход…, 2013; Геопланирование…, 2014; Реки…, 2015;).

Согласно положению 2 статьи 18 ФЗ № 33 «Об особо охраняемых природных территориях» (Сборник…, 2000), главная задача создания ООПТ – сохранение природной среды и природных ландшафтов, вплоть до полной ее резервации. Отсюда вытекает *принцип заповедности.* Заповедными ядрами выступают уже существующие элементы региональной системы ООПТ, а при их отсутствии, обоснованные с ландшафтно-экологических позиций, новые и перспективные экосистемы коренного или слабо трансформированного облика. Выявлению, консервации и содержанию в надлежащем виде подлежат и особо ценные объекты археологического и культурно-исторического наследия (Юдина, 2017б). Сохранность природных и историко-культурных комплексов и объектов является приоритетной задачей, возложенной на ООПТ, что также отражено в ФЗ № 33 и в Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года (Сборник…, 2000; Об утверждении…, 2012).

*Принцип сохранения разнообразия* предполагает выявление, инвентаризацию, картографирование и поддержание в полноценном состоянии биологическое, почвенное и ландшафтное разнообразия типичных и уникальных природных комплексов на основе внедрения эффективных методов охраны природы и поддержания экологического баланса территории. Сохранение экоустойчивости всех элементов разнообразия позволит избежать эффекта деградации геосистем (Юдина, 2017; Yudina et al., 2017).

Выбор территории под природный парк предполагает наличие типичных и уникальных геосистем, что определяется *принципом географической специфики и экзотики (уникальности).* Уникальность территории проявляется в наличии редких, неповторимых явлений и творений природы и культуры. Подмечено, что интерес к уникальности у потенциального посетителя возникает раньше, чем к типичности. С другой стороны, понимание типичного позволяет справедливо составить представление о региональных особенностях, репрезентируемых парком. Востребованными ресурсами географической специфики выступают не только интересные и редкие природные ландшафты, но и исключительная рекреационная среда (Корнилов и др., 2010; Киреева-Гененко, Лопина, 2013), включающая архитектурные и культурные ландшафты, народные промыслы, возрожденные народные обряды и праздники, а также местную топонимию, как отражение исторической, литературной и фольклорной ономастики.

Однако, проектируя природный парк, необходимо учесть и *принцип отрицания (недопустимости) парцелляции,* который говорит о целостности, неделимости и отсутствия дробления и фрагментации парковой территории. Парк должен выступать как цельная структура; необходимо учесть, что вычленение отдельных, например, селитебных земель невозможно, так же, как и дробление на кластерные участки.

В тоже время, функционирование парка основано на целевом зонировании территории для установления дифференцированных режимов природопользования и упорядочения эксплуатации земель, что отражает *принцип функциональности.* Предназначенность зон определяется при проведении полной комплексной инвентаризации территории на основе ландшафтно-ресурсного подхода, который позволяет определить условия существования биоты, оценить уязвимость ландшафтов и их антропогенную нарушенность, аттрактивность и благоприятность для развития

рекреации (Лопина и др., 2012). Территориальное планирование базируется также на анализе природно-климатических условий, на оценке технического освоения и условий транспортной доступности (Юдина, 2017б).

*Принцип внутренней непротиворечивости* (или *принцип экологически целесообразного равновесия*) дополняет принцип функциональности. Научно-обоснованная планировочная организация парка в перспективе приведет к максимальному эколого-социально-экономическому эффекту и позволит исключить возможность неквалифицированного подхода к эксплуатации ООПТ. Все зоны должны иметь системы планировочных решений, за исключением заповедных зон (Yudina, 2016), где не должны быть реализованы решения, нарушающие облик природной обстановки.

Определить допустимый уровень негативного воздействия природных, антропогенных и техногенных факторов на природную среду и человека позволяет п*ринцип безопасности территории.* Не стоит организовывать ООПТ там, где территория попадает в группу риска по сейсмическим, гидрологическим, эпидемиологическим, техногенным и иным параметрам. Наличие очагов опасности предполагает проведение дополнительных экспертных оценок, систематического мониторинга и полной изоляции их от рекреационных зон.

Для раскрытия эколого-просветительского, культурного и социального потенциала природных парков, обязательным условием должно стать их интегрирование в сферу социально-экономического развития региона. *Принцип интеграции* говорит о том, что ООПТ необходимо активно вовлекать в развитие экологического и познавательного туризма; для этого у парков есть все необходимые ресурсы природной и этнокультурной среды. Кроме того, парки должны активно участвовать в эколого-просветительской деятельности как в масштабах своего региона, так и всей страны, повышая роль охраняемых территорий в формировании позитивного международного имиджа России, что озвучено в распоряжении Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2011 г. N 2322-р (Об утверждении…, 2012; Юдина, 2017б).

Несмотря на планируемые виды деятельности, которые мы хотим реализовывать в природном парке (эколого-просветительские программы, рекреационная и туристическая деятельность, проведение фундаментальных и прикладных исследований и др.), приоритетной признается задача сохранения природных и историко-культурных комплексов региона, что отражено в *принцип приоритетности реализации ведущей деятельности* (Юдина, 2017).

*Принцип рекреационной емкости среды* определяет возможность и способность ООПТ обеспечить определенному числу туристов и рекреантов психофизиологический комфорт, культурно-познавательную и спортивно-оздоровительную деятельность в пределах парка без деградации естественной природной среды и/или антропокультурных ландшафтов. Существующие методики расчета рекреационной устойчивости ландшафтов и емкости природной среды говорят о необходимости и важности данного механизма при организации территорий, в т.ч. ООПТ (Корнилов и др., 2010, 2012; Лопина и др., 2014; Кириллов и др., 2019). Проведение научно-обоснованной оценки предельно допустимых рекреационных нагрузок и определение векторов минимизации негативного воздействия на экосистемы необходимо при организации парков.

Создание парка на антропогенизированной территории предполагает созидательную роль по природному обогащению рекреационных ландшафтов и природно-культурных комплексов, их воссоздание и моделирование посредством технологий ландшафтной архитектуры и средового дизайна, модернизацию обслуживающих предприятий и сооружений, решение вопросов транспортной доступности и искусственного создания условий и объектов для новых видов отдыха и

рекреации. Все это включено в *принцип рекреационной мелиорации,* идея которой предложена Б.Б. Родоманом (2002). В новом строительстве рекреационных объектов парка важно задействовать особо нарушенные участки, которые будут мелиорированы в результате полной рекультивации земель.

Создание парка подразумевает возможность совмещения интересов интенсивного хозяйства и охраны природы на всех этапах функционирования ООПТ, что отражено в *принципе корректировки природопользования*. Успех реализации природоохранной программы заключается в поиске компромисса с местным населением, интересы которого не должны быть ущемлены (Гененко, Корнилов, 2005). Все мероприятия по вмешательству в устоявшиеся системы традиционно-интенсивного хозяйственного оборота следует рассматривать как вынужденную, но крайне необходимую меру, предназначенную для сохранения и поддержания экологического равновесия в парке.

Эстетическая привлекательность и познавательная ценность территории парка, в т.ч. степень благоприятности условий для отдыха способствует привлечению рекреантов и развитию экологического и познавательного туризма. В этом проявляется *принцип аттрактивности*. В ООПТ необходимо создавать новые, обустраивать и модернизировать имеющиеся информационные центры и музеи; разрабатывать и внедрять экскурсионные и спортивно-оздоровительные программы для различных категорий туристов и рекреантов, создавать под единым брендом сервисную инфраструктуру, в том числе привлекая инвесторов и учитывая интересы малого и среднего бизнеса (например, развитие гостевых домов и сети мини-гостиниц, крестьянских усадеб и подворий, фермерских и подсобных хозяйств, пчелопарков, традиционных промыслов, ремесел и др.). Данные вопросы поднимались в работах российских исследователей (Лопина, Корнилов, 2007; Киреева-Гененко и др., 2013; Лопина и др., 2013).

Организация парков, при рациональном экономическом планировании позволяет получить оптимальные доходы и прибыль от его функционирования, тем самым достигнуть рентабельности уже в первые годы его существования. Мы говорим о *принципе самодостаточности, инвестиционной привлекательности и включения в экономическое пространство региона.* Территории РПП должны выступать уникальными площадками для развития экологического инновационного предпринимательского сектора, социальных и экологически-ответственных практик, инновационных продуктов в области организации экологической хозяйственной деятельности, новых методов управления ООПТ в целом (Юдина, 2017).

Подведя итоги, необходимо озвучить и *принцип эффективности управления*. Наличие собственных администраций для грамотного управления функционированием парка обеспечит их самостоятельность как в правовом, так и в экономическом поле. Совершенствованию системы управления будут содействовать созданные на базе природных парков координационные центры, организующие и согласовывающие научно-исследовательскую, эколого-просветительскую, рекреационную, информационно-аналитическую деятельности (Юдина, 2020).

Таким образом, представленные в качестве репрезентативных природные парки Белгородской области (Хотмыжский, Шебекинский, Приоскольский, Тихососненский, Ураево-Валуйский и Ровеньский) прошли качественный и количественный отбор по ряду определяющих диагностических критериев, оценивающих биологическое, почвенное и ландшафтное разнообразие, физико-географические параметры среды и их пространственную дифференциацию, включая типичность и уникальность местности, ее аттрактивность, представленность культурно-историческими и рекреационными ресурсами, показатели экологического равновесия и стабильности.

Региональный природный парк выступает не только элементом экологических сетей/каркасов, но и центральным звеном туристско-рекреационного кластера региона, предполагающего объединение в целостную функциональную структуру, с последующим единым вектором развития составляющих его компонентов: естественных и преобразованных ландшафтов, объектов природного и культурно-исторического наследия, предприятия размещения, питания, оздоровления и спорта, индустрии развлечений, транспортной и финансовой индустрии, при этом система туристических маршрутов, в т.ч. действующих и вновь разработанных, позволит воедино связать туристическое пространство региона.

## Список литературы

1. Бассейновый подход к организации природопользования в Белгородской области / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, А.Г. Нарожняя, О.А. Чепелев, Я.В. Кузьменко, О.А. Маринина, А.В. Землякова, Ж.А. Кириленко, О.М. Самофалова, Э.А. Терехин, П.А. Украинский; под ред. Ф.Н. Лисецкого. – Белгород: Константа, 2013. – 89 с.

2. Гененко И.А. Изучение общественного природопользования в регионах с высокой плотностью населения (на примере Белгородской области) / И.А. Гененко, А.Г. Корнилов // Проблемы региональной экологии. – 2005. – № 6. – С. 81-91.

3. Геопланирование сельских территорий: опыт реализации концепции бассейнового природопользования на региональном уровне / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Землякова, А.Г. Нарожняя, Э.А. Терехин, В.И. Пичура, Ж.А. Буряк, О.М. Самофалова, О.И. Григорьева // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. – 2014. – Т. 19. – № 3 (22). – С. 125-137.

4. Двуреченский В.Н. Островные ландшафты Воронежской области / В.Н. Двуреченский, Федотов В.И. // Природные ресурсы Воронежской области, их воспроизводство, мониторинг и охрана. – Воронеж, 1995. – С. 116-119.

5. Ермолаев О.П. Картографическая модель бассейновых геосистем малых рек водосбора реки Лены / О.П. Ермолаев, К.А. Мальцев, С.С. Мухарамова, П.В. Хомяков, Е.А. Шынбергенов // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2018. – Т. 160. – № 1. – С. 126-144.

6. Киреева-Гененко И.А. О разработке базы данных рекреационной нагрузки местной и региональной системы населенных пунктов / Киреева-Гененко И.А., Е.М. Лопина // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 4. – С. 190-195.

7. Киреева-Гененко И.А. Социально-географические аспекты изучения общественного природопользования сельских населенных пунктов Белгородской области (на примере центрального сельского поселения Ракитянского района) / И.А. Киреева-Гененко, Е.М. Лопина, Л.И. Белоусова, А.Г. Бочковская, В.И. Петина // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 546.

8. Кириллов С.Н. Регулирование рекреационных нагрузок на степные ландшафты природных парков Волгоградской области / С.Н. Кириллов, А.В. Холоденко, А.О. Гречишкин // Проблемы региональной экологии. – 2019. – №. 1. – С. 65-70.

9. Корнилов А.Г. Оценка эстетико-потребительских параметров ландшафта в условиях современного землепользования (на примере поселков городского типа Белгородской области) / А.Г. Корнилов, А.П. Федутенко, Е.М. Лопина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2010. – № 21. – С. 168-173.

10. Корнилов А.Г. Рекомендации по разработке карт рекреационной нагрузке / А.Г. Корнилов, Е.М. Лопина, И.А. Гененко, Е.А. Стаценко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 145-148.

11. Лопина Е.М. Эстетическая оценка территории ботанического сада НИУ «БелГУ» / Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов, В.К. Тохтарь // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 24 (167). – С. 77-82.

12. Лопина Е.М. Геоэкологическое обоснование функционального зонирования территории ботанического сада НИУ «БелГУ» / Е.М. Лопина, Е.А. Стаценко, А.Г. Корнилов, В.К. Тохтарь // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2012. – № 21 (140). – С. 174-178.

13. Лопина Е.М. Оценка эстетического восприятия ландшафтов / Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 6. – С. 121-128.

14. Лопина Е.М. Роль ООПТ в развитии экологического туризма в Белгородской области / Е.М. Лопина, М.Н. Сапрыкина // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы. – 2012. – № 1. – С. 171-175.

15. Лопина Е.М. Эстетико-потребительские аспекты и проблемы организации и использования городских рекреационных пространств в районе КМА / Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов, И.А. Киреева-Гененко // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=14662

16. О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176 // АО «Кодекс»: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/420396664

17. Об утверждении концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2011 № 2322-р (вместе с «Планом мероприятий по реализации Концепции развития системы особо охраняемых территорий федерального значения на период до 2020 года») // Российская газета. 17.01.2012. – Режим доступа: http://www.gr.ru2012/01/17/zapovedniki-site-dok.html

18. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 475 с.

19. Реки и водные объекты Белогорья / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, Ж.А. Буряк, Я.В. Павлюк, А.Г. Нарожняя, А.В. Землякова, О.А. Маринина; под ред. Ф.Н. Лисецкого. – Белгород: Константа, 2015. – 362 с.

20. Родоман Б.Б. Поляризованная биосфера / Б.Б. Родоман. – Смоленск: Ойкумена, 2002. – 335 с.

21. Сборник руководящих документов по заповедному делу / В.Б. Степаницкий. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2000. – 703 с.

22. Федотов В.И. Формирование сети малых типов особо охраняемых природных территорий административной области // В.И. Федотов, А.Я. Григорьевская // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2000. – № 1. – С. 130-134.

23. Юдина Ю.В. Геоэкологические эффекты совершенствования региональной сети особо охраняемых природных территорий / Ю.В. Юдина // Мировая экологическая повестка и Россия: материалы Всероссийской научной онлайн-конференции с международным участием. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020. – С. 185-189.

24. Юдина Ю.В. Геоэкологический подход к пространственному формированию региональной сети особо охраняемых природных территорий // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VII Международной научной конференции. – Белгород: Политерра, 2017а. – С. 495-501.

25. Юдина Ю.В. Ландшафтно-геоэкологическое обоснование региональной сети природных парков / Ю.В. Юдина // Науки о Земле: от теории к практике (Арчиковские

чтения – 2020): материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 175-летию Русского географического общества и 95-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Е.И. Арчикова. – Чебоксары: ЧГУ имени И.Н. Ульянова, 2020. – С. 458-464.

26. Юдина Ю.В. Ландшафтное и рекреационно-туристское обоснование оптимальной сети региональных природных парков (на примере Белгородской области) / Ю.В. Юдина // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 7. – С. 49-53.

27. Юдина Ю.В. Обоснование заповедных ядер при функциональном зонировании природного парка «Хотмыжский» (Белгородская область) / Ю.В. Юдина // Актуальные проблемы развития науки и современного образования: материалы Международной научно-практической конференции. – Белгород: ИД «Белгород», 2017б. – С. 321-323.

28. Юдина Ю.В. Пространственная организация лесостепных ландшафтов юго-запада Среднерусской возвышенности / Ю.В. Юдина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 618. (9 с.).

29. Yermolaev O.P. Geographic information system and geoportal river basins of the European Russia / O.P. Yermolaev, S.S. Mukharamova, K.A. Maltsev, M.A. Ivanov, P.O. Ermolaeva, A.I. Gayazov, V.V. Mozzherin, S.V. Kharchenko, O.A. Marinina, F.N. Lisetskii // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 3, Ecological Challenges of the 21st Century. «3rd International Conference Environment and Sustainable Development of Territories: Ecological Challenges of the 21st Century». – 2018. – P. 012108.

30. Yudina Y.V. Ensuring a rational nature management in the transition of land use onto the basin principles and organization of large nature protection areas / Y.V. Yudina, A.G. Narozhnyaya, A.G. Bunyaeva, Y.V. Pavlyuk // International Journal of Green Pharmacy. – 2017. – T. 11. – № 3. – P.543-548.

31. Yudina Yu.V. Ways to preserve biological diversity of bog ecosystems within natural parks system / Yu.V. Yudina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – № 7 (6). – P. 38-44.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И СИТУАЦИИ

УДК 502.05

# ОЦЕНКА ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Акимов Л.М., Акимов Е.Л.**
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*
*E-mail: akl63@bk.ru*

***Аннотация.*** *Актуальность проблемы. Одним из важнейших экологических факторов окружающей среды, является солнечная радиация – энергия, излучаемая Солнцем. За счет лучистого теплообмена происходит преобразование волновой энергии Солнца, проходящей от источника излучения через космическое пространство и атмосферу в тепловую энергию, в месте поглощения подстилающей поверхностью. Солнечная радиация – исходное климатообразующее начало, обуславливающее характер климата и его элементов. Свет и тепло от Солнца определяют жизнь на Земле. Свет – прямой экологический фактор, при участии которого происходят все жизненно важные процессы на Земле. Поэтому исследование гелиоэнергетических ресурсов на территории Воронежской области, является актуальной задачей.*

*Целью исследования явилось изучение основных факторов определяющих поступление солнечной радиации на территорию Воронежской области, а также оценка притока суммарной солнечной радиации в различные сезоны года. Методология исследования базируется на математической модели К.Я. Кондратьева, расчета притока солнечной энергии к наклонной поверхности. Результатом исследования явилось установление особенностей пространственного и временного распределения полей облачности в различные сезоны года, а также изучена их зависимость от циркуляции атмосферы, в различных районах Воронежской области. Осуществлено картографирование притока суммарной солнечной радиации на территорию Воронежской области. Установлено, что в январе приток суммарной солнечной радиации распределяется в широтном направлении, увеличиваясь от северных широт к южным широтам. В июле наблюдается практически равномерный энергетический фон притока суммарной солнечной радиации на территорию Воронежской области, с незначительным увеличением от северо-запада к юго-востоку. Вывод: в результате проведенного исследования доказан высокий энергетический и световой потенциал Воронежской области для лесных экосистем. В январе, значение суммарной солнечной радиации увеличиваются от 1,55 кВт/м$^2$/день на северо-западе области, до 1,82 кВт/м$^2$/день на юге. В июле, наименьшее значение суммарной солнечной радиации составляет 7,19 кВт/м$^2$/день (Воронеж, Семилуки и Новая Усмань). К северо-востоку и югу приток солнечной радиации увеличивается до 7,36 кВт/м$^2$/день (Борисоглебск и Поворино).*

***Ключевые слова.*** *Инсоляция, Воронежская область, рассеянная радиация, суммарная солнечная радиация, световой поток, облачность*

Главным источником энергии происходящих на земной поверхности и в атмосфере процессов, является солнечная радиация. Солнечный свет – основной экологический фактор лесных экосистем, которые в свою очередь включают все биотические компоненты местности (растения, животных и микроорганизмы), во взаимодействии с абиотическими факторами окружающей среды и являются естественной частью леса. Лес, по отношению к другим видам подстилающей поверхности (луг, поле, болото и др.), не только больше поглощает лучистой энергии, но

и меньше отражает ее. В зависимости от состава, формы, бонитета, возраста, сомкнутости насаждений лес оказывает влияние на спектральный состав поступающей солнечной радиации.

Поступление солнечной радиации на подстилающую поверхность является многофакторной задачей, так как зависит от географической широты места, высоты солнца, времени суток и года, прозрачности атмосферы, а также облачности. Наиболее изменчивыми параметрами являются прозрачность атмосферы и облачность. Наибольшие значения поступающей к подстилающей поверхности суммарной солнечной радиации при малооблачной погоде, наблюдаются около полудня и летом, имеют выраженный суточный и годовой ход. Переменная облачность, по сравнению с безоблачным небом, увеличивает суммарную радиацию, а сплошная плотная облачность, соответственно, значительно уменьшает ее. Кроме энергетического потенциала, который несомненно является главным фактором, солнечная радиация является и световым потенциалом лесных экосистем. Интенсивность освещенности влияет на химический состав экосистем и усвоению корнями питательных веществ (замедляется при слабой освещенности). Значительная освещенность способствует в ряде случаев возникновению и развитию болезней. Гнили усиливаются при недостаточном освещении. Поэтому исследование гелиоэнергетических ресурсов территорий произрастания лесных экосистем, является актуальной задачей.

Целью данного исследования является оценка энергетического и светового потенциала территории Воронежской области для лесных экосистем.

Для реализации поставленной проблемы необходимо изучить математическую модель притока солнечной энергии на наклонную поверхность с учетом состояния атмосферы. Установить пространственно-временные закономерности полей облачности в различные сезоны года. Исследовать особенности распределения суммарной солнечной радиации в различные сезоны года на территории Воронежской области и выявить их устойчивость.

Актинометрические наблюдения на метеорологических станциях проводятся на горизонтальной поверхности. Оценка поступления суммарной солнечной энергии на наклонную подстилающую поверхность осуществляется на основании расчетов, с использованием модели предложенной Кондратьевым К.Я. [3, 4, 9, 12-13]. Суммарный приток солнечной радиации $Q_\alpha$ на горизонтальную наклонную поверхность определяется на основании математической модели изотропного распределения диффузной радиации состоящего из суммарного потока прямой $S_\alpha$ (инсоляция) и рассеянной $D_s$ солнечной радиации, а также части энергии, оставшейся после отражения ($1-A_k$). Суммарный поток коротковолновой суммарной солнечной радиации рассчитывается по формуле:

$$Q_\alpha = ((S_\alpha + \mathrm{D}s)\frac{1+\cos\alpha}{2})((1-A_k)\frac{1-\cos\alpha}{2}), \qquad (1)$$

где $Q_a$, $S_\alpha$ и $D_s$, – потоки суммарной, прямой и рассеянной солнечной радиации, $A_k$ - альбедо земной поверхности, α – угол наклона поверхности к горизонту.

Интенсивность прямой солнечной радиации (инсоляция) на горизонтальную поверхность $S_\alpha$ определяется по формуле:

$$S_\alpha = S_0 \cos\theta K_{am,} \qquad (2)$$

где $S_0$ – «солнечная постоянная»; $cos\theta$ – угол падения солнечных лучей, на наклонную поверхность; $K_{am}$ – коэффициент ослабления солнечного луча за счет влияния атмосферы.

Солнечная постоянная $S_0$ равная 1365 Вт/м$^2$ характеризует поток солнечной радиации на верхнюю границу атмосферы [2, 6, 9-11]. Около 30% солнечной постоянной отражается в космос [6, 10], в результате интенсивность инсоляции $S_0$ составляет 900 Вт/м$^2$.

Поток солнечной радиации $S_\alpha$ поступающий к земной поверхности существенно зависит от траектории движения солнечного луча в атмосфере, т.е. так называемой «воздушной массы атмосферы» $\sinh_c$ [6, 10]:

$$\sinh_c = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\omega t, \quad (3)$$

где $h_c$ – высота Солнца, t - модельное время суток.

Коэффициент ослабления $K_{am}$ солнечного луча за счет влияния «воздушной массы атмосферы», определен эмпирическим путем [6, 9 - 10]:

$$K_{am} = 1.1254 - 0.1366(1/\sinh c). \quad (4)$$

$cos\theta$ – угол падения солнечных лучей, на наклонную поверхность определяется по формуле [3; 4]:

$$cos\theta = sin\delta sin\varphi cos\beta - sin\delta cos\varphi sin\beta cos\gamma + cos\delta cos\varphi cos\beta cos\omega + \\ + cos\delta sin\varphi sin\beta cos\gamma cos\omega + cos\delta sin\beta sin\omega sin\gamma \quad (5)$$

где φ – географическая широта местности, рад; $\beta$ – угол наклона к горизонту, рад; $\gamma$ – азимут поверхности (экспозиция), рад; δ – склонение Солнца, рад; ω – часовой угол, рад.

$\gamma$ – азимут поверхности (экспозиция) – пространственная ориентация склонов. За начало отсчета принято южное направление $\gamma = 0$, при восточном отклонении азимут положительный $\gamma > 0$, а при западном – отрицательный $\gamma < 0$.

δ – склонение Солнца есть угол между направлением к Солнцу и экваториальной плоскостью. Склонение δ меняется от плюс 23,5$^o$ до минус 23,5$^o$ в дни летнего и зимнего солнцестояния, соответственно. В дни весеннего и осеннего равноденствия, склонение δ равно нулю. Значение склонения δ (рад) рассчитывают по формуле Купера [4, 7, 13]:

$$\delta = \delta_0 sin[360(284 + n)/365], \quad (6)$$

где N — порядковый номер дня в году, отсчитываемый от 1 января.

Часовой угол Солнца ω, определяющий угол падения солнечных лучей на наклонную поверхность, является угловым смещением Солнца в течение суток. Учитывая, что Земля делает полный оборот вокруг своей оси (360°) за 24 часа, то за 1 час она смещается на 15 градусов, т.е. $\omega = \frac{2\pi}{24} = 15°/$час. Часовой угол зависит от долготы и соответственно декретного времени. В полдень часовой угол равен нулю. Измеряется в радианах (ω>0 - до полудня, ω<0 после полудня).

$$\omega = (15^o ч^{-1})(t_{solar} - 12ч) = (15^o ч^{-1})\cdot(t_{zone} - 12ч) + (\psi_0 - \psi_{zone}), \quad (7)$$

где $t_{solar}$ и $t_{zone}$ – локальное солнечное и декретное время, соответственно (в часах); $\psi_0$. – долгота, на которой находится Солнце, когда $t_{zone}$ соответствует полдню (когда солнечное и декретное время совпадают).

Косинус часового угла ω рассчитывается по формуле [3; 4]:

$$cos\omega = \frac{sin\beta - sin\varphi sin\delta}{cos\varphi cos\delta}. \quad (8)$$

Рассеянная радиация на горизонтальную поверхность рассчитывается по формуле [3, 6]:

$$Ds = 137.1 - 14.82(1/\sinh_c) \quad (9)$$

Оценка влияния состояния небосвода за счет облачности (количество облаков в баллах) на приток суммарной солнечной радиации осуществляется по формуле предложенной Матвеевым [12] (Матвеев, 1976):

$$Q = Q_0[1-(a+bn)n], \qquad (10)$$

где $Q_0$ – поток суммарной радиации при безоблачном небе; n – количество баллов облачности (в долях единицы); *a* равно 0.38; коэффициент *b* зависит от широты (φ). На суше для широты 51°с.ш. он соответствует *b*=0.39 [5, 9].

Данные актинометрических наблюдений на горизонтальную поверхность получены на основании Научно-прикладного справочника по климату СССР часть I, выпуск 28 [6].

В качестве данных о состоянии погоды на территории Воронежской области используются фактические метеорологические данные в основные сроки наблюдений, сети метеорологических станций размещаемые на официальном сайте Росгидромета РФ (http://meteocenter.net/raob.htm) за период с 1973 по 2021 гг.

Основным фактором, влияющим на приток солнечной радиации к поверхности земли, является облачность, так как она способствует отражению, поглощению и рассеянию солнечной радиации. Поэтому на первоначальном этапе исследования проведен анализ повторяемости различных форм облачности в различные месяцы года и средние за год. Результаты анализа повторяемости форм облаков (%) на примере станции Воронеж, представлены в таблице 1.

*Таблица 1.*

**Повторяемость форм облаков ст. Воронеж (%), за период 1973 – 2021гг.**

| форма облаков | янв. | февр. | март | апр. | май | июнь | июль | авг. | сент. | окт. | нояб | дек. | среднее за год |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ci* | 8 | 12 | 16 | 21 | 26 | 29 | 25 | 25 | 20 | 14 | 8 | 7 | 18 |
| *Cc* | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | **0.2** |
| *Cs* | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | **0.3** |
| *Ac* | **16** | 19 | 27 | 37 | **41** | **44** | **44** | **40** | 37 | 28 | **17** | **16** | **31** |
| *As* | 5 | 7 | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| *Ns* | **21** | 19 | 14 | 10 | 8 | 10 | 11 | 9 | 10 | 11 | 14 | 20 | 13 |
| *Cu* | 0.2 | 0.5 | 2 | 8 | 13 | 14 | 16 | 13 | 6 | 2 | 0.7 | 0.2 | 6 |
| *Cb* | **10** | 8 | 11 | 20 | 24 | **30** | 27 | 21 | 22 | 18 | 14 | 10 | 18 |
| *Sc* | **17** | 15 | 15 | 12 | 9 | 8 | 7 | 7 | 12 | 20 | 19 | 17 | 13 |
| *St* | **22** | 15 | 8 | 2 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 1 | 2 | 8 | 22 | 24 | 9 |

Следует отметить, что наблюдение за формой облаков на метеорологических станциях проводятся визуально и полученные результаты носят субъективный характер. Из анализа таблицы 1 видно, что с вероятностью 18% среди облаков верхнего яруса наибольшей повторяемостью наблюдаются перистые облака Ci. В то время как повторяемость других форм облаков верхнего яруса (Cc и Cs) не превышает 0.2 и 0.3% соответственно.

Наибольшая повторяемость среди форм облаков среднего яруса принадлежит высоко-кучевой облачности (Ac) со средней годовой вероятностью появления 31%. При этом наблюдается выраженный годовой ход повторяемости высоко-кучевой облачности. В летний период она колеблется от 40-41% в мае и августе, а в июне – июле она составляет 44%. В зимние месяцы повторяемость облаков Ac составляет 16 – 17%. Высоко-слоистая облачность As наблюдается не часто (3%), чаще наблюдается слоисто-дождевая облачность Ns с вероятностью за год 13%, имеющая наибольшую повторяемостью в холодный период года (20% – декабрь, 21% – январь). Данная закономерность распределения слоисто-дождевой облачности Ns на территории Воронежской области обусловлена, в основном, влиянием «южных циклонов» в холодное время года.

Среди облаков нижнего яруса наибольшая повторяемость 18% наблюдается у кучево-дождевой облачности (Cb), которая также имеет выраженный годовой ход с максимумом летом (30% - июнь, 27% - июль) и минимумом зимой (8 – 10%). Слоистая облачность St наоборот наиболее часто наблюдается в холодный период года (22 – 24%), а летом повторяемость ее наблюдения составляет 0.6 – 0.9% [1, 2].

На рисунке 1 представлена средняя многолетняя повторяемость ясных и пасмурных дней в различные сезоны года на станции Воронеж за период наблюдений 1973 – 2021 гг.

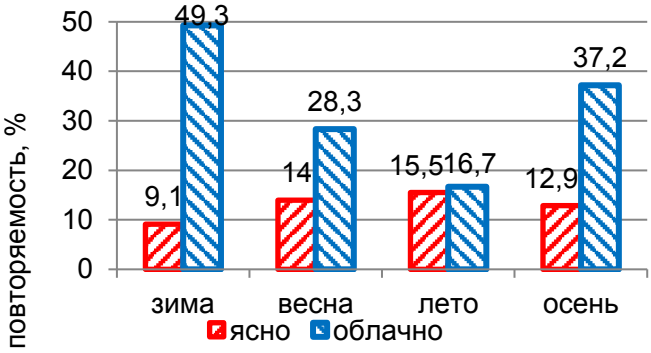


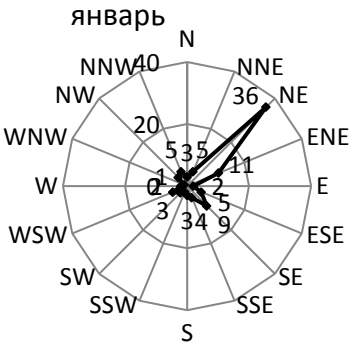

*Рис. 1.* Средняя многолетняя повторяемость ясных и пасмурных дней в различные сезоны года на ст. Воронеж

Следует отметить, что ясными днями считается день, когда общее количество облаков в течение 2/3 наблюдаемого периода времени не превышает 3 баллов, а при пасмурной погоде количество облаков составляет 8 – 10 баллов, а интервал 4 – 7 баллов считается – «переменная облачность».

Из анализа рисунка 1 видно, что на территории Воронежской области в зимнее время года с вероятностью 49.3% преобладает пасмурная погода, вероятность появления которой уменьшается летом (16.7%). Малооблачная погода имеет наибольшую повторяемость весной (14.0%) и летом (15.5%).

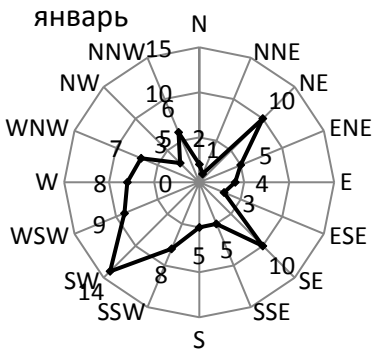
Для выявления сезонных особенностей распределения облачности в зависимости от циркуляции атмосферы проведем анализ повторяемости различного состояния небосвода над Воронежем в зависимости от направления ветра. Малооблачная погода в январе (рис. 2а) наблюдается при СВ ветре (36%), переменная облачность при СВ – 23% и ЮЗ – 17%. Наибольшая повторяемость пасмурной погоды (рис. 2б) наблюдается при ЮЗ ветрах.

а) малооблачно




N; NNE;...., S; ...., - румбы,
3, 4, 5,..., 9 - повторяемость,%

б) пасмурно

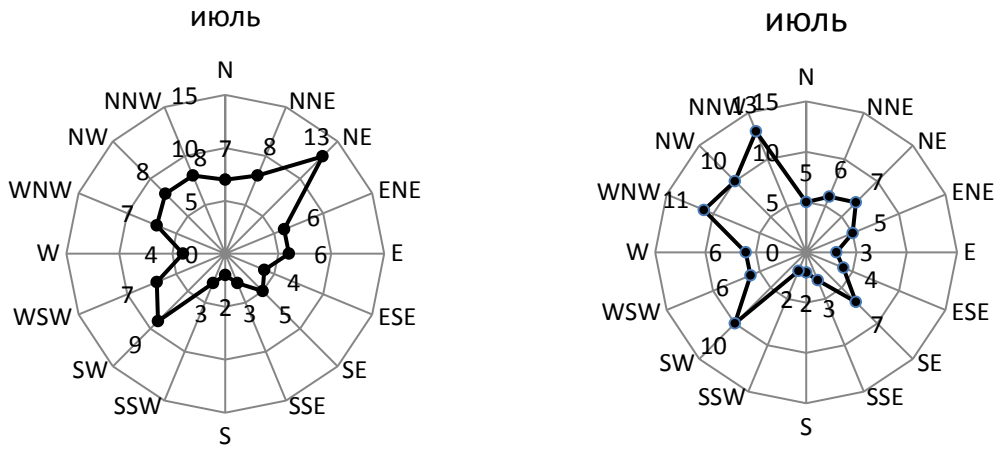



N; NNE;...., S; ...., - румбы,
3, 4, 5,..., 9 - повторяемость,%

*Рис. 2.* Повторяемость облачности в зависимости от направления ветра в январе на ст. Воронеж

На рисунок 3 представлено распределение облачности в июле.

а) малооблачно б) пасмурно




N; NNE;...., S; ...., - румбы,
3, 4, 5,..., 9 - повторяемость,%

N; NNE;...., S; ...., - румбы,
3, 4, 5,..., 9 - повторяемость,%

*Рис. 3.* Повторяемость облачности в зависимости от направления ветра в июле на ст. Воронеж

Летом, преобладание малооблачной погоды (рис. 3а) при СВ ветре сохраняется, но велика вероятность при ветрах северной четверти (13%). Переменная облачность (рис. 3б) и пасмурная погода (рисунок 19 в) имеют наибольшую повторяемость при ЗСЗ – СЗ ветрах (10-13%) [1, 2].

Пространственное распределение повторяемости ясных и пасмурных дней в январе на территории Воронежской области представлено на рисунке 4.

а) малооблачно б) пасмурно

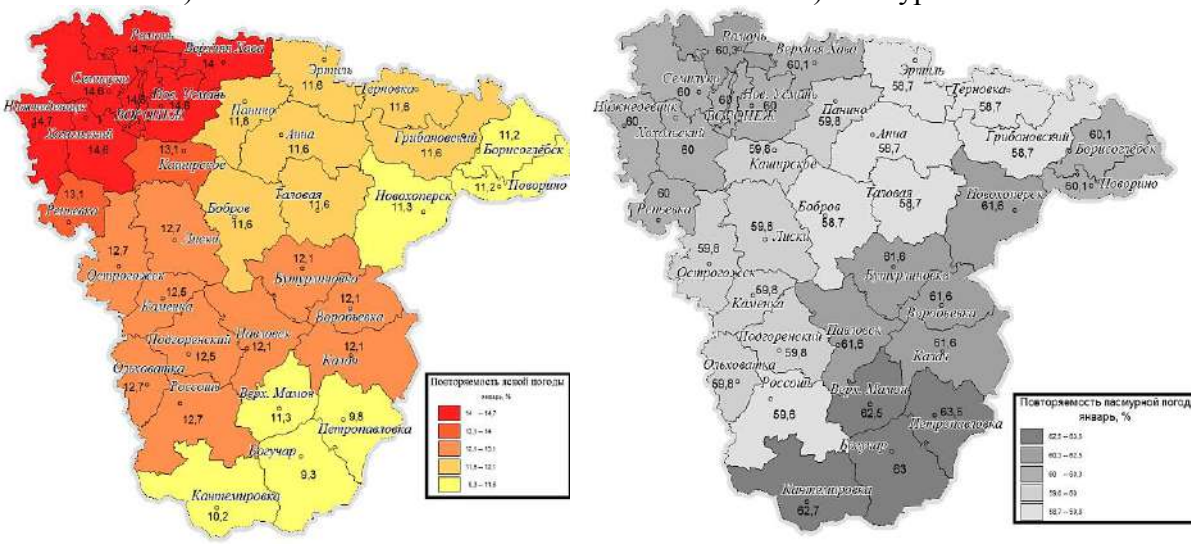



*Рис. 4.* Повторяемость ясной и пасмурной погоды на территории Воронежской области в январе

Из анализа рисунка 4а видно, что зимой, распределение малооблачной погоды носит квазиширотный характер, уменьшаясь от северо-запада (Семилукский - 14.6%, Верхнехавский – 14.0%, Рамонский – 14.7% и Нижнедевицкий – 14.7% районы) к юго-востоку. В находящихся под влиянием Черноморских циклонов, южных районах

области, частота появления ясных дней зимой не превышает 10% (Кантемировка – 10.2%, Богучар – 9.3%, Верхний Мамон – 11.3% и Петропавловка – 9.8%).

В январе, на территории Воронежской области, вероятность появления пасмурной погоды (рисунок 4б), носит более равномерный характер (60.0 – 65.0%), незначительно уменьшаясь до 58.0 – 59.0% в центральных районах области [1, 2].

Повторяемость малооблачной и пасмурной погоды в июле представлено на рисунке 5.

а) малооблачно б) пасмурно

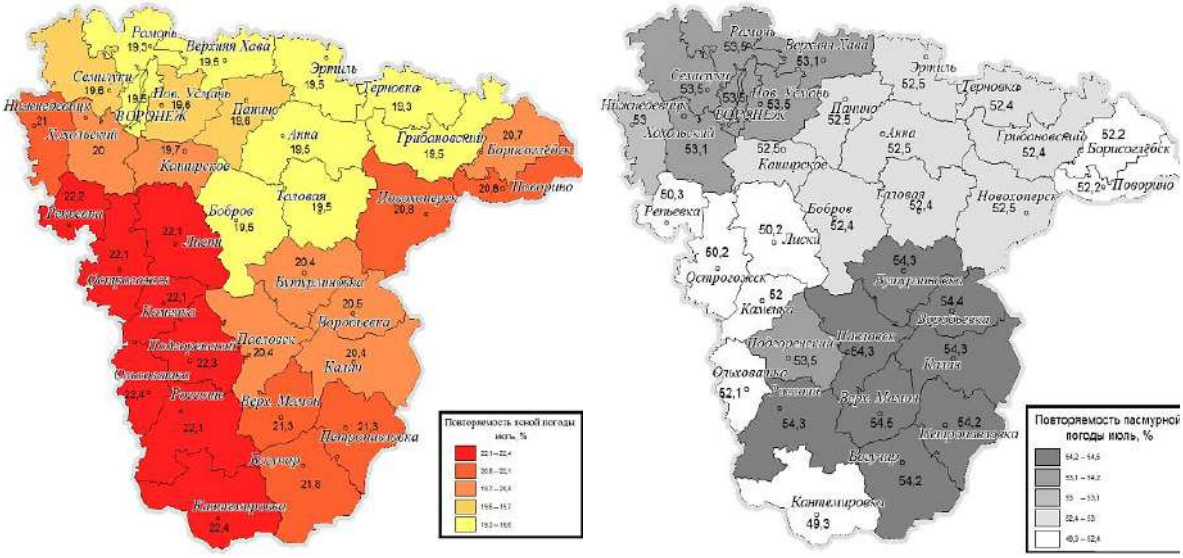



*Рис. 5.* Повторяемость ясной и пасмурной погоды
на территории Воронежской области в июле

Пространственное распределение малооблачной погоды в июле (рис. 5а) имеет более выраженный, по сравнению с зимой, широтный характер, увеличиваясь от 19.3% (Рамонь, Терновка), до 22.4% (Кантемировка). Незначительное увеличение повторяемости ясной погоды на юго-западе области, по отношению ко всей оставшейся территории, объясняется влиянием восточной периферии гребня Азорского антициклона. Районы, находящиеся в центральной части области (Рамонь – 19.3%, Верхняя Хава, Эртиль, Анна, Таловая, Бобров – 19.5%) находятся под влиянием тыловой части циклонов с Атлантики [1, 2].

Анализ повторяемости пасмурной погоды на территории Воронежской области в июле, позволил установить, что в центральной части области ее появление менее вероятно. Такое распределение облачности есть результат действия циркуляции атмосферы. Под влиянием влажного воздуха с Атлантики находятся северо-западные районы области, а юго-восток Воронежской области находится в тыловой части Монгольской депрессии [1, 2].

Облачность определяет приток суммарной солнечной радиации на подстилающую поверхность.

Пространственное распределение, суммарной солнечной радиации различные сезоны года, представлено на рисунке 6.

Анализ рисунков 6а и 6б позволил установить тот факт, что летом приток суммарной солнечной радиации на территорию Воронежской области практически в 4 раза больше, чем летом. Приток суммарной солнечной радиации в различные сезоны года, распределяется в широтном направлении, увеличиваясь от северных широт

(Рамонь, Верхняя Хава, Эртиль, Терновка, Грибановка, Борисоглебск, Поворино – 1.55 кВт/м$^2$/день) к южным широтам (Богучар, Кантемировка – 1.82 кВт/м$^2$/день) в январе.

а) январь б) июль

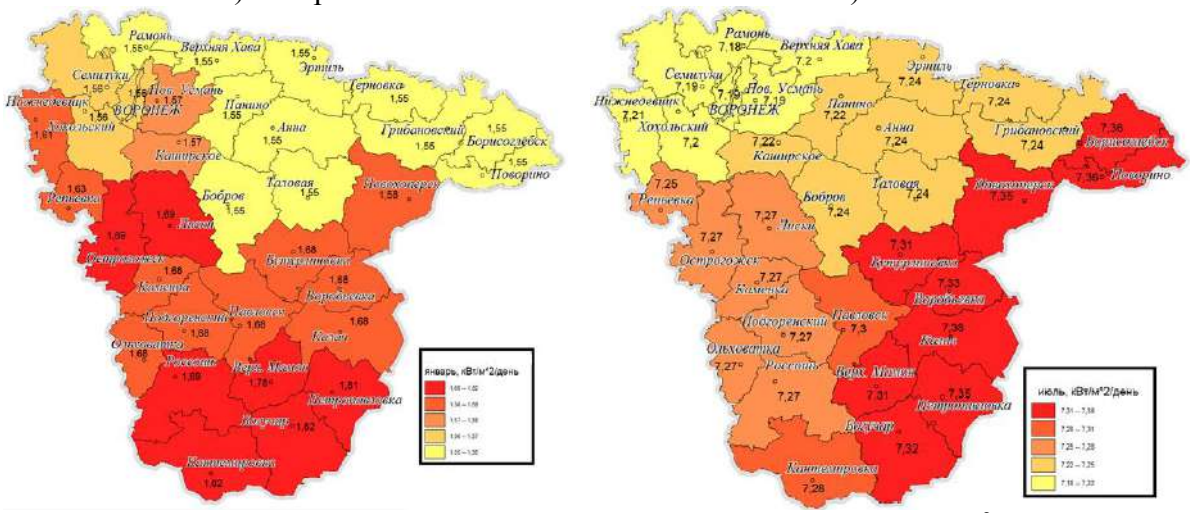



*Рис. 6.* Среднемесячная суммарная солнечная радиация, (кВт/м$^2$/день)

В июле наблюдается практически равномерный энергетический фон с незначительным увеличением с северо-запада (Рамонь – 7.18 кВт/м$^2$/день), к юго-востоку (Петропавловка – 7.35 кВт/м$^2$/день) [1, 2].

Анализ колебаний суммарной солнечной радиации на территорию Воронежской области (кВт/м$^2$/день) в различные сезоны года осуществлялся с помощью амплитуды (рис. 7).

а) январь б) июль

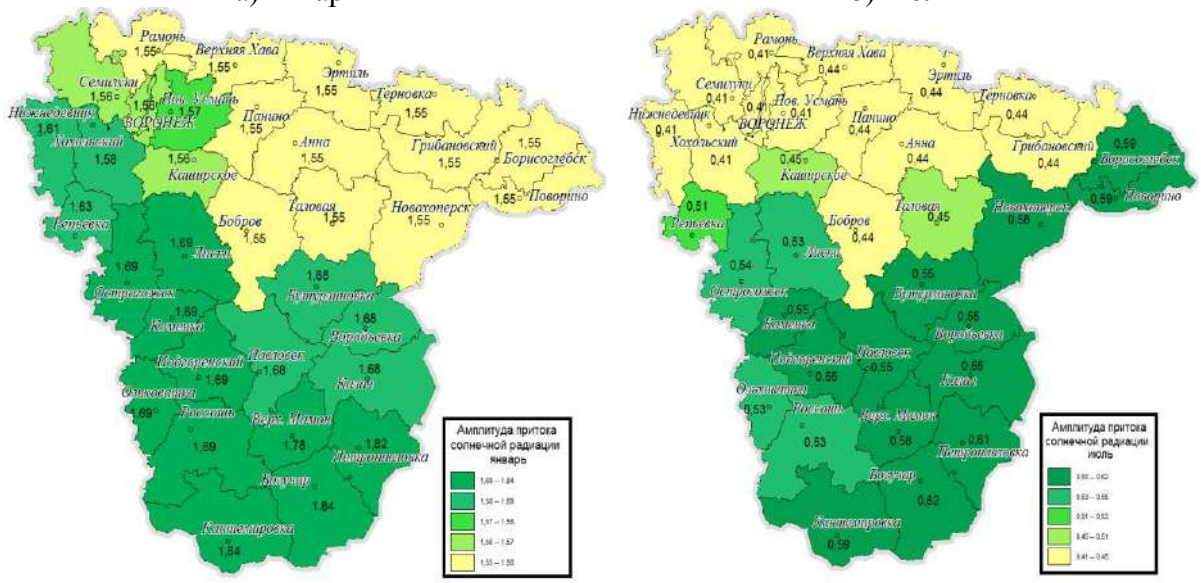



*Рис. 7.* Амплитуда суммарной солнечной радиации за январь и июль на территории Воронежской области, (кВт/м$^2$/день)

Следует отметить тот факт, что амплитуда колебаний суммарной солнечной радиации (кВт/м$^2$/день) в любой точке пространства характеризует разброс притока радиации в этом месте и зависит в первую очередь от состояния атмосферы и в первую

очередь небосвода. Таким образом, амплитуда характеризует устойчивость погодных условий на местности и в первую очередь небосвода.

В январе (рис. 7а), около 1/3 территории Воронежской области, северная и северо-западная части области, от Рамони до Борисоглебска, имеют наименьшие по области значения амплитуды суммарной солнечной радиации (кВт/м$^2$/день) со значением 1,55 кВт/м$^2$/день, что свидетельствует о большой изменчивости погоды в этой части области, находящейся на траектории движения циклонов с Атлантики. К юго-востоку области амплитуда притока суммарной солнечной радиации увеличивается, до значений 1,84 кВт/м$^2$/день (станции Богучар, Кантемировка).

В июле (рис. 7б) в северо-западной части Воронежской области (около 1/4 территории) наблюдается наименьшая амплитуда суммарной солнечной радиации (кВт/м$^2$/день) со значениями 0.41 кВт/м$^2$/день (станции Воронеж, Семилуки, Нижнедевицк, Новая Усмань, Хохол). К востоку и югу амплитуда притока солнечной радиации увеличивается, достигая максимума 0.62 кВт/м$^2$/день на станции Богучар [1, 2].

В результате установлено, что наибольшие притоки суммарной солнечной радиации наблюдаются в летний период, в южных районах области, что определено физико-географическими характеристиками области.

## Заключение

В ходе проведенных нами исследований по проблеме пространственного распределения притока солнечной радиации на территории Воронежской области, была изучена математическая модель притока солнечной энергии на наклонную поверхность Кондратьева, используемая в дальнейших исследованиях.

Установлено, что наибольшая повторяемость ясного неба (22,4%) в июле наблюдается в юго-западной части области, за счет влияния Азорского антициклона. Повторяемость появления ясного неба к северу области уменьшается до 19,5%. В январе повторяемость ясного неба в юго-западной части области составляет 14,6%, к югу она уменьшается до 9,3%. Наибольшая повторяемость пасмурного неба увеличивается от центральных районов области (58,7%) к северо-западу и на юго–восток, достигая максимума на станции Богучар (63,0%).

В январе значение суммарной солнечной радиации на северо-западе области составляет 1,55 кВт/м$^2$/день, к югу значения увеличиваются до 1,82 кВт/м$^2$/день на станциях Кантемировка и Богучар.

Минимальное значение суммарной солнечной радиации в июле (7,19 кВт/м$^2$/день) наблюдается на станциях Воронеж, Семилуки и Новая Усмань. К северо-востоку и югу приток солнечной радиации увеличивается до 7,36 кВт/м$^2$/день на станциях Борисоглебск и Поворино.

Наименьшая амплитуда суммарной солнечной радиации наблюдается в северной и северо-западной частях Воронежской области на станциях Воронеж, Семилуки, Новая Усмань и др. К востоку и югу амплитуда притока солнечной радиации увеличивается. Максимальное значение суммарной солнечной радиации наблюдается на станции Богучар.

Таким образом, можно сделать вывод, что энергетический и световой потенциал Воронежской области имеет значительные показатели для деятельности человека.

***Благодарность.*** *«Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект* ***№20-17-00172****».*

## Список литературы

1. Акимов Л.М. 2013. Пространственно-временные закономерности атмосферных засух на территории Воронежской области в вегетационный период /Л.М.

Акимов // Аридные экосистемы, Том 19, № 2 (55), июнь. Москва: Товарищество научных изданий КМК. С. 15-20.

2. Акимов Л.М., Акимов Е.Л. 2014. Пространственное распределение метеорологических параметров, влияющих на жизнедеятельность человека на территории Центрального Черноземья / Л.М. Акимов, Е.Л. Акимов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. №2. С. 17-23.

3. Кондратьев К.Я. 1954. Лучистая энергия Солнца / К.Я. Кондратьев. – Ленинград: Издательство Гидрометеоиздат. 600 с.

4. Кондратьев К.Я. 1978. Радиационный расчет наклонных поверхностей / К. Я. Кондратьев [и др.]; под ред. К. Я, Кондратьева. Ленинград: Издательство Гидрометеоиздат. 215 с.

5. Матвеев Л. Т. 1976. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. / Л.Т. Матвеев // Ленинград: Издательство Гидрометеоиздат. 639 с.

6. Научно-прикладной справочник по климату СССР часть I, выпуск 28. Ленинград: Издательство Гидрометеоиздат.

7. Рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик. Ленинград: Гидрометеоиздат. 1997. 76 с.

8. Токарева Е.Ф. 1971. Определение поступлений прямой солнечной радиации на вертикальные поверхности разной ориентации / Е.Ф. Токарева. Киев: Издательство Киев ЗНИИЭП. 12 с.

9. Demain, C., Journée, M., and Bertrand C. (2013). Evaluation of different models to estimate the global solar radiation on inclined surfaces. Renewable Energy, 50, 710–721. doi:10.1016/j.renene.2012.07.031

10. Ginsburg A., Frolkis V.A., Melnikova I.N., Novikov S., Samulenkov D., Sapunov M. 2019. Convenient models of the atmosphere: optics and solar radiation / Meteorology and Atmospheric Physics. T. 131. №2. C. 157-174.

11. Katayev M.Yu., Lukyanov A.K. 2018. Simulation of reflected solar radiation for atmosphere gas composition evaluation for optical remote sensing from space / Light & Engineering. T. 26. №3. C. 14-21.

12. Kelly, N. a., & Gibson, T. L. (2011). Increasing the solar photovoltaic energy capture on sunny and cloudy days. Solar Energy, 85(1), 111–125. doi:10.1016/j.solener.2010.10.015

13. Krivoshein Y.O., Tolstykh A.V., Tsvetkov N.A., Khutornoy A.N. 2020. Mathematical model for calculating solar radiation on horizontal and inclined surfaces for the conditions of Yakutsk / В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2nd International Scientific Conference «Sustainable and Efficient Use of Energy, Water and Natural Resources». С. 012002.

УДК 551.582:616.99

## СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И РИСКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Баринова Г.М., Гаева Д.В., Романчук А.Ю., Ушакова Л.О.**
*Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград, Россия*
*E-mail: ecogeography@rambler.ru*

В настоящее время изменение климата рассматривается наравне с другими факторами риска для здоровья населения. Климатические условия воздействуют на изменение границ и структуру ареалов паразитарных и инфекционных болезней,

передаваемых через воздух, воду, почвы, животных, продукты питания. Одной из актуальных проблем остается эпидемиологическая опасность распространения природно-очаговых инфекций – клещевой энцефалит (КЭ) и иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ), передаваемых клещами J. persulcatus и J. ricinus.

Потепление климата уже оказывает неблагоприятное влияние на состояние здоровья населения и различные стороны эпидемиологических процессов, как в России, так и в странах Европы [1, 2, 8, 15, 18]. Однако в полной мере воздействие экстремальных погодных условий, тепловых волн, проливных дождей на распространенность, передачу клещевых инфекций и тяжесть заболеваний в полной мере не выяснено [9]. В частности показано, что вспышки заболеваемости, вызываемые болезнетворными микроорганизмами переносимыми клещами, могут возникать в ранее неэндемичных районах [17]. Разработанные модели демонстрируют, что потенциальный ареал обитания клеща J. ricinus в Европе продвинулся в более северные широты в Скандинавии, Прибалтике, Беларуси [13]. Результаты исследований показали, что J. ricinus расширил свой ареал в Северной Швеции и стал более многочисленным в Центральной и Южной Швеции, чему способствовал более теплый климат с мягкой зимой и продолжительным вегетационным периодом, обеспечивающий выживание и распространение, как самого клеща, так и хозяев-прокормителей [14].

Представляется важным наличие объективной комплексной информации о механизмах и распространении инфекций, представляющих угрозу здоровью местного населения, туристов с учетом региональных особенностей.

Исследование базируется на долгосрочном мониторинге заболеваемости клещевыми инфекциями населения РФ, отдельных её регионов, в том числе Калининградской области, расположенных в единой ландшафтно-географической зоне – южной тайге. Для суждения о временной динамике проанализированы многолетние данные (1995-2020 гг.) о среднегодовой численности, территориально-временном распределении клещей, стандартизированных показателях заболеваемости населения клещевым энцефалитом (КЭ), иксодовым клещевым боррелиозом (ИКБ) [5].

В Калининградской области, как и на всей территории РФ согласно официальной информации [6] продолжается потепление климата. Однако, характер пространственно-временного хода приземной температуры воздуха, количества осадков имеет региональные особенности [3]. Скорость роста (линейный тренд) средней месячной температуры воздуха в Калининграде демонстрирует значительные сезонные вариации в разные периоды (табл.1).

*Таблица 1.*

**Коэффициенты линейного тренда средней месячной температуры воздуха ($^0$C/10 лет) и количества осадков (мм/10 лет) на станции Калининград в периоды 1980-2010 гг. и 1980-2017 гг.**

| Период/ годы | Январь | | Апрель | | Июль | | Октябрь | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | темпера-тура | осадки | темпера-тура | осадки | темпера-тура | осадки | темпера-тура | осадки |
| 1980-2010 | 0,36 | -0,46 | 0,79 | -1,85 | 0,82 | 12,53 | -0,28 | -5,12 |
| 1980-2017 | 0,65 | -1,12 | 0,56 | -3,67 | 0,54 | 15,68 | -0,29 | -1,31 |

Наибольшая скорость потепления характерна для обоих периодов в январе, апреле и июле. В октябре температура воздуха снижается со скоростью 0,29 $^0$C/10 лет. Наиболее быстрый рост температуры воздуха характерен в январе для периода 1980-2017 гг. и составляет 0,65 $^0$C/10 лет.

Количество выпадающих осадков имеет тенденцию к снижению во все центральные месяцы сезонов года, кроме июля, где коэффициент линейного тренда за

период 1980-2010 гг. составлял 12,53 мм/10 лет, а за период 1980-2017 гг. он увеличился до 15,68 мм/10 лет. На фоне потепления климата наблюдается увеличение частоты и интенсивности экстремальных гидрометеорологических процессов волн тепла, засух, наводнений и др.

В последние десятилетия отмечен рост числа дней с температурой воздуха выше 29,5$^0$С, а также продолжительности опасных эпизодов с экстремально высокой температурой воздуха [7]. К примеру, для аномально теплой зимы 2018-2019 гг. в Калининграде были характерны несколько тепловых волн, с температурой, превышающей средние многолетние значения декабря и января на 6-7$^0$С. Повышение температуры воздуха летом 2006 г. привело к росту зараженности вирусом клещевого энцефалита в 5,2 раза по сравнению с 1999 г. и росту заболеваемости населения КЭ в 4,3 раза.

Калининградская область расположена в Европейской интенсивно освоенной зоне смешанных лесов, где в пределах ландшафтов полого-болотистых равнин преобладают довольно крупные массивы елово-широколиственных местами заболоченных лесов, сельскохозяйственные земли с сенокосными лугами, пастбищами. Лесные биоценозы весьма многообразны, сложны по составу хвойно-широколиственных пород (ель, сосна, дуб, граб, липа, бук, клен, береза и др.), нередко переувлажнены и заболочены в связи с нарушениями эксплуатации мелиоративных систем и недостатком средств для их восстановления, что наряду с высокой влажностью почвы, наличием густого листового опада способствует формированию благоприятного микроклимата, как для иксодовых клещей, так и для их прокормителей - мелких млекопитающих. Таким образом, экосистема выступает совокупным носителем набора специфических, взаимосвязанных предпосылок клещевых инфекций.

Результаты мониторинга количества людей, пострадавших от присасывания клещей, демонстрируют значительную межгодовую динамику с ярко выраженной тенденцией к росту (рис. 1).

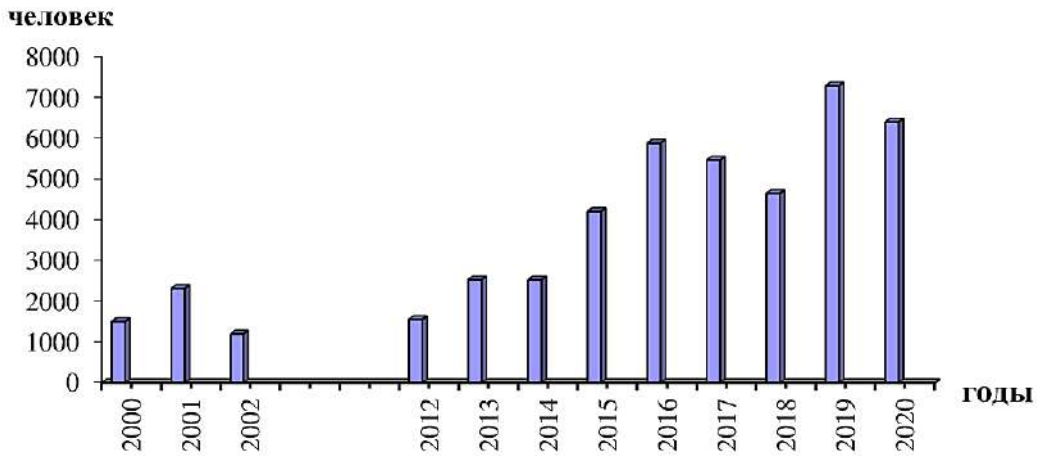



*Рис.1.* Количество человек, пострадавших от присасывания клещей в Калининградской области в период 2000-2020 гг.

Как следует из рисунка, в 2020 г. число пострадавших по сравнению с 2000 г. увеличилось более, чем в 4 раза. Зараженность клещей боррелиями в эпидемиологический сезон 2020 г. составила 15,20%, вирусом клещевого энцефалита - 0,52%, что в пределах многолетних показателей для Калининградской области и значительно выше, чем в Российской Федерации. По данным энтомологического мониторинга период активизации клещей J. ricinus, как правило регистрируется с первой-второй декады марта по октябрь, в отдельные годы он увеличивается. Например,

активизация клещей в аномальном 2020 г. зарегистрирована с 16 января, в 2019 г. – в третьей декаде февраля [5].

Заболеваемость населения иксодовым клещевым боррелиозом и клещевым энцефалитом в Калининградской области регистрируется с 1995 г. В структуре природно-очаговых инфекций удельный вес заболеваемости ИКБ вырос с 26,6% в 1995 г. до 43,6% в 2018 г. Среднегодовой показатель заболеваемости клещевым боррелиозом в последнее десятилетие (2008-2018 гг.) составил 10,5 на 100 тыс. населения, что в 2 раза больше, чем в РФ. Максимальный уровень заболеваемости зарегистрирован в 2013 г. (14,79 на 100 тыс. населения) [5].

В связи с остротой проблемы заболеваемости населения все более актуальным становится вопрос о рисках и путях стабилизации эпидемиологического процесса. Учитывая, что особенностью природно-очаговых инфекций является их приуроченность к определенным условиям, способствующим формированию биотопов благоприятных для существования возбудителей болезней и их переносчиков, обратим внимание на увеличение напряженности очагов инфекций в результате интенсивного техногенного воздействия на ландшафты [11]. Наряду с пожарами, болезнями и вредителями растений в трансформации природных очагов инфекций особое место занимают сукцессионные преобразования лесных биоценозов. К примеру, в Карелии в настоящее время площади коренных типов леса – сосняков, существенно сократились, на их месте формируются «мозаичные лесные ландшафты, создающие благоприятную среду обитания для иксодовых клещей и их прокормителей» [4].

Возможности трансформации существующих, появления новых очагов клещевых инфекций растут также в связи с преобразованием городского пространства – расширением парков, скверов, пригородных рекреационных лесов, садоводческих кооперативов и увеличением их роли как объектов формирования запросов общества на сохранение здоровья. Явно выраженная тенденция роста обращаемости в медицинские учреждения в связи с укусами клещей городского населения свидетельствует об интенсивности циркуляции возбудителей болезней. В Калининградской области число пострадавших от присасывания клещей в городах колеблется в пределах от 19,4% (2020 г.) до 41,2% в 2014 г. Наиболее активные очаги клещевых инфекций локализованы в городах Калининграде, Светлогорске, Ладушкине, в окрестностях которых велика доля садовых участков, парков, пригородных лесов, а также в муниципальных районах (Краснознаменский, Черняховский, Нестеровский), где лесистость колеблется от 37% до 23% и сосредоточены крупные лесные массивы. Менее активные очаги инфекций приурочены к территориям с высокой долей распаханности и заболоченности.

Факторы влияния на распространение иксодовых клещей и заболеваемость населения клещевыми инфекциями в Калининградской области характеризует табл. 2, которая включает два важных аспекта оценки: роль изменения климата и антропогенной деятельности при решении проблем сохранения здоровья населения.

Среди последствий изменения климата большие угрозы для населения приобретают широтные и высотные сдвиги в распространенности клещевых инфекций [10, 12, 15, 17], увеличение длительности сезона активности клещей, что приводит к раннему началу нападения их на людей. Однако, роль климатических факторов в межгодовой и сезонной активности клещей неоднозначна в разных регионах. В частности, результаты моделирования показали, что тенденция повышения активности клещей в Центральной и Южной Германии может наблюдаться при повышении температуры и снижении влажности воздуха. При этих же гидрометеорологических условиях в Северной Германии может происходить снижение активности клещей.

*Таблица 2.*

**Факторы влияния на распространённость иксодовых клещей и заболеваемость населения клещевыми инфекциями в Калининградской области**

| Факторы | | Характер действия факторов |
|---|---|---|
| климатические | Увеличение продолжительности сезона активности клещей | Увеличение риска заболеваемости |
| | Экстремальные погодные условия (волны тепла и др.) | Вспышки заболеваемости |
| | Изменение условий обитания и размножения клещей (длительное переувлажнение и т.п.) | Снижение рисков заболеваемости |
| | Малоснежные зимы с оттепелями | Увеличение риска заболеваемости |
| антропогенные | Сукцессионные преобразования лесных биоценозов | Повышение риска заболеваемости |
| | Расширение очагов инфекций за счёт сельскохозяйственных, в том числе заброшенных пахотных земель | Увеличение риска заболеваемости |
| | Развитие урбанизированных пространств (дачные участки, зоны загородного отдыха и др.) | Благоприятные предпосылки роста заболеваемости |
| | Изменение образа жизни населения (увеличение мобильности, туризм) | Увеличение риска заболеваемости |
| | Проведение акарацидных мероприятий, вакцинация, экологическое воспитание населения | Снижение риска заболеваемости |

При моделировании будущего потенциального распространения клещей вида J. ricinus показано, что в Европе при реализации сценария $A_2$ (2040-2060 гг.) ареал обитания клеща расширится до более северных широт (Скандинавия, Прибалтика) и сократится в других районах, например, в Альпах, Пиренеях и др. В целом возможно расширение среды обитания клеща в Европе на 3,8% [9]. Что касается межгодовых изменений активности клещей, то ожидается, что в середине XXI в. в прибрежных районах Германии она будет повышена [16].

А.Н. Алексеев считает, что в России в связи с потеплением климата изменение структуры растительного покрова приведет к сдвигу южных границ клещевого энцефалита и боррелиоза к северу, в горных районах очаги развития переносчика клещевого энцефалита сдвинутся вверх. Можно ожидать сдвиг ареала наиболее опасного клеща J. persulcatus и продвижение J. ricinus на северо-восток в малонаселенные районы [1].

В связи со сказанным, с одной стороны, стоит задача адаптации к опасным эффектам и метеорологическим явлениям современного изменения климата, с другой - снижения антропогенной нагрузки на геосистемы, проведения широких акарацидных мероприятий, вакцинации населения, повышения уровня образования, медицинской и экологической грамотности населения.

## Список литературы

1. Алексеев А.Н. Влияние глобального изменения климата на кровососущих эктопаразитов и передаваемых ими возбудителей болезней // Вестник РАМН. 2006. № 3. С. 22-25.

2. Баринова Г.М., Кохановская М.И. Изменения климата и динамика природноочаговой заболеваемости населения в Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2011. Вып.7. С.36-44.

3. Баринова Г.М., Гаева Д.В., Гаев Т.В. Геосистемные подходы к управлению агроландшафтами в условиях изменения климата // Современное ландщафтно-

экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: Материалы XIII Международной ландшафтной конференции, Воронеж, 14-17 мая 2018 г. – Воронеж: ИСТОКИ. 2018. Т.2. С.146-147.

4. Беспятова Л.А., Бугмырин С.В., Коротков Ю.С. и др. Природные очаги клещевого энцефалита на северо-западной периферии обитания таежного клеща (Ixodes persulcatus Schulze, 1930) // Труды Карельского научного центра РАН. №4. 2009. С.96-101.

5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Калининградской области в 2020 году». – Калининград. 2021. 255 с.

6. Доклад об особенностях климата на территории России за 2020 г. – М.: Росгидромет. 2021. 104 с.

7. Калининградская область. Природные условия и ресурсы: рациональное использование и охрана: монография / Под ред. Г.М. Федорова. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта. 2016. 224 с.

8. Мамчиц Л.П., Бортновский В.Н., Чайковская М.А. Лайм-боррелиоз: характеристика эпидемической ситуации в Республике Беларусь // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2017. 21 (3). С. 94-100.

9. Alkishe, A.A., Peterson, A.T., Samy, A. Climate change influences on the potential geographic distribution of the disease vector tick ixodes ricinus // PLoS ONE. 2017. 12(12).

10. Boeckmann, M., Joyner, T.A. Old health risks in new places? An ecological niche model for I. ricinus tick distribution in Europe under a changing climate // Health and Place. 2014. 30. P.70-77.

11. Ehrmann, S., Ruyts, S.C., Scherer-Lorenzen, M., Bauhus, J., Brunet, J., Cousins, S.A.O.,….Liira, J. Habitat properties are key drivers of borrelia burgdorferi (s.l.) prevalence in ixodes ricinus populations of deciduous forest fragments // Parasites and Vectors. 2018. 11(1). P.1-15.

12. Gilbert, L. Altitudinal patterns of tick and host abundance: A potential role for climate change in regulating tick-borne diseases? // Oecologia. 2010. 162(1). P.217-225.

13. Gilbert, L., Aungier, J., Tomkins, J.L. Climate of origin affects tick (ixodes ricinus) host-seeking behavior in response to temperature: implications for resilience to climate change? // Ecology and Evolution. 2014. 4(7). P.1186-1198.

14. Jaenson, T.G.T., Jaenson, D.G.E., Eisen, L., Petersson, E., Lindgren, E. Change in the geographical distribution and abundance of the tick ixodes ricinus during the past 30 years in Sweden // Parasites and Vectors. 2012. 5(1).

15. Jore, S., Viljugrein, H., Hofshagen, M., Brun-Hansen, H., Kristoffersen, A.B., Nygard, K.,…Ytrehus, B. Multi-source analysis reveals latitudinal and altitudinal shifts in range of ixodes ricinus at its northern distribution limit // Parasites and Vectors. 2011. 4(1). P. 84-95.

16. Paeth, H., Stender, F., Aich, V., Machel, H. Changing climatic boundary conditions for ticks in central Europe // Advanced Science Letters. 2012. 5(1). P. 149-154.

17. Porretta, D., Mastrantonio, V., Amendolia, S., Gaiarsa, S., Epis, S., Genchi, C.,….Urbanelli, S. Effects of global changes on the climate niche of the tick ixodes ricinus inferred by species distribution modeling // Parasites and Vectors. 2013. 6(1).

18. Rosa, R., Andreo, V., Tagliapierta, V., Barakova, I., Arnoldi, D., Hauffe, H.C.,….Rizzoli, A. Effect of climate and land use on the spatio-temporal variability of tick-borne bacteria in Europe // International Journal of Environmental Research and Public health. 2018. 15(4).

УДК 551.43

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ АЛЕКСЕЕВСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Белоусова Л.И.[1], Дроздова Е.А.[1], Киреева-Гененко И.А.[1, 2]**

*[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*[2]Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Белогорье», г. Белгород, Россия*

*E-mail: belousova_l@bsu.edu.ru, drozdova@bsu.edu.ru, genenko@bsu.edu.ru*

Взаимоотношения в системе «общество-природа» на современном этапе развития Белгородской области, в частности Алексеевский район четко определяют необходимость в детальных оценках степени антропогенного прессинга на элементы и комплексы окружающей среды в целях поддержания благоприятной окружающей среды.

Алексеевский район находится на востоке Белгородской области, площадь – 1765,09 км² и имеет протяженность с запада на восток – 42 км, с севера на юг – 68 км, в настоящий момент имеет официальное название – Алексеевский городской округ, с административным центром в г. Алексеевка. Исторически образован как казачья слобода в 1685 г [14].

Кроме административного центра – города, в состав образования входят 90 населенных пунктов и 20 сельских поселений. В состав Белгородской области район вошел в 1954 г., а рабочий поселок Алексеевка был преобразован в город. В настоящее время, на востоке район граничит с Воронежской областью, остальные границы проходят смежно с Красногвардейским, Вейделевским и Ровеньским районами нашей области (рис. 1.), в существующих границах район находится с 1991 года [12].

*Рис. 1.* Алексеевский района на карте Белгородской области

Индикаторами природоохранного индекса являются: атмосфера, воздух; водные ресурсы, вода; земельные ресурсы, почва; ООПТ; биоресурсы; климат.

В соответствии с неотектоническим районированием территория Белгородской области находится преимущественно в пределах Среднерусского мегаблока Воронежской антеклизы.

Белгородская терраса включает структуры 4-го ранга: Ракитянское поднятие и Грайворонскую структурную террасу, разделенные Ворсклинским прогибом. Кшень-

Оскольский блок располагается в пограничье Среднерусской антеклизы и Окско-Донской впадины. В неогенчетвертичном структурно-вещественном комплексе он выражен структурной террасой, высота вершинной поверхности которой испытывает значительные колебания (от 210 до 240 м) [13].

Н территории Алексеевского района поймы рек Тихая Сосна и Черная Калитва, и днища крупных элементов овражно-балочной сети представлены отложениями меловой системы, мелами и мергелями коньякского яруса до 60 м, мелами и алевритами кампанского яруса до 170, отложениями туронского яруса, водоразделя слагают пески нижнемиоценового периода до 15 м [18].

Мощности неоген-четвертичных отложений изменяются в широких пределах (от нескольких метров над локальными поднятиями до 50 м в локальных впадинах). В юго-восточную часть Белгородчины заходит Острогожское поднятие Юго-восточного блока Среднерусского мегаблока, отчетливо выраженное в гипсометрии вершинной поверхности высотами, изменяющимися от 200 до 230 м (рис. 2). Поднятие характеризуется повышенными мощностями новейших отложений (в среднем 20-30 м) [6].

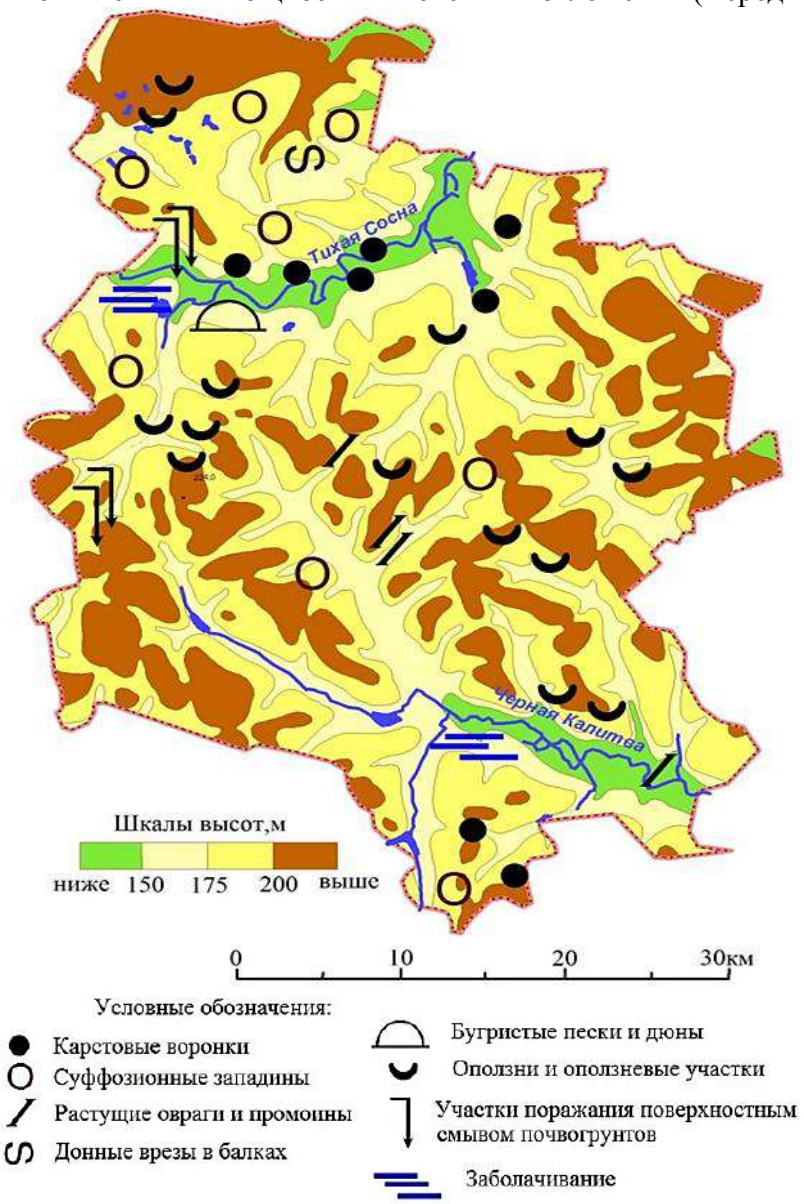



*Рис. 2*. Рельеф и экзогенные геологические процессы Алексеевский район Белгородской области (выполнено на основе данных [6])

Максимальные высоты на территории Алексеевского района колеблются в пределах 200-250 м, минимальные достигают 70 м, преобладают склоны крутизной 1-3$^0$, при этом территория района характеризуется большей крутизной, чем на западе области, что предопределяет более активное развитие водно-эрозионных форм. Рассматриваемый Алексеевский район характеризуется максимальным для области расчленением рельефа с перепадами в 80-100 м. Протяженность эрозионных форм от 1 км/км², в южной части района можно отметить наиболее выраженное расчленение в районе сел Гезово, Щербаково, Гарбузово и Тепинка (до 1,2-1,5 км/км²) [6, 20].

Среди опасных геоморфологических процессов на территории Алексеевского района активно представлены карстовые воронки и фрагментарно бугристые пески и дюны в пойме р. Тихая Сосна, суфозионные западины тяготеют к северной и частично центральной части района, оползни характерны для крупных овражных комплексов, единичны донные врезы балок и заболачивания по поймам рек, как показано на рис. 2. В большей степени страдают от эрозии почвы восточные и юго-восточные районы, в том числе Алексеевский, в котором эродированные земли занимают 60-73% площади сельскохозяйственных угодий (табл. 1.). Интенсивное эрозионное расчленение является одним из главных показателей неблагоприятного эколого-геоморфологического состояния территории района (табл. 2.).

*Таблица 1.*

**Пораженность территории административных районов эрозией (в числителе – пораженность в км$^2$, в знаменателе – то же в % от площади района) [4]**

| Административный район | Площадь района, км$^2$ | Пораженность территории эрозией | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | общая | сильная | средняя | слабая |
| Алексеевский | 1765,1 | 1150 / 65 | 230 / 13 | 575 / 32 | 345 / 20 |
| Всего по Белгородской области | 27133,5 | 16200 / 60 | 4070 / 15 | 6881 / 25 | 5249 / 20 |

*Таблица 2.*

**Пораженность территории административных районов оползнями (в числителе пораженность в км$^2$, в знаменателе-то же в % от площади района) [4]**

| Административный район | Площадь района, км$^2$ | Пораженность территории оползнями | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | общая | сильная | средняя | слабая |
| Алексеевский | 1765,1 | 184 / 10,4 | 74 / 4,2 | 92 / 5,2 | 18 / 1,0 |
| Всего по Белгородской области | 27133,5 | 2500 / 9,2 | 933 / 3,4 | 879 / 3,2 | 688 / 2,6 |

Географическое положение определяет климат всей Белгородской области и в том числе Алексеевского района

Территория области характеризуется как зона умеренно-континентального климатического пояса, с преобладанием западного переноса воздушных масс, с периодическими заходами арктических и тропических воздушных масс, периодически отмечаются арктические и полярные циклоны [18].

Для территории рассматриваемого Алексеевского района в большей степени характерны циклоны, идущие с запада на восток, в зимний период преобладают западные ветра, в летний – северо-западные. Изотерма июля, составляет 21$^0$ и проходит

с северо-запада на юго-восток, январские изотермы не превышают $5,5^0$, среднегодовая изотерма проходит по юго-западной части района и составляет $7,5^0$. Подобное размещение изотерм предопределяет неравномерное снеготаяние в различных частях района [6].

Основные климатические параметры, рассматриваемые для Алексеевского района (по метеостанции г. Новый Оскол) следующие: средняя температура – $7^0$ С, средний максимум – $11,3^0$ С, средний минимум – $2,5^0$ С, среднемесячный максимум июля – $26,3^0$ С, среднемесячный минимум января – минус $10,8^0$ С, среднегодовое количество осадков – 532 мм, с максимумом в июне и июле по 63 мм и минимумом – 32 мм в феврале. Продолжительность периода с температурами выше +10 °С составляет 150-158 дней [2].

Таким образом, общие черты климата района можно описать следующим образом: лето довольно жаркое и засушливое, зима морозная, среднегодовые амплитуды температур до $40^0$ С. Первый снег выпадает в октябре- ноябре, а устойчивый снежный покров появляется в конце декабря – начале января и обычно достигает 25 см. В целом Алексеевский район, как и другие восточные районы области выделяются большей засушливостью, чем западные, что тем не менее, позволяет выращивать такие культуры как подсолнечник и виноград.

В агроклиматическом плане Алексеевский район относится к III агроклиматическому району, с ГТК от 1 до 0,8 и суммой температур воздуха за период с t более $10^0$ С от 2800 и более и суммой осадков за этот период от 230 до 260 мм. Из культур, подлежащих выращиванию озимые культуры, гречиха, картофель, горох, свекла, подсолнечник, кукуруза позднеспелая, томаты, можно выращивать сорго, виноград [6].

В начале XXI в. в регионе отмечено уменьшение степени увлажненности – для всей области показатель увлажнения был ниже 1, что соответствует слабо засушливым условиям. Сравнение двух периодов (конец XX в. и начало XXI в.) показало снижение частоты случаев оптимального увлажнения территории в вегетационный период с 38 % до 21 % случаев на юго-востоке территории, с 38 % до 29 % – в центре области и с 31 % до 21 % – на северо-востоке территории [6].

На качественное состояние воздуха в Алексеевском районе большое влияние оказывают не только природные факторы, такие как лесные пожары и пыльные бури, но и техногенные, к которым относятся выбросы вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями района.

Вызывает озабоченность неудовлетворительное состояние поверхностных и подземных вод Белгородской области в целом и Алексеевского района, без чего невозможна наша жизнь, хозяйственная деятельность и функционирование всего живого.

Территория Белгородской области традиционно относится к маловодным зонам России, на долю поверхностных вод приходится менее1% от площади области, используются частично для питьевых и хозяйственных нужд, в большей степени в сельскохозяйственной отрасли и для рекреации и рыболовства [11].

Все поверхностные водные объекты Алексеевского район относятся к бассейну р. Дон. Гидрографическую сеть района слагают: сама крупная река района – Тихая Сосна (с бассейном реки 4 порядка), ее приток р. Усердец (бассейн 5 порядка), на юге района р. Черная Калитва и ее притоки с бассейны 5 и 4 порядков соответственно; более мелкие водотоки (реки, постоянные и временные ручьи) слагают бассейны 6 порядка, в том числе Камышенка, Ключка, Ольшанский Яр, Кобылий Лог, Калитва, Сухой Яр.

При анализе долинной структуры р. Тихая Сосна можно отметить, что она характеризуется левосторонней асимметрией в связи с широтным направлением течения и влиянием фактора инсоляции: в весенний период таяния снегов лучше прогреваемые

левые берега в большей степени, чем правые, подвергаются водной эрозии [1]. Пойма р. Тихой Сосны четко выражена в плане. В верховье ее ширина составляет 100-300 м, в среднем течении, у с. Рыбное, приближается к 1 км, в некоторых местах расширяется до 4-6 км, при впадении в р. Дон ширина может достигать 8 км. Левый склон является более крутым с выступами меловых обнажений, а правый более пологий. Растительность в основном луговая, также в пойме имеются заболоченные территории (см. рис. 2.).

Русло р. Тихой Сосны извилистое, в некоторых местах разделяется на рукава. Скорость течения реки составляет 0,1-0,2 м/с (табл. 3.), относится к разряду «спокойных». Для р. Тихой Сосны характерен смешанный тип питания, в период весеннего половодья – снеговое, а в период летней межени – подземное [9].

*Таблица 3.*

**Сведения о водности и гидрологических показателях [39]**

| Наименование водного объекта – пост | Средне-годовой расход воды за 2018 г., м$^3$/с | Средне-годовой расход воды за 2017 г., м$^3$/с | Средне-годовой расход воды на 2016 год, м$^3$/с | Средне-годовой расход воды за многолетие, м$^3$/с | Отклонение, % | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | От 2017 года | От много-летия |
| р. Тихая Сосна – г. Алексеевка | 7,62 | 6,36 | 5,98 | 5,95 | 119 | 127 |
| | Расход воды средне-годовой, м3/с, | Расход воды макси-мальный, м$^3$/с. (дата или период наблюдения) | Расход воды мини-мальный, м3/с. (дата или период наблюдения) | Уровень воды относи-тельный средне-годовой, см | Уровень воды относи-тельный макси-мальный, см | Уровень воды относи-тельный мини-мальный, см |
| | 7,62 | 37,5 (10.04) | 4,55 (20.01) | 110 | 261 (10.04) | 72 (20.01) |

Река Камышенка (Ольшанка) – левый приток р. Тихая Сосна, бассейн 4 порядка, имеет длину 21 км (на территории области), и площадь бассейна 561 км$^2$, исток реки расположен в Красногвардейском районе (с. Камышенка), впадает в левобережье р. Тихая Сосна. Долина реки отличается ящикообразной формой. Значительно изрезанной оврагами, средняя ширина днища реки 0,5-0,8 км, пойма фрагментарно заболочена, река не глубокая, в среднем 1,5 м, с шириной в 10 м. Высокий уровень воды, обычно, бывает в марте-апреле, а межень приходится на июль-август.

Река Черная Калитва – правый приток Дона, после р. Тихой Сосны вторая по длине в районе, с длиной в 162 км (на территории района – 43 км) и площадью водосбора – 5750 км$^2$. Свой исток река берет на территории Алексеевского района (с. Власово), устье реки находится на 1105 км ниже.

Гидрографическая сеть Алексеевского района кроме рек состоит из ручьев (постоянных и пересыхающих), в ряде балок размещены пруды, их численность 127, есть 2 реликтовых озера-старицы, три водохранилища, 95 родников, из них 32 оборудованы [7].

На территории Белгородской области выделены три почвенных округа: Западный, Центральный и Юго-Восточный. Структура почвенного покрова области представлена сложными сочетаниями пятнистостей, простых сочетаний, комплексов и гомогенных ареалов почв водоразделов с их эродированными аналогами склонов, почвами балок, террас и пойм [19].

Территория Алексеевского района относится, преимущественно к центральному почвенному округу, и только небольшая южная часть района в правобережье р. Черная Калитва попадает в зону юго-восточного почвенного округа [6].

Центральный почвенный округ в составе Алексеевского района отличается преобладанием черноземов солонцевато-карбонатных, солонцевато-карбонатно-меловых с преобладанием черноземов типичных – они приручены к междуречьям р. Тихая Сосна и Черная Калитва, в левобережье р. Тихая Сосна представлены лесные почвы с преобладанием темно-серых лесных почв, именно здесь находится крупный лесной массив с преобладанием дуба – остатки дубрав предыдущих эпох. Территория этого почвенного района отличается высокой степенью расчлененности и эрудированностью, до 60% площади земель подвержены эрозии, особенно ярко этот процесс проявляется на серых лесных и карбонатных почвах [21].

Черноземного солонцевато-карбонатно-мелового с преобладанием черноземов обыкновенных характерны для юго-восточного почвенного района, представляют собой сложные пятнистости и комплексы черноземов обыкновенных, карбонатных, солонцов. Кроме того, широко представлены овражно-балочные почвы [10].

В соответствии с классификацией почвенно-эрозионного районирования часть Алексеевского района севернее р. Тихая Сосна входит в Северно-Восточный район сильного смыва и сильной зараженности, отличающийся преобладанием склонового типа местности, глубинами местных базисов эрозии до 150 м, в почвенном покрове черноземы типичные и выщелоченные в сочетании с серыми лесостепными почвами и черноземами карбонатными, остаточно-карбонатными на мелу и солонцеватыми. Площадь смытых почв составляет 60 %, в том числе средне- и сильносмытых – 22 %.

Остальная часть Алексеевского района относится к юго-восточному району очень сильного смыва почв и сильной заовраженности, отличающегося эрозионным рельефом. Преобладает склоновый тип местности, пространства с уклоном 0-2° занимают лишь 30 %, 2-3° – 29 %, 3-5 – 21 % и более 5° – 20 %; расчлененность территории составляет 1,5 км/км$^2$, глубина местных базисов эрозии достигает 136 м, площадь оврагов 1,2 %. В структуре почвенного покрова преобладают черноземы обыкновенные, часто карбонатные и солонцеватые в сочетании с типичными и остаточно-карбонатными на мелу. Смытые почвы занимают 62 % площади, н том числе средне- и сильносмытые – 24 % [6, 18].

Предотвращение водной эрозии и создание эрозионно-устойчивых агроландшафтов - это основная задача практиков и ученых области.

Животный и растительный мир Алексеевского района предопределяется спецификой ландшафтных комплексов, в которых обитают виды, современными местообитаниями диких видов являются овраги и балки, неудобья, где хозяйственная деятельность не может быть проведена, лесах, неосвоенных лугах и болотах сохраняются разнообразные флористические и фаунистические комплексы района.

На территории района произрастают разнообразные краснокнижные виды: ковыль Лессинга, сон-трава, хохлатка Маршала, эфедра двухколосная, углостебельник татарский, незамеченный мускари, адонис весенний, первоцвет весенний, кувшинка белая, лук неравный и желтеющий, подъельник обыкновенный, осока низкая, двурядник меловой, терескен обыкновенный [17].

Фауна района менее разнообразна, чем более западных территориях, это объясняется не только природно-климатическими особенностями, но и тем, что в район лишь один крупный лесной массив, что затрудняет рассредоточение видов и миграцию по территории Алексеевского района.

В реках района обитает более 30 видов рыб, такие семейства как щучьи, миноговые, сомовые, карповые, окуневые, вьюновые, банковые. Наиболее распространенные: сазан, плотва, толстолобик линь, язь, окунь, карась, вьюн, красноперка, ерш, щука, черный и белый амур.

В Алексеевском районе можно встретить 200 видов птиц, из которых. 15 – зимующие, 41 вид прилетные, 7 залетных и 150 гнездящихся видов птиц; 60 видов млекопитающих, и примерно 12 тыс. разнообразных видов насекомых, пауков, ракообразных и моллюсков [14].

Среди обитателей район 40 видов занесены в Красную книгу Белгородской области, а именно, черный аист, выхухоль, змееяд, цапля, скопа, стрепет, белый сапсан, дрофа, пискун, шмели и другие, в том числе и 20 видов из Красной книги России [17].

Для оценки современной ландшафтной структуры Алексеевского район необходимо провести ретроспективный анализ ландшафтов предыдущих эпох для того, чтобы понимать направления развития природно-ландшафтного фона и оценивать его состояние и возможные деградационные процессы.

Лесостепная часть области, к которой относится и рассматриваемый Алексеевский район – это зона широкого произрастания древних дубрав, с ориентировочным временем их образования в 4 тыс. лет назад, когда климат стал заметно влажнее и леса стали распространяться из верховьев балок и склонов речных долин на водоразделы. Под этими лесами сформировались серые лесные почвы. Под более молодыми дубравами, образованными в еще более влажной обстановке последних 1500 лет, распространены деградирующие черноземы, которые ранее развивались под степями. Времени нахождения этих черноземов под дубравами оказалось недостаточно для их полной трансформации в серые лесные почвы [15].

Дубравы характеризовались самыми разнообразными размерами деревьев, однако роль доминантов принадлежала дубам-долгожителям. В бассейнах рек Тихая Сосна и Черная Калитва в XVII в. произрастали леса, на значительном протяжении представлявшие собой очень густые, местами непроходимые чащи. Общие запасы растительной массы в этих лесах достигали 1000 т/га [3].

Обширных степных пространств в Алексеевском районе, по-видимому, не было. При описании степных обстановок обязательно указывалось наличие в окрестностях степей небольших лесков байрачного типа, которые маркировали собой вершины балочных систем. В лесостепной части Белгородской области выделены группы ландшафтов с относительно большей долей байрачных и водораздельных лесов среди лугово-разнотравных степей и ландшафты открытого типа с редко встречавшимися байрачными лесами [6].

Пойменно-террасный тип ландшафтов на древнеаллювиальных песках был представлен сочетаниями сосновых боров, ольховых лесов и разнотравно-злаковых степей. Песчаные террасы Тихой Сосны на значительном протяжении были покрыты сосновыми лесами, чередующимися с дубовыми «черными» лесами и редкодубами. У самой воды в поймах рек обязательным компонентом ландшафта были ивовые и ольховые леса. Между лесостепью и степью существовала полоса перехода (буферная зона) шириной 25-35 км, часть этой зоны приходилось на южную часть Алексеевского района. В условиях более засушливого климата, выделены две группы природных комплексов: байрачные дубравы на черноземах в сочетании с разнотравно-ковыльными степями на лесостепных и степных подтипах черноземов, а также степи на черноземах лесостепного и степного генезиса с редкими байрачными лесами и дерезняками [3].

Оценка современного ландшафтного фона Алексеевского района показывает, что от дубрав предыдущих эпох на территории Алексеевского района сохранился крупный лесной массив в верховье р. Тихая Сосна (здесь облесение достигает 11-13 %). В тоже время остальная часть русла реки облесена гораздо ниже, чем аналогичные реки в области, в среднем течении современная лесистость не выше 7-9 %. Покрытых лесом земель в Алексеевском районе 10497 га (5,95 % площади района), и на долю лесных насаждений, не входящих в лесной фонд, приходится 6205 га, это 3,52 % площади района.

В современной ландшафтной структуре района более 75 % территории приходится на агроландшафтны на плакорах и слабонаклонных склонах, более крутосклонные участки заняты балочными комплексами с разнотравно-злаковой и смешенной древесной растительностью, на долю максимально преобразованных, селитебных ландшафтов приходится до 9 % площади района (табл. 4.) [6].

*Таблица 4.*

**Распределение земельного фонда Алексеевского района по категориям земель (на 2017 г.) [6]**

| Категория земель | Площадь, тыс. га | Площадь, % |
|---|---|---|
| Сельскохозяйственного назначения | 149,3 | 84,6 |
| Населенных пунктов | 16,3 | 9,2 |
| Промышленности | 1,3 | 0,7 |
| Земли лесного фонда | 9,6 | 5,4 |
| Итого | 176,5 | 100 |

Примечание: на долю земель ООПТ, запаса и водного фонда приходится менее 0,001 тыс. га.

На территории Алексеевского района размещены три ботанических заказника: Корабельная дубрава и Меловая гора в пойме р. Тихая Сосна и ур. Попов Лес южнее г. Алексеевка; памятник природы Колтуновский и комплексный заказник «Варваровский» в долине р. Черная Калитва.

Ключевые (наиболее репрезентативные ООПТ регионального значения) Алексеевского района:

1) окрестности с. Ковалево, 348 га, ковыльно-разнотравная степь;

2) на западном въезде в г. Алексеевка, 10 га, кальцефитный луг;

3) Городищенское лесничество, кв. 61-62, 127 га, генетический резерват дуба черешчатого;

4) 4 км восточнее-юго-восточнее с. Варваровка, до 400 га, сочетание кальцефитных лугов, степей, древесно-кустарниковых зарослей;

5) участок между с. Колтуновка – с. Дальнее Чесночное – с. Ближнее Чесночное, левобережные склоны р. Тихая Сосна, около 200 га, разнотравно-ковыльная степь [6].

Основная часть рекреационных объектов природного характера сосредоточена в пойме р. Тихая сосна, а точнее в ее восточной части, центральная часть района интенсивно освоена, природные ландшафты здесь практически отсутствуют.

Если в целом оценивать экологические проблемы Алексеевского района, то к природным особенностям, которые оказывают непосредственное влияние на экологическое состояние территории, относятся несколько факторов:

Расположение в пределах Воронежской антеклизы. На данном участке фундамент (докембрийский) максимально приближен к поверхности. Это особенность позволяет открыть масштабную добычу полезных ископаемых, которые сосредоточены в кристаллическом фундаменте этой платформы. Так обусловливается техногенное влияние, которое связано с добычей полезных ископаемых.

Географическим положением на юго-западном склоне Среднерусской возвышенности. При условии присутствия вокруг осадочных пород, а также из-за открытости местности и низкой лесистости происходит сильная эрозия почвы, органические и минеральные вещества выносятся на поверхность. Все эти составляющие, в конечном счете, нарушают экологическое равновесие в регионе.

Особенности при циркуляции атмосферы. Зимой преобладают восточные ветры, а летом – западные и северо-западные. Все это приводит к загрязнению воздуха, которое происходит не только из-за собственных источников, но и из-за веществ, попадающих из стран ближнего и дальнего зарубежья. Несколько улучшает ситуацию водные ресурсы

региона. Район находится на Русской равнине, в той части водораздела, которая практически полностью защищена от проникновения загрязняющих веществ водным путем. Обратная сторона, это маловодные реки реки, поэтому режим водоохранных зон регулярно нарушается, а низкая лесистость приводит к заилению многих водоемов и русел рек. Еще одним фактором, влияющим на экологические проблемы Алексеевского района, является его расположение в зоне лесостепей, в которых распространены черноземные почвы. Они удерживают радионуклиды и другие загрязнители. А это приводит к скоплению вредных и загрязняющих веществ.

Белгородская область, в целом, и изучаемый Алексеевский район в частности, являются староосвоенными, густозаселенными территориями и требуют проведения систематических геоэкологических исследований на разных иерархических уровнях, как региональном, так и локальном [5, 8, 16]. Именно состояние природной среды регионов влияет на различные стороны хозяйственного и социального развития территорий.

## Список литературы

1. Авилова О.Н., Петин А.Н., Петина В.И. Влияние антропогенных изменений окружающей среды на здоровье населения Белгородской области // Региональное природопользование и экологический мониторинг: Тез. докл. регион, конф. Барнаул, 1996. – С. 216-218

2. Агроклиматические ресурсы Белгородской области. - Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 91 с.

3. Алехин В.В. Растительный покров степей Центрально-Черноземных областей. Воронеж, 1925. – 102 с.

4. Белоусова Л.И., Киреева-Гененко И.А., Петина В.И., Шевченко В.Н., Фурманова Т.Н. Оценка эколого-геоморфологической опасности территории Белгородской области // Научное обозрение. Науки о Земле. – 2013. – №5. – С. 12-13;

5. Вендина Т.Н. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Белгородской области // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях Материалы VIII Международной научной конференции. – Белгород, 2019. – С. 105-109.

6. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство / отв. ред. Корнилов А.Г. – Белгород: КОНСТАНТА, 2018 – 200 с.

7. Дегтярь А.В., Григорьева О.И., Татаринцев Р.Ю. Экология Белогорья в цифрах: монография – Белгород: КОНСТАНТА, 2016. – 122 с.

8. Корнилов А.Г., Петин А.Н., Назаренко Н.В. Проблемы экологической безопасности Белгородской области и управления рациональным природопользованием // Проблемы региональной экологии. 2005. – №6. – С. 38-49

9. Курепина В.А., Марыныч С.Н., Корнилов А.Г. Азотное загрязнение водных объектов Алексеевского района Белгородской области // Современные тенденции развития аграрного комплекса. 11-13 мая 2016 г. в с. Соленое Займище на базе ФГБНУ «Прикаспийского НИИ аридного земледелия». 2016 г. – С. 52-55.

10. Лисецкий Ф.Н., Петина В.И., Петина А.Н. Интегральная экологическая оценка структуры земельного фонда Белгородской области // Региональные проблемы прикладной экологии: Тез. докл. Всеросс. научн. конф., Белгород: Изд-во БелГУ, 1998. – С. 38-39

11. Лисецкий Ф.Н., Дегтярь А.В., Буряк Ж.А. [и др.] Реки и водные объекты Белогорья: под ред. Ф.Н. Лисецкого; ВОО «Рус. геогр. о-во, НИУ «БелГУ». – Белгород: КОНСТАНТА, 2015. – 362 с.

12. Лукьянов А.И. Кряженков А.Н. Город на Тихой Сосне – Алексеевка, Белгород, 2005. – 175 с.

13. Мильков Ф.Н. Типы местности и ландшафтные районы ЦентральныхьЧерноземных областей / Известия Всесоюзного геогр. общ-ва. 1954, Т. 86. Вып. 4. - с. 336-346

14. Официальный сайт органов местного самоуправления. Алексеевский район и г. Алексеевка. – URL: http://www.adm-alekseevka.ru/adm/ (дата обращения 03.04.2020)

15. Петин А.Н. Чендев Ю.Г. Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов (на примере Белгородской области). -М.: Изд-во МГУ, 2006. -124 с.

16. Петина В.И., Гайворонская Н.И. Эколого-геоморфологический анализ экзоморфогенеза территории Белгородской области // Проблемы региональной экологии. 2005. - №6. - с. 62-68

17. Присный А.В. Красная Книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание: Общ. Науч. Ред. - Белгород, 2004. – 264 с.

18. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / Авраменко П.М., Акулов П.Г., Атанов Ю.Г. [и др.]. – Белгород:, 2007 – 556 с.

19. Соловиченко В.Д., Лукин С. В., Лисецкий Ф.Н., Голеусов П.В. Красная Книга почв Белгородской области / Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. -139 с.

20. Хрисанов В.А. Петин А.Н., Яковчук М.М. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области: Учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2000. – 245 с.

21. Хрисанов В.А., Бахаева Е.А. Современные геоморфологические процессы на территории Белгородской области и их антропогенная активизация // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. № 15 (110). – С. 209-216.

УДК 911.52

# ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВЫСОТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАВНИННЫХ ЛАНДШАФТОВ

**Горбунов А.С., Михно В.Б., Быковская О.П.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*

*E-mail: gorbunov.ol@mail.ru*

Проблема организации ландшафта, как сложной парадинамической системы в последние годы активно обсуждается в научной литературе, о чем свидетельствуют многочисленные работы, посвященные данной тематике. При этом термин ландшафтной организации понимается довольно широко: от ландшафтного устройства конкретной территории, до процессов формирующих ландшафт как систему. По нашему мнению, организацию в первую очередь следует рассматривать как процесс, имеющий множественные механизмы, в результате действия которых формируется определенные ландшафтные структуры.

В механизмах организации ландшафта особая роль отводится факторам, влияющим на ландшафтообразующие процессы и структуры. В их числе большое значение имеют изменения абсолютных и относительных высот местности. В горах они способствуют образованию высотной поясности и ярусности горных стран. На равнинах проявляются в виде внутризональной *вертикальной дифференциации ландшафтов* [7], склоновой микрозональности [8], формировании звеньев ландшафтных катен [9], ландшафтных ярусов [10] и уровней [11] и др.

Общая методология исследования базировалась на следующих положениях: 1) высотная дифференциация ландшафтов равнинных территорий – универсальное свойство качественного изменения геосистем в зависимости от различий рельефа и, прежде всего, его абсолютных и относительных высот. Несмотря на внутризональный характер, она находит достаточно яркое отражение в структуре и динамике геосистем и, таким образом, выступает в качестве индикатора трансформации зональных ландшафтов; 2) высотная дифференциация ландшафтов есть результат изменения интенсивности вертикальных потоков в ландшафтной сфере и, в первую очередь вызванных гравитационной энергией; 3) высота местности во многом предопределяет инвариантные свойства ландшафтов, скорость вещественно-энергетических потоков и направленность ландшафтообразующего процесса и, как следствие этого, на разных высотных срезах формируются разные ландшафтные рисунки [15]; 4) высотная дифференциация ландшафтов – полимасштабное явление, свойственное геосистемам различного таксономического ранга; 5) в процессе вертикальной трансформации рельефа образуются высотно-ландшафтные системы, *которые представляют собой динамически и морфологически единые группы ландшафтов различного таксономического ранга, имеющие общее высотное положение и сформировавшиеся вследствие совместного проявления двух основных направлений физико-географического процесса: горизонтального и вертикального.*

В качестве территории исследования был выбран хорошо изученный в ландшафтном отношении регион России – Центральное Черноземье (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская области). Территория почти полностью располагается в пределах лесостепной зоны Русской равнины, провинциях Среднерусской, Приволжской возвышенностей и Окско-Донской равнины (лишь небольшая часть юга Воронежской области по схеме районирования Ф.Н. Милькова относится к северной степи). Провинциальные различия в орографическом плане предопределили существование здесь внутризональной высотной дифференциации равнинных ландшафтов.

На первом этапе для проведения исследования на территорию Воронежской области в программе Saga GIS была подготовлена ЦМР с разрешением в 10 м. Для Центрального Черноземья использовалась гидрологически скорректированная модель рельефа с разрешением 30 м, созданная D. Yamazaki [14]. В дальнейшем по обоим моделям были рассчитаны показатели морфометрии рельефа: (экспозиция, крутизна, общая, профильная, плановая, продольно-поперечная кривизна, позиционный индекс, индекс расчлененности рельефа, глубины долин, превышение водоразделов над тальвегами, водосборные площади, глубины замкнутых понижений), которые с определенной долей уверенности можно отнести к факторам, определяющим интенсивность ландшафтообразующих процессов. Для характеристики самих процессов на основе уже созданных моделей были рассчитаны следующие показатели: индекс развития плоскостного смыва, индекс линейной эрозии, индекс сноса и аккумуляции вещества, топографический индекс влажности, суммарная, прямая, рассеянная и фотосинтетически активная солнечная радиация, слой поверхностного стока и его работа.

На втором этапе на полученные модели были наложены сетки оперативно-территориальных единиц разной размерности: 25 на 25 км и 10 на 10 км – для Центрального Черноземья, 5 на 5 км и 1 на 1 км – для Воронежской области. Значения показателей из моделей (максимальные, минимальные, средние, дисперсия и разброс) были внесены в базу данных оперативно-территориальных единиц, после чего с помощью множественного регрессионного анализа были установлены зависимости между изменениями высот местности и значениями смоделированных показателей.

Для выявления текстурных особенностей ландшафтных рисунков использовались ландшафтная карта вариантов типов местности Центрального Черноземья, масштаба 1:500 000 и ландшафтная карта Воронежской области масштаба 1:200 000. В качестве показателя ландшафтной текстуры рассчитывалась энтропийная мера сложности ландшафтного рисунка [15].

На третьем этапе была проведена кластеризации значимых для высотной дифференциации ландшафтов показателей, выделены высотно-ландшафтные системы разного таксономического ранга и подготовлена их классификация.

Механизм формирования внутризональной высотной дифференциации ландшафтов и образование высотно-ландшафтных систем выглядит следующим образом: 1) изменение интенсивности вертикальных движений земной коры (тектоническое поднятие) вызывает высотное разобщение территории, увеличивается перепад высот между вершинной и базисной поверхностями; 2) возрастает потенциальная энергия поверхностного стока и уклоны между водоразделами и тальвегами; 3) увеличивается скорость водных потоков, растет их кинетическая энергия и работа; 4) увеличивается глубина и густота эрозионного расчленения, продолжается рост кинетической энергии и работы поверхностного стока; 5) формируется рисунок ландшафтного устройства, экспозиционные различия наклонных поверхностей; 6) трансформируется инсоляционный режим склонов разных экспозиций, появляются локальные различия в поступлении солнечной радиации, и микроклиматических условий; 7) образуются морфологически и динамически схожие высотно-ландшафтные системы.

При опускании территории наблюдается обратный процесс, происходит накопление осадочных горных пород, выравнивание территории, уменьшается потенциальная и кинетическая энергия поверхностного стока, сглаживаются экспозиционное различия в инсоляции и микроклиматических условиях.

В связи с этим в качестве основной задачи высотно-ландшафтного анализа ставится выявление влияния абсолютных и относительных высот местности на совокупность показателей морфометрии рельефа, ландшафтообразующих процессов и итоговых свойств ландшафтного рисунка.

В первую очередь необходимо установить, как связаны между собой абсолютные высоты местности и вертикальная расчлененность рельефа, поскольку последняя выступает ключевым фактором формирования высотно-ландшафтных систем (вертикальная расчленённость рельефа рассматривалась как перепад высот в пределах оперативно-территориальных единиц разных размеров). Очевидно, что зависимость здесь должна присутствовать на всех исследуемых масштабных уровнях. Однако проведенный линейный регрессионный анализ показал, что значения коэффициента детерминации ($R^2$) по мере увеличения масштаба исследования уменьшались. Для ячеек размером 25 на 25 км $R^2$=76.34, 10 на 10 км – $R^2$=59.00, 5 на 5 км – $R^2$=46.10 и 1 на 1 км – $R^2$=28.60. Это говорит о том, что с увеличением масштаба исследования роль абсолютных высот в формировании вертикальной расчленённости рельефа уменьшается.

Иная ситуация наблюдается при установлении связи между относительным перепадом высот и показателями морфометрии рельефа. Так, проведенные расчеты показали, что зависимость между вертикальной расчлененностью и максимальной крутизной склонов по мере уменьшения масштаба исследования увеличивается, соответственно $R^2$ меняется от 22.84 для ячеек размером 25 на 25 км до 75.53 для ячеек 1 на 1 км. Аналогичная ситуация отмечается и для многих других показателей, в том числе для текстурных различий рисунка типов местности.

Все реакции трех групп показателей (факторов, процессов и текстур) на изменения абсолютных и относительных высот можно объединить в пять групп:

1) показатели, реагирующие на изменения высот, при этом с увеличением масштабного уровня исследования зависимость растет. К таковым относятся

большинство показателей морфометрии рельефа и ландшафтообразующих процессов реагирующих на изменения абсолютных высот;

2) показатели, реагирующие на изменения высот, при этом с увеличением масштабного уровня исследования зависимость падает. В их число входят все основные показатели, связанные с изменением относительных высот;

3) показатели, реагирующие на изменение высот вне зависимости от масштабного уровня. К ним принадлежат взаимообусловленные или близкие по содержанию показатели, такие как глубины долин, превышение водоразделов над тальвегами, потенциальная энергия поверхностного стока, позиционный индекс и др. Зависимости их от относительных высот на всех масштабных уровнях остаются высокими;

4) показатели, не реагирующие на изменения высот на всех масштабных уровнях. Они включают в себя в основном средние значение показателей, как правило, связанных с инсоляцией. Также отмечено, что средние значения в пределах какой-либо оперативно-территориальной единицы имеют меньшую зависимость от высоты местности, нежели его максимальные величины или дисперсия, связано это с известными недостатками расчетов среднего арифметического;

5) показатели, хаотично реагирующие на изменения высот. Их не так много, в качестве примера можно привести показатель дневной освещенности, который в значительной мере предопределен расчленённостью рельефа в масштабе ячеек 1 на 1 км ($R^2$=76.82), а на остальных масштабных уровнях зависимость отсутствует.

В целом установлено, что абсолютные высоты влияют на морфометрию рельефа, показатели процессов и текстуру ландшафтов при низкой детализации матриц (25 на 25 км и 10 на 10 км), а перепад высот предопределяет изменчивость большей части показателей при высокой детализации матриц (1 на 1 км). Исходя из этого возникает возможность провести ранжирование оперативно территориальных единиц по показателям абсолютных и относительных высот с целью выявления однотипных в морфометрическом, динамическом и текстурном отношении высотно-ландшафтных систем разного таксономического ранга. Перед проведением группировки ячеек по высотным показателям, экспертным путем устанавливалось количество диапазонов, в качестве метода объединения значений был выбран подход естественных групп. В результате ранжирования ячеек размером 25 на 25 км пределах Центрального Черноземья было обособлено три наиболее крупные высотно-ландшафтные системы уровня группы физико-географических районов: верхняя среднерасчлененная, средняя сильнорасчлененная и нижняя слаборасчлененная, которые находят некоторое соответствие с высотно-ландшафтными ступенями Ф.Н. Милькова.

Последующее ранжирование оперативно-территориальных единиц проводилось отдельно для каждой выделенной на предыдущем этапе высотно-ландшафтной системы. Группировка ячеек размером 10 на 10 км, позволила по значениям абсолютных высот обособить высотно-ландшафтные системы уровня группы подрайонов. Их внутренняя структура довольно хорошо раскрывается матрицей размером 5×5 км, которая помогла выявить две внутридолинные высотные системы ландшафтной размерности и три междуречные. Ранжирования ячеек 1 на 1 км, обособило высотно-ландшафтные системы уровня групп местностей.

Логичным завершающим итогом анализа высотной организации ландшафтов является подготовка классификации высотно-ландшафтных систем. Но основании высотных различий рельефа, предопределивших дифференциацию литолого-геоморфологического строения, характера динамических взаимосвязей, направленности развития и общности структуры геосистем была разработана ***таксономическая схема высотно-ландшафтных систем,*** включающая в себя: *отдел, класс, подкласс, тип, подтип, семейство, род, вид и подвид.*

***Отделы*** выделяются по типу контакта контрастных сред (литосфера-атмосфера, литосфера-гидросфера), в результате чего формируется высотная дифференциация ландшафтов суши и глубинная дифференциация аквальных геосистем. ***Классы*** обосабливаются по перепаду высот морфоструктур первого порядка (горы – равнины), итогом деления является высотная дифференциация равнинных ландшафтов и высотная поясность горных стран. ***Подклассы*** выделяются с учетом различий радиационного баланса, определяющего последующую высотную биоклиматическую дифференциацию геосистем. Результатом выделения является высотная дифференциация равнинных ландшафтов полярного, умеренного, субтропического и тропического поясов. ***Типы*** обосабливаются на основании ступенчатости рельефа, формирующего ландшафты низменных, возвышенных и высоких равнин. ***Подтипы*** обосабливаются с учетом преобладающих ландшафтообразующих процессов (аккумуляции и денудации) и предусматривают деление геосистем на долинные и междуречные. ***Семейства*** выделяются на основе зонального положения геосистем и биоклиматических особенностей высотной дифференциации равнинных ландшафтов. В основе выделения ***родов*** лежат различия вершинной поверхности водоразделов, определяющие местный перепад высот. Результатом деления выступает формирование на междуречьях низких, пониженных, возвышенных и высоких участков. ***Виды*** обосабливаются внутри родов по особенностям водно-геохимического режима, сноса и аккумуляции вещества. На основании этого выделяются водораздельные автономные геосистемы, склоновые денудационно-транзитные, надпойменно-террасовые транзитно-аккумулятивные и пойменные аккумулятивные геосистемы. С учетом относительного высотного положения, морфологии и динамики локальных геосистем внутри видов, обособляются ***подвиды.*** Примером их могут служить ландшафты центральных, привершинных, прибровочных водоразделов, высоких, пониженных и низких пойм, верхних, средних и нижних частей склонов. В предложенной схеме поясное и зональное деление ландшафтов суши поставлено на более низкие таксономические уровни по сравнению с известными классификациями Ф.Н. Милькова (1981), А.Г. Исаченко (1995), Д.Л. Арманда (1975), В.А. Николаева (1979) и др. в связи с тем, что критерии их обособления представляются менее значимыми для процесса высотной трансформации ландшафтов суши.

*Исследование проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 19-45-360005 р_а «Вертикальная дифференциация ландшафтов Воронежской области»)*

## Список литературы

1. Мильков Ф.Н. Ландшафтная география: избранные труды / Ф.Н. Мильков. – Воронеж: Истоки, 2018. – 382 с.
2. Бережной А.В. Вертикальная дифференциация ландшафтов Среднерусской лесостепи / А.В. Бережной, А.С. Горбунов, Т.В. Бережная. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 274 с.
3. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов / М.А. Глазовская. – Москва: Издательство Московского ун-та, 1964. – 230 с.
4. Николаев В.А. Ландшафты азиатских степей / В.А. Николаев. – Москва: Издательство Московского ун-та, 1999. – 285 с.
5. Горбунов А.С. Вопросы оптимизации ландшафтно-экологической обстановки и вертикальная дифференциация ландшафтов лесостепи мелового юга среднерусской возвышенности / А.С. Горбунов О.П. Быковская // Аридные экосистемы. – Москва, 2012. – Т. 18., № 2(51). – С. 35-43.

6. Электронный ресурс] Режим доступа: http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamadai/
7. Викторов А.С. Рисунок ландшафта / А.С. Викторов. – Москва: Мысль, 1986. – 179 с.

УДК 631.445.15(470.62)

# РИСОВЫЕ ПОЧВЫ И ИХ ФИЗИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

**Елисеева Н.В.[1], Сидоренко А.В.[2]**
*Академия маркетинга и социально-информационных технологий, г. Краснодар, РФ*
*Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, РФ*
*E-mail: envves@mail.ru*

Краснодарский край является сравнительно небольшим по площади субъектом РФ: он занимает по этому показателю 41 место среди 85 объектов. Край отличается от многих регионов не только специфическим климатом, но и значительной пестротой почвенного покрова. Это связано с физико-географическими условиями, близостью Черного и Азовского морей и большим количеством лиманов, плавней, степных и горных рек. Все эти факторы определяют и разнообразие растительного покрова. На рисунке 1 показано разнообразие почвенного покрова Краснодарского края, согласно информации «Единого государственного реестра почвенных ресурсов Российской Федерации» (ЕГРПР РФ) [1]. При составлении рисунка почвы некоторых подтипов объединены в общие типы почв.

Лидером среди почв по распространению в крае являются черноземы, их общая площадь достигает 56,5 %, в том числе более 40 % – это черноземы южные и обыкновенные. В то же время более 17 % площади занимают полугидроморфные и гидроморфные почвы (лугово-черноземные, подзолисто-желтоземные, торфяные болотные, лугово-болотные, луговые, пойменные, горно-луговые).

Ранее [3] мы рассматривали педоэкологические особенности слитых черноземов Краснодарского края, которые проявляют такие неблагоприятные свойства, как тяжелый гранулометрический состав, высокую плотность, грубую структуру, наличие верховодки в профиле почвы. В результате почва имеет низкое плодородие, хотя по химическим свойствам эти почвы мало отличаются от выщелоченных черноземов. Слитые почвы близки по своим свойствам к рисовым почвам.

Однако, в представленной классификационной системе рисовых почв, заявленных в названии статьи, нет, что требует объяснения приводимой терминологии. Как известно, технология возделывания риса предусматривает содержание поля под слоем воды, что приводит к значительным изменениям окислительно-востановительных условий в почве и связанной с этим трансформации физических, химических, биологических свойств почв. В таких новых условиях почвообразовательный процесс направлен на сближение и объединение почв различной типовой принадлежности в один тип рисовых почв [6].

Река Кубань разделяет край на правобережье и левобережье. Правобережье представлено большей частью степными, а левобережье – лесостепными почвами. Большая часть пойменных почв р. Кубань имеет повышенное увлажнение, поэтому использовать их под зерновые и пропашные культуры не только трудно, но и нерентабельно. Поэтому в начале XX века на этих почвах начали сеять рис – и опыт удался. В настоящее время Краснодарский край в России производит самое большое количество высококачественного риса разных сортов.

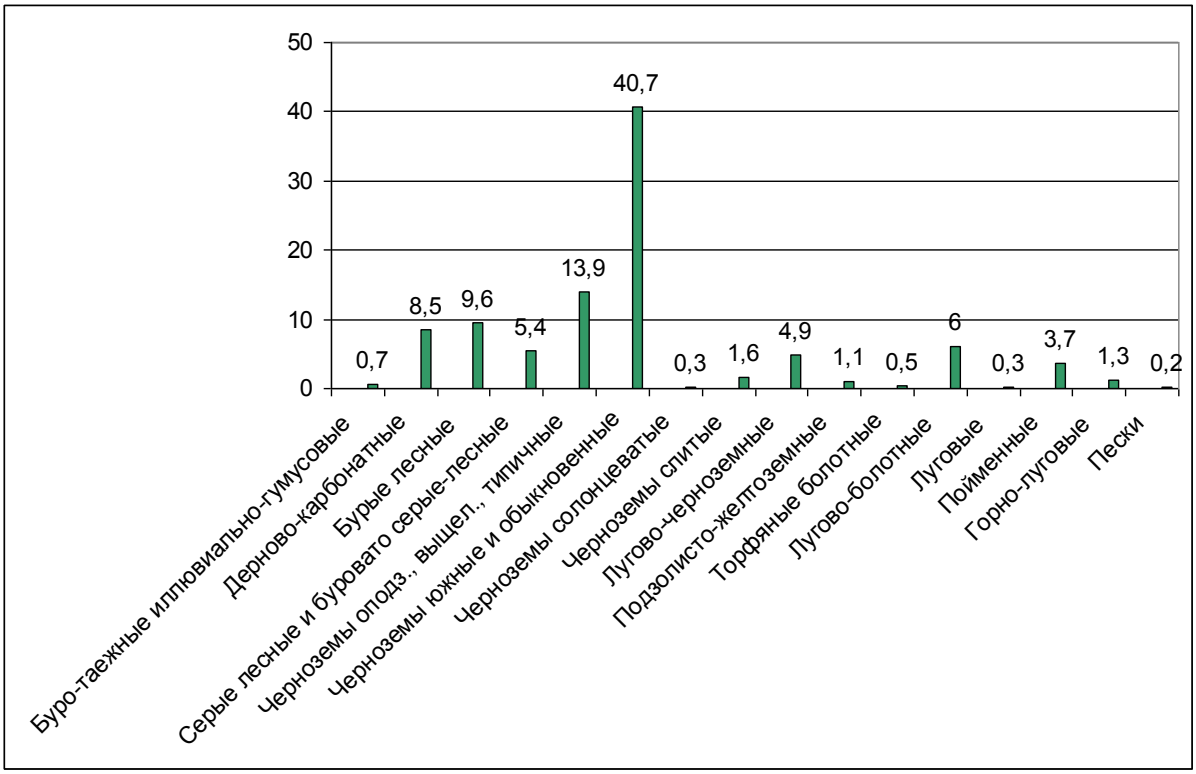



*Рис. 1.* Почвенный покров Краснодарского края [сост. по 1]

Почвы, используемые для выращивания риса, отличаются тем, что они изначально имеют повышенный гидроморфизм, а в период вегетации рисовые чеки полностью покрыты водой. Это означает, что меняются водно-физические, химические свойства и аэрация почв, но для культуры риса сохраняются благоприятные условия. Химические элементы, которые необходимы для риса, не вымываются, но переходят в доступные формы.

Один из важных микроэлементов, который нужен рису, – кобальт. Общее содержание кобальта в гидроморфных и полугидроморфных почвах (70 % рисовых чеков ВНИИ риса представлено луговыми, лугово-черноземными, лугово-болотными и аллювиально-луговыми почвами) достаточно высокое – 16-18 мг/кг. Большая часть кобальта (более 50 %) находится в составе полуторных оксидов железа, алюминия и марганца и органических веществ. Значительная часть соединений кобальта находится в малоподвижном состоянии, так как связана необменно с органическим веществом почвы. Но при затоплении чеков, какая-то часть соединений растворяется и становится доступной для растений. Установлено, что соединения кобальта положительно влияют на фотосинтез, на жизнедеятельность почвенных живых организмов, активизируют ферменты белкового обмена [2,7]. Итак, общее содержание кобальта в этих почвах достаточно высокое, но концентрация подвижных его соединений – низкая, менее 0,2 мг/кг. Содержание непрочно адсорбированных соединений кобальта составляет 1,0-1,2 мг/кг. Этот кобальт также может участвовать в обменных и миграционных процессах.

Накопление кобальта, как показывает анализ его содержания в почвах и почвообразующих породах России, характерно для пойменных ландшафтов. С этим связано увеличение содержания кобальта в почвах рисовых полей Кубани. В то же время кобальт не представляет опасности для выращиваемой на рисовых почвах продукции, так как содержание его подвижных соединений на порядок меньше ориентировочно допустимого количества (ОДК) подвижных соединений Со в почвах, равного 5,0 мг/кг.

Проведенные нами исследования [6] показали, что использование лугово-черноземных почв под культуру риса существенно не изменяет их физические свойства.

В то же время при использовании других почв под культуру риса наблюдается некоторая конвергенция их свойств при исходных различиях.

На рисунке 2 представлены профильные распределения гумуса в пахотной и залежной почвах. Пахотная почва – это почва рисового чека, используемого с 1937 г. по настоящее время. Залежь – это почва метеоплощадки, которая была выведена из сельскохозяйственного использования в 1950 г.

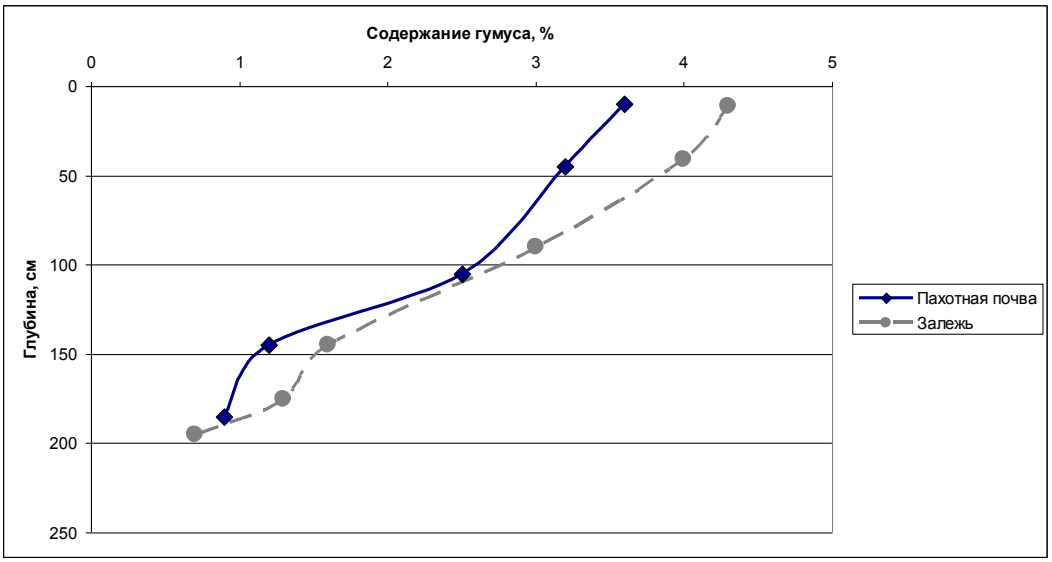



*Рис. 2.* Профильное распределение содержания гумуса в рисовых почвах

Содержание гумуса в почвах залежи по всему профилю выше, чем в пахотном варианте, но тип распределения похож: сравнение с типами распределения веществ в почвенном профиле [5, с. 97] показывает, что в пахотной рисовой почве распределение гумуса прогрессивно-аккумулятивное, в то время как в почве залежи оно приближается к равномерно-аккумулятивному. Содержание гумуса от 3 до 4% – это невысокий показатель.

Переуплотнение и разагрегирование почвенных частиц в ходе возделывания риса приводит к угнетению почвенной фауны и уменьшению содержания органического вещества. Следовательно, можно говорить о деградации гумусового профиля. Если не вносить на поля органические удобрения, не соблюдать севообороты, то количество органических остатков, которое поступает в почву после сбора урожая, будет все более недостаточным для воспроизводства гумуса, что будет усиливать процесс дегумификации.

На рисунке 3 изображены профильные распределения pH в почвах пашни и залежи.

pH водной суспензии в почвах залежи по всему профилю выше, чем в почве рисового чека, что согласуется с существующими представлениями о связях между окислительно-восстановительными процессами и pH почв. Известно, что многие окислительно-восстановительные реакции в почвах протекают с участием ионов водорода, поэтому чем выше pH почвы, тем меньше при прочих равных условиях содержание в почве восстановленных форм соединений различных элементов [4]. В рассматриваемом случае почвы залежи, которые не подвергаются затоплению, обладают пониженным содержанием восстановленных форм элементов, соответственно, повышенным значением pH: если в пахотной почве реакция в профиле преимущественно нейтральная, то в почве залежи – слабощелочная. Профильное распределение pH имеет сложный тип, который можно обозначить как прогрессивно-элювиальное и регрессивно-грунтово-аккумулятивное.

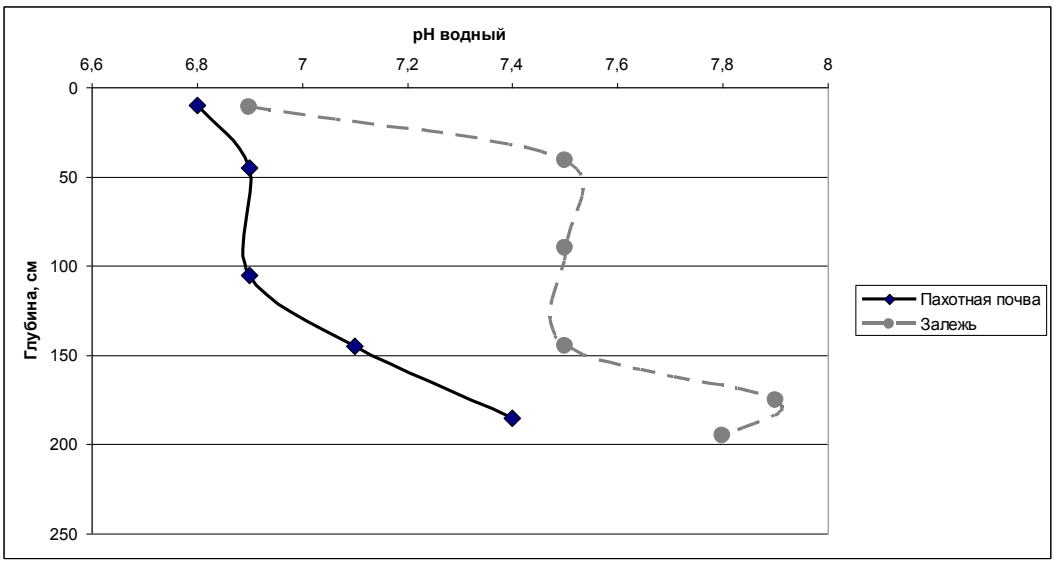



*Рис. 3.* Профильное распределение pH водной суспензии в исследуемых почвах

На рисунках 4-5 показаны особенности распределения плотности почв и их пористости.

Следует отметить очень высокую плотность рисовых почв: от 1,31 до 1,58 г/см$^3$. У залежной почвы в верхнем горизонте плотность такая же, как у пахотной, но вниз по профилю значения ее ниже, чем у пахотной. Соответственно, пористость залежной почвы, выше, чем у пахотного варианта. Высокая плотность почв обусловлена тяжелым гранулометрическим составом. Такие свойства приводят к сокращению запасов подвижных форм питательных элементов и уменьшению доступности влаги; в пахотном горизонте она составляет 68,4 мм [6]. Следует отметить очень важный экологический факт, установленный на 15-летней залежи: структура порового пространства не восстанавливается.

Такая плотность и гранулометрический состав характерны и для слитых почв. Таким образом, гидрофизические свойства рисовых почв схожи со слитыми почвами, поэтому периодическое сезонное переувлажнение приводит к заплыванию верхнего слоя, набуханию, педотурбациям.

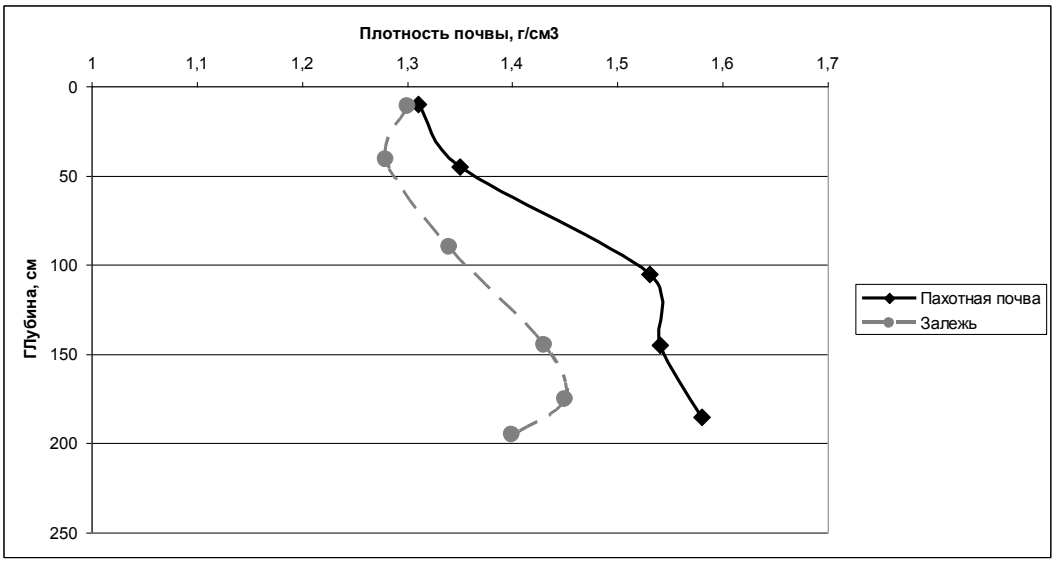



*Рис. 4.* Профильное распределение плотности почв исследуемых участков

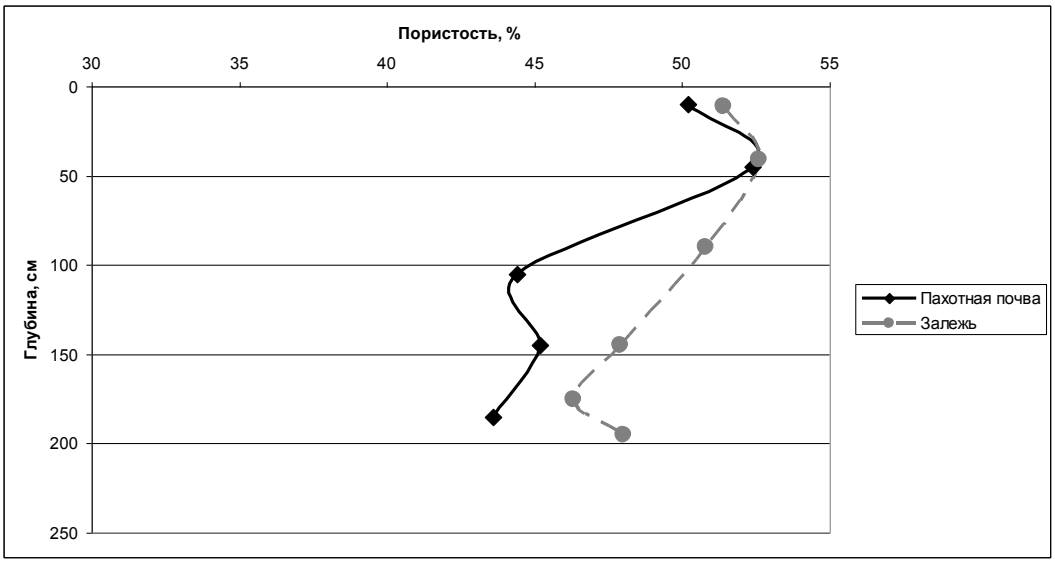



*Рис. 5.* Профильное распределение пористости исследуемых почв

## Список литературы

1. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. – М., 2019 [Электронный ресурс]. – URL: http://egrpr.esoil.ru (дата обращения: 08.05.2021).
2. Елисеева Н.В., Зубкова Т.А., Чехович Э.Е. Содержание и групповой состав соединений кобальта в почвах рисовых полей Кубани и других почвах России // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (100). – С. 032-036.
3. Педоэкологические особенности слитых черноземов: уязвимость структуры / Н.В. Елисеева, Л.Л. Новых, И.В. Волошенко, Э.Е. Слюсаренко // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VIII Междунар. науч. конф., Белгород, 22-25 окт. 2019 г. / под ред. М.А. Польшиной. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2019. – С. 214-218.
4. Почвоведение: учеб. для ун-тов. В 2 ч. Ч. 1. Почва и почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина [и др.]; под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. – М.: Высшая школа, 1988 – 400 с.
5. Розанов Б.Г. Морфология почв. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.
6. Сидоренко А.В., Елисеева Н.В. Свойства лугово-черноземных почв Кубани под культурой риса // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12 (131). – С. 143-145.
7. Тонконоженко Е.В. Микроэлементы в почвах Кубани и применение микроудобрений. – Краснодар, 1973. – 111 с.

УДК 556.36(470.325)

# ПРИРОДНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РОДНИКОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АЙДАР

**Жуненко О.И., Новых Л.Л., Нарожняя А.Г.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: 1491685@bsu.edu.ru*

*Введение.* При проведении паспортизации родников обязательно описываются их природные характеристики. Мониторинг состояния родников часто проводят в рамках

административных районов, однако, как отмечают Ф.Н. Лисецкий с соавторами [1], изучение функциональных взаимосвязей различных компонентов природы необходимо осуществлять в рамках природных геосистем. Такими природными геосистемами является речные бассейны, представляющие собой водно-балансовые системы, в которых происходит трансформация атмосферных осадков в другие элементы водного баланса.

Согласно [1], на территории Белгородской области выделяют 9 крупных бассейнов, относящихся к рекам Айдар, Ворскла, Донецкая Сеймица, Оскол, Потудань, Псел, Северский Донец, Тихая Сосна, Черная Калитва. Все бассейны в области, кроме бассейна Оскола, представлены истоками рек. Ранее Г.А. Ореховой и Л.Л. Новых [2] было проведено изучение природного разнообразия родников верховий бассейнов рек Северский Донец и Ворскла. Целью нашего исследования являлось изучение природного разнообразия родников в верховьях бассейна реки Айдар.

*Материалы и методы исследования.* По опубликованной информации [1, с. 16], Айдар – река протекающая на юго-востоке Белгородской области России и по территории Украины, является левым притоком Северского Донца. Площадь ее бассейна 7420 км², в том числе площадь водосбора в пределах области – около 1400 км$^2$. Река берет начало на южных склонах Среднерусской возвышенности у села Новоалександровка Ровеньского района и впадает в Северский Донец на 344 км от ее истока.

Анализ картографического материала [3] показал, что верховья Айдарского речного бассейна охватывают большую часть Ровеньского района и восточную часть Вейделевского района; эта территория относится к Калитвинско-Богучарскому геоморфологическому району, где преобладает величина горизонтального расчленения земной поверхности 0,8-1,0 км/км$^2$ и вертикальное расчленение 50-70 м. Большое вертикальное расчленение территории способствует обнажению коренных (меловых) пород и вскрытию эрозионными врезами горизонтов грунтовых вод. В связи с этим основными водоносными системами являются четвертичная и меловая в долинах рек и палеогеновая в пределах междуречий.

Нами изучены 45 родников в верховьях Айдарского бассейна, в том числе 22 – на правобережье и 23 – на левобережье. 6 родников являются памятниками природы регионального значения. Основными методами исследования были экспедиционный, опросный, описание, измерение, картографический, математико-статистический, сравнительный анализ. Большая часть исследованных родников изучалась нами ранее (в 2004-2009 гг. и 2015-2016 гг.), что позволяет рассматривать проводимые исследования как мониторинговые. При паспортизации родников использовалась схема паспорта, предложенная учеными Московского геологоразведочного университета [4]. Обоснование применения указанной схемы паспорта представлено в работе [2]. В данной работе использованы результаты обследования родников, проведенного в 2018-2021 гг.

По информации базы данных родников Белгородской области [5], на территории Ровеньского района было описано 64 родника. Казалось бы, число изученных нами родников должно быть близким к этой цифре. Однако, в базе данных приведены сведения не только о родниках, но и о колодцах. К тому же использованная при составлении базы схема паспорта родника не позволяет легко отыскать такие объекты: в частности, в паспортах зачастую нет координат, местоположение родников описано неконкретно, а для ряда источников представлена информация о том, что родник стекает, образуя небольшое заболоченное место, или виден только при снижении уровня воды в реке. Отсутствие в базе данных для большинства объектов фотоматериалов также не способствует консолидации усилий по поиску и характеристике источников.

*Результаты и их обсуждение.* На рисунке 1 приведена картосхема размещения изученных родников на территории Айдарского речного бассейна. Большинство родников «нанизаны» на реки, так как они являются основным фактором формирования рек в данном регионе.

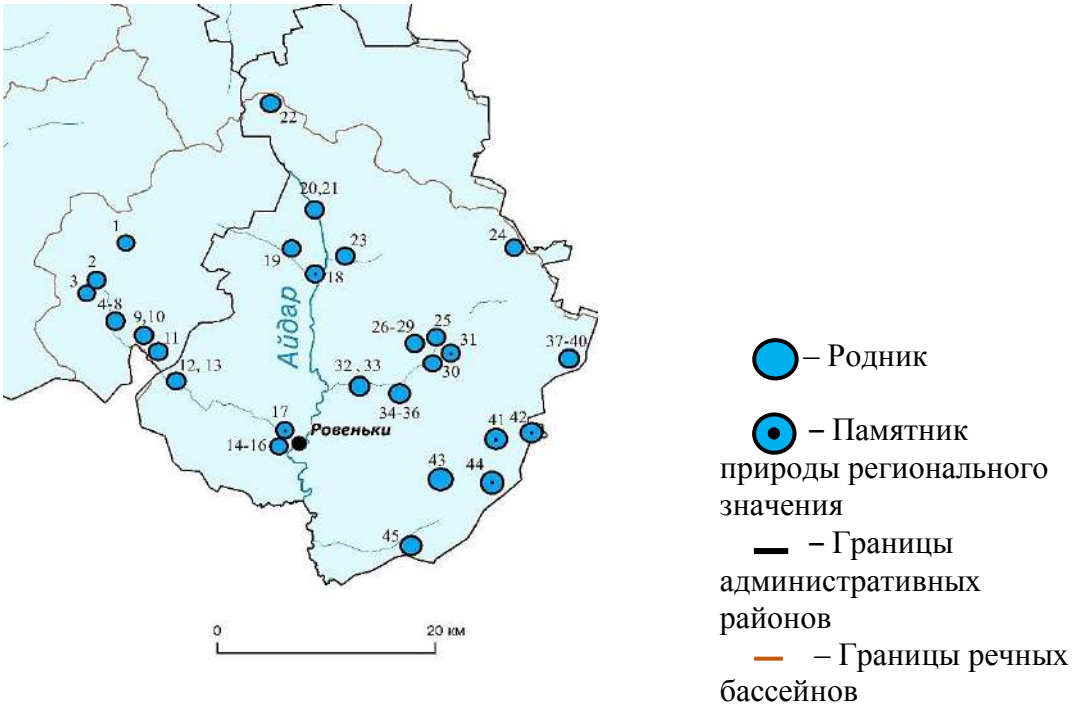



*Рис. 1.* Картосхема размещения родников в верховьях р. Айдар

Рисунки 2-4 показывают разнообразные характеристики родников в исследуемом бассейне. Анализ диаграмм позволяет утверждать, что преобладают родники, приуроченные к меловым породам (67 % родников) и долинам рек или ручьев (56 %). Чаще вблизи родников представлена травянистая растительность (62 %), в том числе с преобладанием сорной (38 %). Большая часть родников – 55 % – не оборудованы и представляют собой родниковую воронку, родниковое поле или выход воды непосредственно из склона.

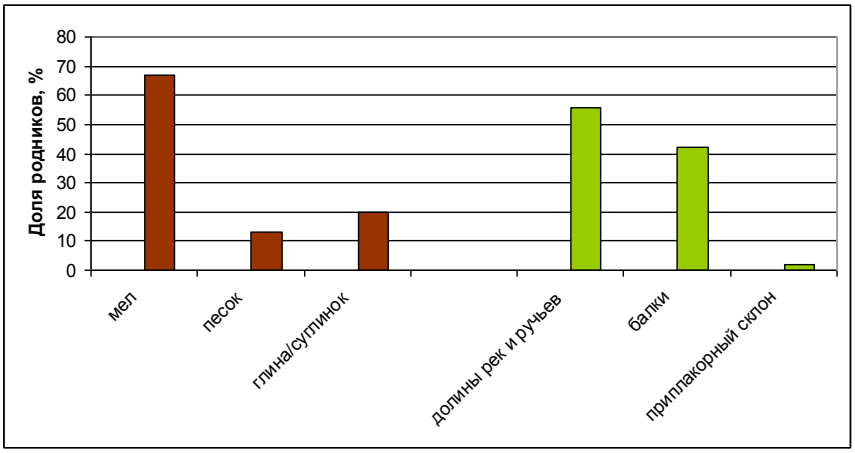



*Рис. 2.* Водоносные породы и формы рельефа в местах выхода родников

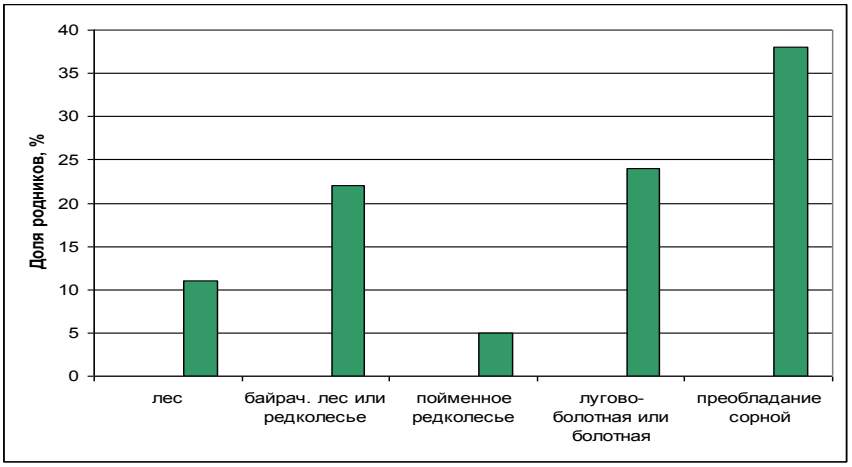



*Рис. 3.* Доля родников с различным типом растительности в их окрестностях

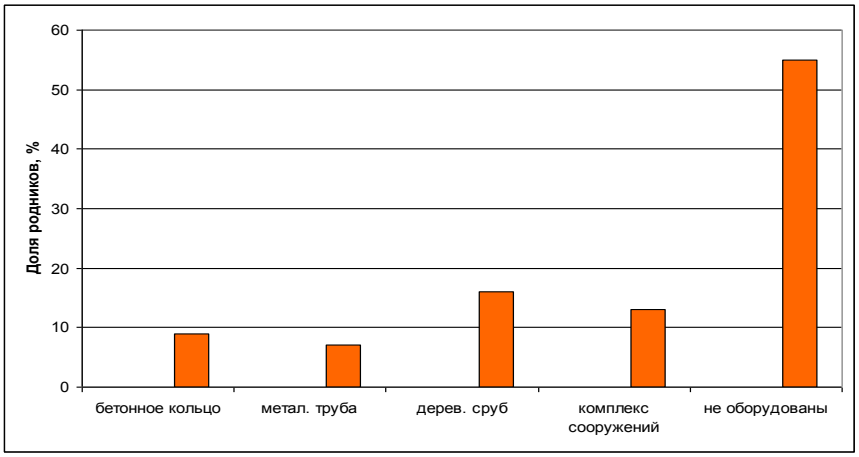



*Рис. 4.* Типы оборудования родников

Сравнение полученных данных с опубликованными ранее [2] позволяет утверждать, что чем восточнее расположен бассейн на территории области, тем выше в нем доля родников, вытекающих из меловых пород: так доля «меловых» родников на территории Ворсклинского речного бассейна в западной части области составляет 2 %, в Северско-Донецком бассейне в центре области – 40 %, а в Айдарском бассейне возрастает до 67 %, что согласуется с большим вертикальным расчленением территории при приближении к сводовой части Воронежской антеклизы.

По температуре воды все родники, по классификации [6], относятся к классу холодных: этот класс охватывает интервал температур 4-20°С, в то время как температура воды в источниках составляла от 4°С до 19°С, а средний показатель равен 11°С. Минимальная температура родниковых вод (4°С) отмечена у родника № 5, а максимальная – у родника № 8 «Охремов колодец». Оба названных родника находятся в бассейне р. Лозовая, которая является правым притоком р. Айдар.

По дебиту родники в верховьях Айдарского речного бассейна делятся на следующие группы: 47 % родников являются малодебитными (до 1 л/с), 33 % – среднедебитными (1-10 л/с), 20 % – высокодебитными (более 10 л/с). Средний дебит изученных родников составил 3,6 л/с. И вновь проявляется четкая зависимость нарастания доли высокодебитных родников при движении по территории области на восток: в Ворсклинском бассейне высокодебитных родников нет, в Северско-Донецком их доля составляет 10 %, а в Айдарском – 20 %. Самый высокодебитный родник среди изученных назвать сложно, т.к. ряд родников образуют крупные родниковые воронки,

но их дебит точно измерить невозможно. В качестве примера высокодебитных родников на рисунке 5 показаны родник № 17 «Белая криница» (окраина пос. Ровеньки) и № 21 «Истоки Айдара» (с. Новоалександровка). Для «Белой криницы» определение дебита показывает цифру порядка 17 л/с, для «Истоков Айдара», судя по размерам заводи, речь идет о десятках литров, но точную цифру определить нет возможности.

Ранее [2] на примере других речных бассейнов мы отмечали, что меловые источники имеют более высокий дебит, чем источники, вытекающие из суглинков или песков. Различия в дебите у родников с суглинистыми и песчаными водоносными породами статистически не доказаны. По итогам изучения родников Айдарского района получен аналогичный результат (табл.).

Анализ режима и характера использования родников показывает, что 67 % используются в настоящее время, но только 36 % используются регулярно. Треть родников (33 %) не используются.

А Б

*Рис. 5.* Высокодебитные родники:
А) «Белая криница» (пос. Ровеньки), Б) «Истоки Айдара (с. Новоалександровка)

*Таблица*

**Сравнение дебита родников на разных водоносных породах**

| Породы | Объем выборки | Средний дебит, л/с | Оценка достоверности различий | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Мел – глины/суглинки | | Мел – пески | | Глины/суглинки – пески | |
| | | | НСР | d | НСР | d | НСР | d |
| Мел | 30 | 5,60 | 1,90 | 5,21 | 1,90 | 5,39 | 0,25 | 0,18 |
| Глины/суглинки | 8 | 0,39 | | | | | | |
| Пески | 7 | 0,21 | | | | | | |

*Примечание: НСР – наименьшая существенная разность; d – фактическая разность между средними*

Среди типов использования преобладает рекреационное – 44 %, приближается к нему по частоте встречаемости хозяйственно-питьевое – 42 %. Около 11 % родников используются при проведении религиозных обрядов. У 24 % родников наблюдается

комплексное использование. Три типа использования (рекреационное, хозяйственно-питьевое, культовое) ярко выражены для родников № 4 («Центральный», с. Белый Колодезъ), № 17 («Белая криница», пос. Ровеньки) и № 24 (с. Еремовка).

*Заключение.* В верховьях Айдарского бассейна преобладают родники, приуроченные к меловым породам и долинам рек или ручьев. Чаще вблизи родников представлена травянистая растительность, что согласуется с нахождением бассейна в степной зоне. Большая часть родников не оборудованы, что связано со снижением потребности в использовании родников.

Установлено, что чем восточнее расположен бассейн на территории области, тем выше в нем доля родников, вытекающих из меловых пород, что связано с большим вертикальным расчленением территории при приближении к сводовой части Воронежской антеклизы. Нарастание доли мела в качестве водоносных пород приводит к увеличению доли высокодебитных родников.

## Список литературы

1. Бассейновый подход к организации природопользования в Белгородской области / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, А.Г. Нарожняя [и др.]; под ред. Ф.Н. Лисецкого. – Белгород: КОНСТАНТА, 2013. – 88 с.
2. Орехова Г.А., Новых Л.Л. Природное разнообразие родников верховий бассейнов рек Северский Донец и Ворскла // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естеств. науки. – 2017. – № 18 (267). – Вып. 40. – С.131-139.
3. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство / РГО, НИУ «БелГУ»; отв. ред. А.Г. Корнилов; ред.: А.Н. Петин, Ю.Г. Чендев, В.И. Петина [и др.]. – Белгород: КОНСТАНТА, 2018. – 200 с.
4. Швец В.М., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Родники Москвы. – М.: Научный мир, 2002. – 160 с.
5. База данных родников Белгородской области. 2013 // Белгородский областной детский эколого-биологический центр [Электронный ресурс]. –URL: // belecocentr.ru/oth/si2013 (дата обращения 01.06.2021).
6. Справочное руководство гидрогеолога. Т.1 / В.М. Максимов, В.Д. Бабушкин, Н.Н. Верегин [и др.]. – Л.: Недра, 1979. – 512 с.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА СРЕДЫ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОНАХ НА РЕКЕ МАТЫРА

**Иванова Е.Ю.**
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*
*E-mail:ivanova.vsu@gmail.com*

На р. Воронеж, на приподнятом ее правом склоне, расположен областной центр-промышленный город Липецк, являющийся главным потребителем водных ресурсов [9].

Матыра – левый, самый крупный приток р. Воронеж, впадает в неё у г. Липецка, в 216 км от устья. Длина- 180 км, площадь водосбора - 5180 км² и водоносность реки наибольшая, по сравнению с другими притоками. Заметен вклад Матыры в общую водность р. Воронеж. Матыра даёт около 40% водной массы по сравнению с р. Воронеж до места их слияния. По гидрологической классификации относится к категории средних рек.

Река Матыра имеет большое хозяйственное значение для г. Липецка и его жителей. Воды реки Матыры являются источником коммунального и технического водоснабжения, а также активно используются для орошения сельскохозяйственных угодий. Также река Матыра является источником рыбной продукции. Помимо этого, велико и рекреационное значение реки.

Для выявления динамики загрязнения природных вод р. Матыра, отбор проб был проведен в 13 точках дважды в сентябре и мае, чтобы более точно определить источник загрязнения воды.

По результатам органолептических исследований проб воды наибольшим значением цветности обладала проба № 7. также высокая цветность характерна для проб из точек №8, №9 и №11. Цветность воды объясняется присутствием в воде тонкодисперсных взвешенных частиц как естественного, так и антропогенного происхождения (см. таблица 1).

Повышенные значения цветности могут быть связаны с наличием илистого дна, слабым течением, сбросом сточных вод, а также с повышенной нагрузкой со стороны пищевого производства и сельскохозяйственных угодий.

Интенсивность запаха связана в первую очередь с процессами эвтрофикации, усиливающимися с поступлением в водоем стоков с пашни, которые насыщенны различными органическими веществами. Наибольшей интенсивностью запаха, согласно двум исследованиям, обладают пробы воды, отобранные в точках №4, №7, № 8 и № 9.

Таким образом, наиболее загрязненной пробой воды остается проба №7, а также, исходя из результатов нынешнего исследования, пробы № 8 и № 9. В этих пробах наблюдается наибольшее количество осадка, заметный неприятных запах и мутность.

Химический анализ вод проводился в день отбора проб для ряда наиболее приоритетных компонентов. На основании полученных результатов химического состава водных проб был проведен сравнительный анализ определяемых ингредиентов с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения (таблица 2).

Анализ результатов показал, что концентрации катиона кальция, катиона магния, хлоридов, бикарбонатов и нитратов лежат в пределах допустимых значений и удовлетворяют нормативам ПДК. Однако стоит отметить, что значения концентраций в пробах № 7, № 8 и № 9 находятся ближе всего к границе допустимых значений, что может свидетельствовать о потенциальной опасности.

*Таблица 1.*

**Результаты органолептического анализа проб воды**

| № пробы | Осадок | Цветность, градусы | Запах, балл | Прозрачность см столба жидкости |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Заметный<br>Хлопьевидный<br>Черный | Бесцветный<br>30 | Сладковатый<br>Заметный (III) | 11,5 |
| 2 | Заметный<br>Илистый<br>Черный | Бесцветный<br>25 | Сладковатый<br>Слабый (II) | 10 |
| 3 | Незначительный<br>Хлопьевидный<br>Черный | Бесцветный<br>30 | Травянистый<br>Слабый (II) | 14 |
| 4 | Заметный<br>Илистый<br>Черный | Бесцветный<br>30 | Травянистый<br>**Отчетливый (IV)** | 11 |
| 5 | Заметный<br>Илистый<br>Черный | Бесцветный<br>40 | Сладковатый<br>Заметный (III) | 10 |
| 6 | Незначительный<br>Хлопьевидный<br>Черный | Бесцветный<br>30 | Сладковатый<br>**Отчетливый (IV)** | 12 |
| 7 | Большой<br>Хлопьевидный<br>Черный | **Зеленоватый**<br>**55** | **Болотный**<br>**Отчетливый (IV)** | **5** |
| 8 | Большой<br>Хлопьевидный<br>Зеленый | **Зеленоватый**<br>**40** | **Рыбный**<br>**Очень сильный (V)** | **5** |
| 9 | Большой<br>Хлопьевидный<br>Зеленый | **Зеленоватый**<br>**40** | **Рыбный**<br>**Очень сильный (V)** | **5** |
| 10 | Заметный<br>Хлопьевидный<br>Черный | Бесцветный<br>25 | Травянистый<br>Слабый (II) | 14 |
| 11 | Заметный<br>Хлопьевидный<br>Черный | **Бесцветный**<br>**40** | Болотистый<br>Заметный (III) | 10 |
| 12 | Заметный<br>Хлопьевидный<br>Черный | Бесцветный<br>30 | Сладковатый<br>Слабый (II) | 11 |
| 13 | Незначительный<br>Илистый<br>Черный | Бесцветный<br>20 | Травянистый<br>Слабый (II) | 15 |

Единичное превышение по сульфатам у было обнаружено в пробе №2 (2,121 ПДК), что соответствует территории пляжа в с. Казинка и высокой рекреационной нагрузке. В пробах № 8 и № 9, отобранных на песчаной косе, так же обнаружены превышения нормативов ПДК по сульфатам (1,16 ПДК и 1,246 ПДК соответственно.

Значения показателей общей минерализации лежат в диапазоне от 200 до 500 мг/л, что соответствует водам слабой минерализации.

Превышения по аммоний-иону обнаружены в пробах № 7 (1,24 ПДК), № 8 (1,16 ПДК) и № 9 (1,08 ПДК). Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесса загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

*Таблица 2.*

**Результаты химического анализа качества вод**

| № пробы | Общая жесткость, МГ-экв/л | $Ca^{2+}$ мг/л | $Mg^{2+}$ мг/л | $HCO_3^-$ мг/л | $SO_4^{2-}$ мг/л | $CL^-$ мг/л | Общая минера-лизация, мг/л | $NH4^+$ мг/л | $NO^{2-}$ мг/л | $NO^{3-}$ мг/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,72 | 60,92 | 20,28 | 178,2 | 44,9 | 22,0 | 498,3 | 0,36 | 0,048 | 4,24 |
| 2 | 4,69 | 67,88 | 20,44 | 195,4 | **212,1** | 19,85 | 467,4 | 0,27 | 0,031 | 5,15 |
| 3 | 4,32 | 54,29 | 24,7 | 198,0 | 66,4 | 19,32 | 496,4 | 0,19 | 0,029 | 5,32 |
| 4 | 4,38 | 57,2 | 19,63 | 194,7 | 96,0 | 16,72 | 387,3 | 0,24 | 0,036 | 4,34 |
| 5 | 4,41 | 46,49 | 25,41 | 186,5 | 59,7 | 16,48 | 349,7 | 0,28 | 0,052 | 4,19 |
| 6 | 5,4 | 81,2 | 17,66 | 281,9 | 87,0 | 25,5 | 456,2 | 0,33 | 0,049 | 8,75 |
| 7 | 6,9 | 112,7 | 27,74 | 285,1 | 99,3 | 56,1 | 467,9 | **0,62** | 0,072 | 12,44 |
| 8 | 6,94 | 169,3 | 29,5 | 283,4 | **116,0** | 87,13 | 480,0 | **0,58** | **0,089** | 14,0 |
| 9 | **7,24** | 153,8 | 34,67 | 295,6 | **124,6** | 82,94 | 474,2 | **0,54** | **0,093** | 11,97 |
| 10 | 4,83 | 72,65 | 23,19 | 174,3 | 54,3 | 24,86 | 459,8 | 0,27 | 0,033 | 3,82 |
| 11 | 5,1 | 64,1 | 19,88 | 169,8 | 58,9 | 33,17 | 423,5 | 0,35 | 0,029 | 3,99 |
| 12 | 4,21 | 73,88 | 22,13 | 172,1 | 51,2 | 29,58 | 437,1 | 0,23 | 0,037 | 4,81 |
| 13 | 4,33 | 54,62 | 21,49 | 159,9 | 62,0 | 19,44 | 419,0 | 0,18 | 0,030 | 3,78 |
| ПДК | 7,0 | 180 | 40 | 400 | 100 | 300 | 1000 | 0,5 | 0,08 | 40 |

Превышения по нитритам обнаружены в пробах № 8 (1,1125 ПДК) и № 9 (1,1625 ПДК). Значение концентрации нитритов в пробе № 7 близка к критической. Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления $NO_2^-$ в $NO_3^-$, что указывает на загрязнение водного объекта, то есть является важным санитарным показателем.

Определение относительной токсичности проводили с помощью метода, основанного на регистрации изменений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris*) (рис. 3), выращенной в среде, не содержащей токсических веществ (контроль) и в тестируемых пробах вод и водных вытяжках (опыт) [20].

Критерием токсичности воды является снижение на 20% и более (подавление роста) или увеличение на 30% и более (стимуляция роста) величины оптической плотности культуры водоросли, выращиваемой в течение 22 часов на тестируемой воде по сравнению с ее ростом на контрольной среде, приготовленной на дистиллированной воде [21]. В результате биотестирования показано, что все пробы воды проявили токсичность, которая проявляется в стимуляции роста культуры хлорелла. Наиболее токсичными пробами воды являются пробы № 4, № 6 и № 7. Такая стимуляция роста свидетельствует о том, что исследованные пробы содержат легкоусвояемые органические и неорганические соединения.

Несмотря на то, что проведенные химические анализы выявили загрязнение лишь некоторых проб по определенным загрязняющим веществам, биотестирование позволяет оценить воздействие всего комплекса загрязняющих веществ на гидробионтов. Методы биотестирования позволяют определить не только содержание отдельных ксенобиотиков, но и синергические эффекты, а также результаты трансформации соединений под действием различных факторов среды [1]. Следовательно, определенные нами токсические эффекты, свидетельствуют о потенциальном неблагополучии в экосистеме реки Матыра.

Далее было проведено биоиндикационное исследование состояния приземного слоя атмосферы, как потенциального источника поступления токсических веществ в водные экосистемы. Для целей биоиндикации состояния атмосферного воздуха были использованы два метода: Биоиндикация по состоянию хвои *Pinus Sylvestris L*. и оценка

качества среды с помощью флуктуирующей ассимметрии древесных растений. Для обора материалов были определены 2 ключевых участка, откуда производилась выборка. Выбор участков определялся присутствием растения биоиндикаторов.

Показатель асимметрии указывает на наличие в среде обитания живых организмов негативного фактора. Это может быть химическое загрязнение, изменение температуры, обитание биологического объекта на краю ареала и другое [17].

Результаты биоиндикационного исследования по флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (Betula pendula) можно представить в виде таблицы 3, в которой приведены только средние результаты всех прометров листовых пластин.

*Таблица 3.*

**Средние результаты основных промеров листовой пластины, для оценки показателей флуктуирующей асимметрии**

| Среднее значение по результатам промеров 100 листьев | Ширина половинок | | Длина 2-й жилки | | Расстояние между основаниями 1 и 2-й жилок | | Угол между центральной и 2-й жилками | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fп | Fл | Fп | Fл | Fп | Fл | Fп | Fл |
| | 24,97 | 25,33 | 31,26 | 31,48 | 4,23 | 4,16 | 41,68 | 41,66 |
| Величина ассиметрии в выборке – 0,0479 | | | | | | | | |

Баллы соответствуют следующим характеристикам среды обитания живых организмов: 1 – чисто; 2 – относительно чисто («норма»); 3 – загрязнено («тревога»); 4 – грязно («опасно»); 5 – очень грязно («вредно»).

По результатам расчета показатель асимметрии равен 0,047, что, согласно таблице 4, соответствует третьему баллу шкалы. Это означает, что растения испытывают сильное влияние неблагоприятных факторов [17].

*Таблица 4.*

**Бальная система оценки качества среды обитания живых организмов по показателям флуктуирующей асимметрии высших растений**

| Виды | Балл | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V |
| Береза повислая | < 0,040 | 0,040 – 0,044 | 0,045 – 0,049 | 0,050 – 0,054 | >0,054 |

Далее проводили исследование состояния атмосферного воздуха по комплексу признаков хвойных. Результаты биоиндикационного исследования приведены в таблице 5. Процентное соотношение хвоинок по виду повреждения представлено на рис. 1 и рис. 2.

*Таблица 5.*

**Определение состояния хвои сосны обыкновенной для оценки загрязненности атмосферы (измеряемые показатели – количество хвоинок)**

| Повреждение и усыхание хвоинок | Номера ключевых участков | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| Общее число обследованных хвоинок | 500 | 500 |
| Количество хвоинок с пятнами | 38 | 54 |
| Процент хвоинок с пятнами | 7,6% | 10,8% |
| Количество хвоинок с усыханием | 157 | 189 |
| Процент хвоинок с усыханием | 31,4% | 37,8% |

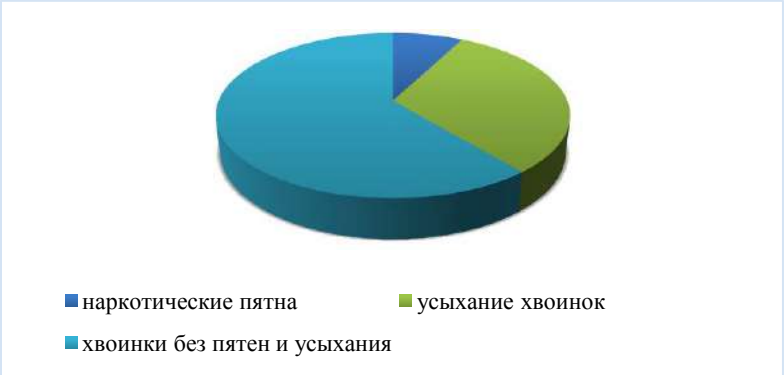



*Рис. 1* Процентное соотношение хвоинок по виду повреждения на ключевом участке №1

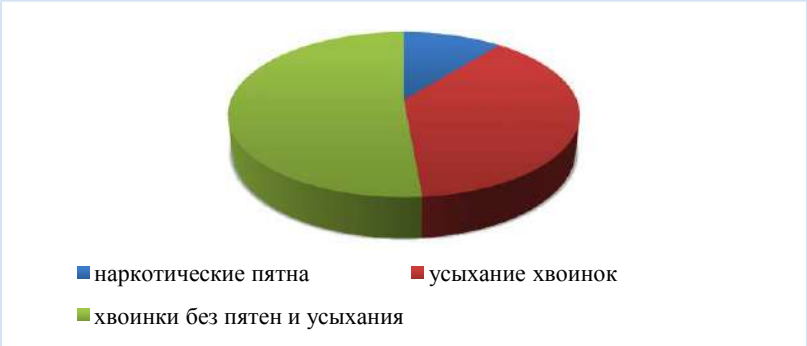



*Рис. 2.* Процентное соотношение хвоинок по виду повреждения на ключевом участке №2

Результаты определения продолжительности жизни хвои представлены в таблицах 6 и 7.

*Таблица 6.*

**Определение по продолжительности жизни хвои как оценка загрязненности атмосферы (измеряемый показатель – количество деревьев)**

| Количество осмотренных деревьев с продолжительностью жизни хвои | | Участок | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| Возраст хвои 3 года | В3 | 8 | 5 |
| Возраст хвои 2 года | В2 | 10 | 8 |
| Хвоя только текущего года | В1 | 13 | 16 |

*Таблица 7.*

**Результат расчета средней продолжительности жизни хвои сосны**

| Величина индекса продолжительности жизни | Участок | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| | 2,16 | 2,38 |

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что состояние сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris)* в условиях реки Матыра ухудшается в местах с высокой антропогенной нагрузкой: повреждается и изреждается крона, уменьшаются длина, масса, продолжительность жизни хвои, снижается охвоенность побега, усиливается степень повреждения и усыхания хвои. Согласно таблице 4, атмосферный воздух на исследуемой территории относится к IV классу – загрязненный.

На основании проведенных анализов можно сделать следующие выводы:

1. Экологическое состояние экосистемы реки Матыра напряженное: визуальное обследование территории показало наличие высокой антропогенной нагрузки на прилегающей к водоему местности. Захламленность берега, свалки бытового мусора, кострища, вырубка древесной растительности и вытоптанность травянистой растительности.

2. Неудовлетворительные значения органолептических показателей косвенно свидетельствуют о загрязнении водоема.

3. При химическом анализе вод обнаружены превышения ПДК по общей жесткости, сульфатам, иону аммония, нитритам. Наиболее опасная ситуация отмечена в точках отбора № 7, № 8 и № 9. При сравнении полученных значений концентраций с предыдущими исследованиями отмечена отрицательная динамика по всем определяемым загрязняющим веществам, что свидетельствует о снижении качества воды.

4. Результаты биотестирования при помощи *Chlorella vulgaris* свидетельствуют о высокой степени токсичности отобранных проб воды, что подтверждается результатом биотестирования при помощи *Scenedesmus quadricauda*. Данные токсические эффекты являются признаком неблагополучного состояния экосистемы.

5. Используемые методы биоиндикации подтвердили наличие неблагоприятных факторов и указали на нестабильную экологическую обстановку на территории исследования.

## Список литературы

1. Александрова В. В. Применение метода биотестирования в анализе токсичности природных и сточных вод / В. В. Александрова. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2009. – 94 с.

2. Бакаева Е. Н. Биологические подходы к оценке экотоксикологического состояния водных экосистем / Е. Н. Бакаева, А. М. Никаноров // Известия высших учебных заведений. – 2015. – №1. – 179 с.

3. Бакаева Е. Н. Определение токсичности водных сред. Методические рекомендации / Е. Н Бакаева. – Ростов-на-Дону: Эверест, 1999. – 48 с.

4. Баринова С. С. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды / С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – М.: ВНИИ природы, 2000. – С. 120-126.

5. Безель В. С. Популяционная экотоксикология / В. С. Безель, Е. Л. Большаков, Е. Л. Воробейчик. – М.: Наука, 1994. – С. 54-56.

6. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / [под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой]. – М.: Академия, 2007. – С. 204-216.

7. Брагинский Л. П. Методологические аспекты токсилогического биотестирования на Daphnia magna Straus и др. ветвистоусых ракообразных / Л. П. Брагинский // Гидробиологический журнал. – 2000. – №5. – С. 66 – 67.

8. Гелашвили Д. Б Структурные и биоиндикационные аспекты флуктуирующей асимметрии билатерально симметричных организмов / Д. Б. Гелашвили, Е. С. Чупрунов, Д. Г. Иудин // Журнал общей биологии. – 2004. – № 5. – С. 433– 441.

9. География Липецкой области: природа, население, хозяйство. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / [под ред. Б. И. Кочурова]. – Липецк: ОАО «ПК Ориус», 2008. – 304 с.

10. Голиков М. Е. Принципы выбора тест-параметров / М. Е. Голиков. – М.: Наука, 2004 – С. 44-53.

11. Зинюков Ю. М. Характеристика речного стока и проблемы изменения гидрологического режима малых рек территории междуречья Воронеж Матыра / Ю. М. Зинюков // Вестн. Воронеж. Гос. ун-та. Сер. Геология. –Воронеж, 2010. –№2. – 272 с.

12. Иванова Е.Ю. Оценка состояния атмосферного воздуха города Нововоронежа биологическими методами/ Е.Ю. Иванова// Вестн. Воронеж. Гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. – Воронеж, 2013. - №1 – С. 157-162.

13. Изменчивость популяционных параметров: адаптация к токсическим факторам среды / В. С. Безель [и др.] // Экология. – 2001. – № 6. – С. 447– 453.

14. Каплин В. Г. Биоиндикация хвойной растительности / В. Г. Каплин. – Самара: Самар. гос. с.-х. акад., 2004. – С. 84-90.

15. Криволуцкий Д. А. Биоиндикация в системе наук о контроле состояния окружающей среды / Д. А. Криволуцкий. – М.: Наука, 1990. – С. 34-39.

16. Маслова М. О. Эколого-аналитическая оценка качества вод рекреационных зон ближнего Подворонежья// М. О. Маслова, Т. И. Прожорина, Н. И. Якунина // Вестн. Воронеж. гос.ун-та. Сер. География и геоэкология. – 2014. – №4. – С. 48 – 56.

17. Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Саральцева, Т. И. Евсеева. – М.: Издат. центр «Академия», 2008. – 288 с.

18. Мониторинг качества вод: оценка токсичности / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая, Л. В. Бражникова [и др.]. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2000. – С. 132-142.

19. Мэннинг У. Д. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений / У. Д. Мэннинг, У. А. Федер. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – С. 22-29.

20. Никаноров А. М. Мониторинг качества вод: оценка токсичности / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая, А. В. Жулидов. – Санкт-Петербург: Гидрометеозидат, 2000. –156 с.

21. Руководство по определению методов биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов – М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2002. – 36 с.

22. Светящиеся бактерии / И. И. Гительзон, Э. К. Родичева, С. Е. Медведева [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 56-69.

УДК 504.4.054

# ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ РЕК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОГО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Киселев В.В., Корнилов А.Г., Курепина В.А.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: vladislav_kiselev_93@mail.ru*

На территории Белгородской области на загрязнение водоемов оказывают наибольшее влияние 3 источника: стоки животноводческих ферм, сброс промышленных предприятий, а также стоки с территорий с интенсивным сельскохозяйственным использованием [3].

Достаточно серьезным фактором загрязнения поверхностных водоемов выступают животноводческие комплексы, расположенные в непосредственной близости от водных объектов. Для того, чтобы иметь представление о гидроэкологической ситуации в районах концентрации большого количества животноводческих комплексов, необходим регулярный мониторинг гидрохимической ситуации водных объектов, подверженных антропогенному воздействию с их стороны.

В течение исследуемого периода (с октября 2018 г. по август 2020 г.) для того, чтобы оценить гидроэкологическое состояние водных объектов на ключевых участках

исследования в верховьях рек Корень, Короча, Сухой Корень, Мокрая Ивица, осуществлялся отбор проб, которые в последующем подвергались химическому анализу. Проведение анализа выполнялось в день сбора проб.

Было выявлено, что наблюдаются систематические превышения $ПДК_{рх}$ по нитритам в исследуемых пунктах отбора проб. Отдельные пиковые значения по загрязнению нитритами достигают значения в 4,2 мг/л на реке Сухой Корень в мае 2019 г., что более чем в 50 раз превышает норму по его содержанию в природных водоёмах ($ПДК_{рх}$ нитритов 0,08 мг/л).

Значительное превышение $ПДК_{рх}$ нитратов наблюдается также на реке Сухой Корень. Максимальное значение по содержанию нитратов составляет 132 мг/л (при $ПДК_{рх}$ 40 мг/л) и выявлено 29.02.20 г. Подобные высокие значения нитратов здесь объясняются наличием в бассейне реки 4 производственных площадок свинокомплексов со значительным поголовьем, а также маловодностью реки. Остальные реки, на которых производился отбор проб, также имеют в своих бассейнах большое количество свинокомплексов, однако отличаются большей многоводностью. Довольно высокие показатели содержания нитратов в воде наблюдаются на р. Короча. Однако здесь они не превышают $ПДК_{рх}$ в 40 мг/л.

Отдельные пиковые значения по содержанию солей аммония достигают значения в 5,23 мг/л на реке Сухой Корень в мае 2019 г., что более чем в 10 раз превышает норму по его содержанию в природных водоёмах ($ПДК_{рх}$ солей аммония 0,5 мг/л). Также значительное превышение (в 3-5 раз) в этот период наблюдается и на остальных реках.

В пунктах отбора проб на реках Сухой Корень, Корень и Короча более чем в 50-ти % случаев концентрация фосфатов в отобранных пробах превышает ПДК. Наибольшее превышение ПДК фосфатов наблюдается в августе 2020 г. на реке Сухой Корень и составляет 6 мг/л, что в 30 раз превышает норму его содержания в природных водоёмах. На реке Короча из 10 повторностей превышение $ПДК_{рх}$ выявлено в 7 случаях, т.е. в 70 %, что говорит о высоком фосфатном загрязнении на этом участке.

Если говорить в целом о результатах проведённого исследования, то можно сказать о довольно серьёзном воздействии свиноводческих комплексов на исследуемые водные объекты, что отражается на их гидрохимическом составе. По характеру отдельных пиковых превышений исследуемых биогенов можно судить об аварийно-залповом характере воздействия отходов животноводства на гидроэкологическую и гидрохимическую ситуацию в районе исследования. Как отмечено выше, река Сухой Корень в силу своей маловодности несёт наибольшую относительную биогенную нагрузку. Значительное негативное воздействие испытывают реки Корень и Короча, однако, вследствие их большей водности, это в меньшей степени отражается на их гидрохимическом состоянии.

Также было проведено сравнение средних значений показателей содержания загрязняющих веществ за исследуемый период (2018-2020 гг.) на каждом из ключевых участков с официальными среднемноголетними (за период 2018-2020 гг.) значениями по данным Росгидромета [1].

Было выявлено, что в пунктах отбора в верховьях рек Корень и Короча уровень содержания нитритов ($NO_2^-$) практически соответствует данным Росгидромета, в отличие от пунктов отбора проб на реках Мокрая Ивица, Сухой Корень и Корень, где содержание нитритов ($NO_2^-$) в 1,5-2 раза выше значений по данным Росгидромета.

Уровень содержания нитратов ($NO_3^-$) во всех пунктах отбора проб значительно выше средних данных Росгидромета: в 10 раз на реках Корень и Короча, в 100 раз на реке Сухой Корень.

Среднее содержание солей аммония $NH_4$+ во всех пунктах отбора проб превышает среднемноголетние показатели Росгидромета в 3-5 раз.

Среднегодовые значения фосфатов ($PO_4^{2-}$) за исследуемый период по данным Росгидромета в 2-3 раз меньше, чем в пунктах отбора проб в верховьях рек Мокрая Ивица, Корень и Короча, и в 30 раз меньше, чем средние показатели фосфатов в верховьях реки Сухой Корень.

Исходя из результатов сравнения гидрохимических показателей, полученных при полевых исследованиях в верховьях рек, с данными Росгидромета в районе исследования, можно сделать вывод, что значительное влияние на качество воды в районе пункта наблюдения Росгидромета играет его удалённость (10 км) от верховьев рек, где сконцентрированы площадки свиноводческих комплексов. При этом важную роль, видимо, играют процессы самоочищения рек.

Статистический анализ результатов исследования показал, что средние концентрации аммония в холодный период тесно зависят от расчётной удельной животноводческой нагрузки на территорию исследования. В связи с этим можно утверждать, что содержание аммония является значимым индикатором животноводческой нагрузки в районе исследования в холодное время года.

Несмотря на выявленные нами эпизодически проявляющиеся пиковые значения содержания загрязняющих веществ в водной среде в целом, в части среднесезонных показателей можно отметить стабильный и равномерный характер поступления нитратов и фосфатов в водную среду.

Корреляционный анализ позволяет выделить сходство гидроэкологической ситуации в отношении двух основных сезонов года: тёплого (май-середина сентября) и холодного (октябрь-март), а также два переходных периода: с конца сентября по середину октября и, ориентировочно, апрель (паводковый период).

В целом, проведённое исследование показывает, что антропогенное воздействие в совокупности с природными факторами оказывает значительное влияние на гидроэкологическую ситуации малых рек Белгородской области. Выявленная взаимосвязь ухудшения качества водных объектов с расположенными в непосредственной близости животноводческими комплексами требует системной организации работы природоохранных органов, органов местных самоуправлений, а также самих предприятий по внедрению современных методов очистки производственных сточных вод, а также повышенного внимания к использованию отходов животноводческого производства и усовершенствованию алгоритма утилизации отходов животноводческого производства [2].

## Список литературы:

1. Ежегодники качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» за 2008-2018 гг. Курск. Министерство природных ресурсов Российской Федерации Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

2. Киселев В.В., Корнилов А.Г. Геоэкологические аспекты развития современного интенсивного свиноводства на территории Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 43, №1. С. 98–108.

3. Корнилов А.Г. Задачи изучения экологического состояния и малых рек и режимов их охраны в Белгородской области / А.Г. Корнилов, С.Н. Колмыков // Геоэкология и природопользования: Труды XII съезда Русск. Географ. общества. Т.4. – СПб., 2005. – С. 179-184.

УДК 556.36(470.311)

# ОСОБЕННОСТИ РОДНИКОВ ЮГА ВЕРХНЕВОЛЖСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

**Кожанов А.М., Новых Л.Л.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: alexdubna@lenta.ru*

Большой интерес в настоящее время вызывают вопросы геоэкологических особенностей и природного разнообразия естественных выходов подземных вод. В то же время такие исследования на территории городских округов Талдомский и Дубна (Московская область) ранее не проводились. В 2004-2008 гг. были опубликованы две книги о родниках Подмосковья, но в одной из них [1] приведены описания только родников Наро-Фоминского района, а в другой указано, что авторам известно о существовании родников в Талдомском районе, но они ими не посещались [2, с. 144]. В представленном сообщении впервые анализируются особенности естественных выходов подземных вод на территории названных городских округов.

Исследуемая территория расположена на севере Московской области в пределах Верхневолжской зандрово-аллювиальной низменности и включает две административно-территориальные единицы: городской округ Дубна и городской округ Талдомский с административной территорией (до 2018 года – Талдомский район). Территория заболочена, преобладают высоты 120-135 м, максимальная высота – 167 м, минимальная – 113 м [3]. Большая часть исследованных родников относится к бассейну реки Дубна, являющейся основной естественной водной артерией района. Район отличается небольшой (до 1,5 м) глубиной залегания грунтовых вод.

На формирование родников на юге Верхневолжской низменности оказывает комплексное воздействие целый ряд факторов, как природных так и техногенных. К природным факторам можно отнести почвенный и растительный покров, небольшую глубину залегания грунтовых вод, климатические условия, влияние гидрографической сети; к антропогенным – отбор подземных и поверхностных вод на хозяйственные нужды, закачку техногенных вод в подземные горизонты, – все это приводит не только к загрязнению вод родников, но и к нарушению их режима. Характерной чертой всего Подмосковья, в том числе и исследуемой территории, является повсеместное распространение частной жилой застройки с приусадебными хозяйствами, садоводческих товариществ и коттеджных поселков.

Работы по обследованию родников на территории района были начаты нами в 2019 г. В результате были посещены и подробно изучены 16 родников, проведена их паспортизация и составлена картосхема размещения, основу которой составляет карта-схема из публикации [4]. Что показывает цифра 16? Достаточно ли мы изучили родников или лишь незначительную их часть? Для ответа на эти вопросы приведем цитату из книги «500 родников Подмосковья»: «Третья зона области (Мещерская низменность на востоке и Верхнее-Волжская на ее крайнем севере) представляют собой плоские равнины с неглубоким залеганием водоупорных глин. Поэтому здесь много болот, и на родники рассчитывать почти не приходится» [2, с. 4].

При паспортизации родников мы столкнулись с проблемой отсутствия утвержденной схемы паспорта для описания родника. Этот вопрос мы рассматривали ранее в работе [5]. В результате мы пользовались схемой паспорта, предложенной учеными геологоразведочного университета [6], но с некоторыми изменениями и дополнениями, т.к. указанная схема в наиболее полной мере соответствует научным целям описания родника.

Оценка санитарно-технического состояния родников и области их питания также осуществлялась по классификации, разработанной в Московском геологоразведочном университете [6]. Определение минерализации родниковых вод проводили непосредственно в полевых условиях с помощью комбинированного тестера для воды «Портативный TDS/EC-метр TEC-1». Для статистической обработки результатов использовалась программа «Exsel».

На рисунке 1 представлена картосхема размещения изученных родников. Около 63 % из них относятся к бассейну р. Дубна, 19 % – р. Хотча, по одному роднику (около 6 %) приурочены к бассейнам рек Сестра, Вьюлка, Волга. Родники располагаются на склонах речных долин (81 %) или в поймах рек (19 %). Почти все родники не имеют официальных названий, за исключением родника «Иорданка» в с. Спас-Угол.

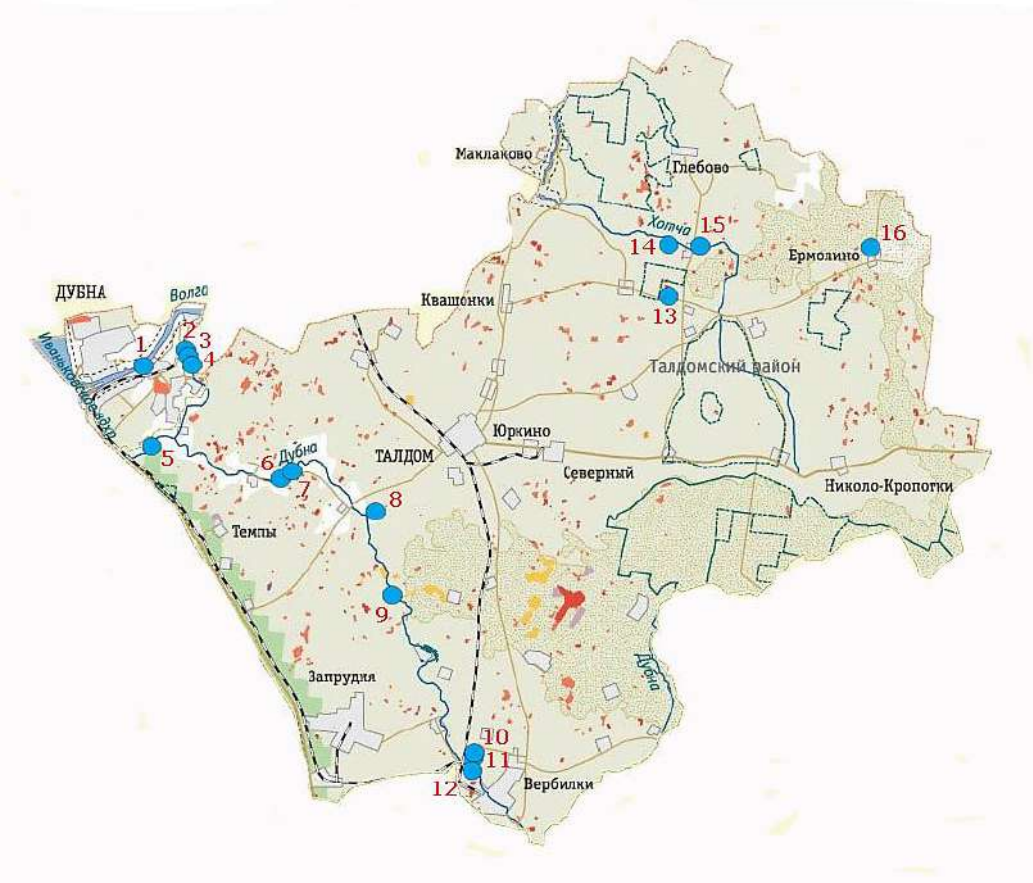



*Рис. 1.* Картосхема размещения родников исследуемого района

Формирование родников в изучаемом районе связано преимущественно с песчаными отложениями четвертичного возраста (94 %). Особенности рельефа исследуемой территории способствуют формированию постоянно действующих холодных нисходящих эрозионных родников.

Дебит родников изменяется от менее 0,01 л/с до 0,24 л/с, составляя, в среднем, 0,09 л/с. Варьирование дебита достигает 80 %. По величине дебита они относятся, по классификации О. Мейнцера и Г.А. Максимовича [7], к малым (0,01-0,1 л/с) и незначительным (0,1-1,0 л/с). Для 56 % изученных родников характерен незначительный дебит, для 44 % – малый. Среднедебитных и высокодебитных родников в ходе исследований не обнаружено.

На рисунке 2 приведена оценка родников по техническому состоянию каптажа (ТСК), санитарному состоянию родника (ССР) и области его питания (ССОП), а также

обобщенная оценка санитарно-технического состояния родника (СТСР). Итогом низкого технического состояния каптажа стало отсутствие хороших оценок СТСР.

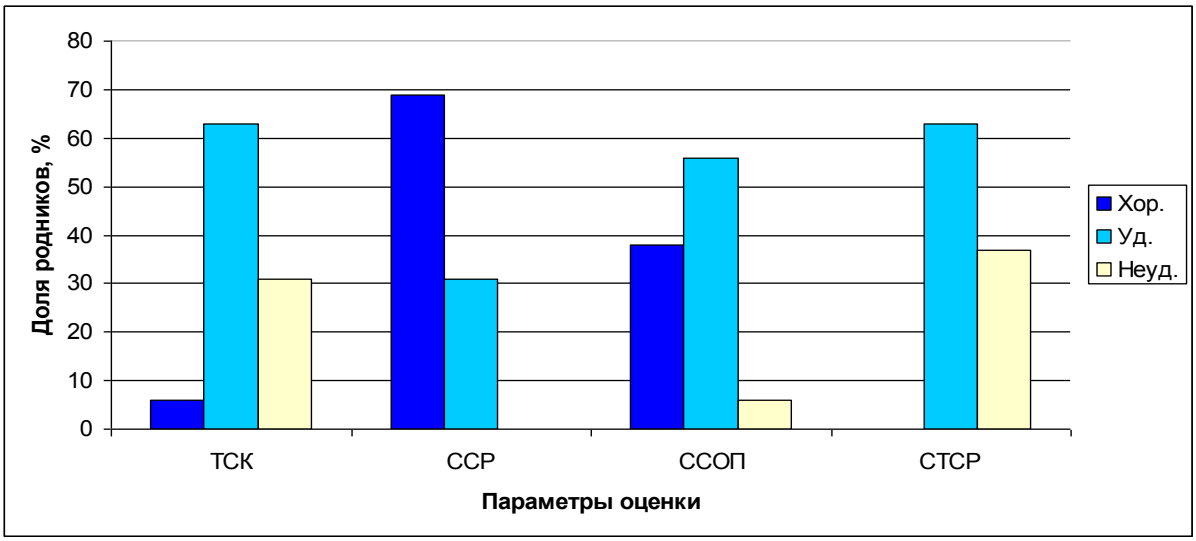



*Рис. 2.* Оценка санитарно-технического состояния исследуемых родников

По характеру и режиму использования преобладают родники, имеющие регулярное хозяйственно-питьевое значение – около 63 %; 12 % родников не используются. Следует отметить низкую вовлеченность родников в рекреационное и культовое использование, что, по-видимому, обусловлено малыми показателями дебита, не привлекающими рекреантов и не способствующими проведению культовых обрядов.

Рекреационная и культовая оценки родников были проведены по методике, разработанной учеными Института наук о Земле Белгородского национального исследовательского университета. Рекреационная оценка родников изменялась от 1,5 до 4,5 баллов, в среднем, 2,5 балла: 44 % родников имели неудовлетворительную рекреационную оценку, 50 % – низкую и 6 % – среднюю. Культовая оценка родников изменялась от 1,5 до 3,5 баллов, в среднем, 2,5 балла: 44 % родников имели неудовлетворительную культовую оценку и 56 % – низкую. В качестве примера на рисунке 3 показан родник № 6 в д. Кутачи, имеющий хорошую оценку по ТСК и наиболее высокие баллы по рекреационной (4,5 балла) и культовой (3,5 балла) оценкам.

*Рис. 3.* Родник в д. Кутачи (фото Новых Л.Л.)

Температура воды всех исследованных родников находится в диапазоне от $7^0$ С до $14^0$ С, т.е., по классификации [8], все они относятся к холодным. Общая минерализация вод изменяется от 124 до 1580 мг/л, в среднем, 345 мг/л. Варьирование показателя очень высокое – 101 %. Преобладают пресные родники (около 57 %), широко представлены ультрапресные (более 31 %); один родник (6 %) имеет относительно повышенную минерализацию воды и один родник (6 %) относится к солоноватым. Для деления на группы по минерализации использована классификация из работы [9].

Особенностью родников исследуемого района является низкий уровень их благоустройства: 69 % родников оборудованы бетонным кольцом или дощатым срубом, 25 % представляют собой трубу, выходящую непосредственно из склона, и один родник (6 %) – это родниковое поле (рис. 4).

*Рис. 4.* Родниковое поле (родник № 1) в городском парке г. Дубна в пойме р. Волга (фото Новых Л.Л.)

За последние годы проведено благоустройство четырех родников района. На рисунке 5, в качестве примера, показаны результаты реконструкции родника № 11, расположенного вблизи д. Кушки (реконструкция была проведена в 2019 г.).

*Рис. 5.* Благоустройство родника № 11 вблизи деревни Кушки (фото Кожанова А.М.)

Родник используется местным населением только в хозяйственно-питьевых целях, для рекреационных и культовых целей он не оборудован.

На территории бывшего родового имения писателя М.Е. Салтыкова-Щедрина вблизи с. Спас-Угол расположен родник «Иорданка», реконструкция которого была начата в 2020 г. Деревянный сруб был заменен на новый, увеличена глубина купели, в виде деревянного настила обустроена дорожка к роднику (рис. 6). По состоянию на июнь 2021 года реконструкция еще не завершена.

А Б

*Рис. 6.* Реконструкция родника села Спас-Угол:
А – родник до реконструкции (фото с сайта https://vadimrazumov.ru/332597.html);
Б – родник в процессе реконструкции (фото Кожанова А.М.)

Результаты проведенного исследования показывают, что большинство родников исследуемого района имеют низкий уровень благоустройства. Это является дополнительной причиной слабого использования родников в рекреационных целях. С точки зрения историко-культурной ценности наибольший интерес в перспективе представляет родник в с. Спас-Угол, связанный с именем великого русского писателя М.Е. Салтыкова-Щедрина.

**Список литературы**

1. Родники Подмосковья. Результаты экологических исследований. – М.: Мин-во экологии и природопользования Московской области. Ин-т теории и истории педагогики РАО, МООО «Экологический союз Подмосковья», ООО «Корсан», 2004. – 128 с.
2. Балабанов И.В., Смирнов С.А. 500 родников Подмосковья. – М.: Издатель И.В. Балабанов, 2008. – 184 с.
3. Информационный ресурс. Городской округ Талдомский. [Электронный ресурс]. – URL: http://ecopassmo.mosreg.ru/media/region_doc/Taldom_go.pdf (дата обращения 20.05.2020).
4. Природа Подмосковья: утраты последних двух десятилетий / М.Л. Карпачевский, А.Ю. Ярошенко, Ю.Э. Зенкевич [и др.]. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2009. – 92 с.
5. Новых Л.Л., Вареных И.В., Москаленко А.М. Проблемы и перспективы паспортизации родников учащимися школ // Социально-экологическое образование учащейся молодежи: проблемы и перспективы: материалы Всерос. научно-практ. конф.,

г. Белгород, 14 окт. 2017 г. / отв. ред. В.С. Шилова. – Белгород: ИП Остащенко А.А., 2017. – С. 195-201.

6. Швец В.М., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Родники Москвы. – М.: Научный мир, 2002. 160 с.

7. Краткий справочник по проектированию и бурению скважин на воду. 2-е изд. – М.: Недра, 1983. – 77 с.

8. Справочное руководство гидрогеолога / под ред. В.М. Максимова – Л.: Гостоптехиздат, 1979. – 836 с.

9. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т.В. Гусевой. – М.: Социально-экологический Союз, 2000. 148 с.

УДК 504.062

# КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ БЕЛГОРОДСКОГО РЕГИОНА

**Крамчанинов Н.Н.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail:kramchaninov@bsu.edu.ru*

Механизм загрязнения водоемов Центрального Черноземья (ЦЧЗ) достаточно хорошо изучен и напрямую зависит от избыточного поступления биогенных веществ – соединений фосфора и азота, что в свою очередь приводит к взрывному росту водных растений различных групп гидробионтов. Признаками интенсивного загрязнения являются высокий уровень донного осадка, высокая мутность воды особенно в теплый период, пленка на поверхности водного зеркала, неприятный запах, активное газообразование, периодические заморы рыбы, неконтролируемое размножение фитопланктона: сине-зеленые водоросли, тина, ряска. Разложение биомассы отмирающих сине-зеленых водорослей забирает из воды жизненно необходимый кислород и вырабатывает питательные элементы для нового массового «цветения». Загрязнение водоема в первую очередь отрицательно воздействует на ключевой элемент биологического равновесия и самоочищения водоема – состав полезной микрофлоры водоема (биоценоз). Водоемы с нарушенным микробиологическим самоочищением быстрее перенасыщаются неокисленной органикой и биогенными элементами, что необратимо приводит к эвтрофированию, к нарушениям естественной жизнедеятельности гидроэкосистемы, уменьшению биологического разнообразия и делает водоем опасным для прибрежных экосистем и невозможным использовать для отдыха. Для спасения и восстановления экологического равновесия водоема необходима интенсивная очистка воды и донных отложений от гниющей органики и биогенных элементов, восстановление кислородного режима и механизмов его биологического самоочищения. Радикальные методы борьбы с биогенным загрязнением очень дороги и не всегда оправдано их применение. Для восстановления небольших прудов и озер обычно применяется механическая очистка, т.е. водоем полностью сливают и проводят чистку донных отложений.

Многие водоемы ЦЧЗ и в частности Белгородское водохранилище (рис. 1), не могут быть очищены таким способом, поскольку последствия такого очищения могут стать экологической катастрофой. В таких случаях возможен комплексный подход к очистке водоема и восстановлению его экосистемы.

Например, возможно создание циркуляции воды, удаление донных осадков с помощью специальных плавающих комбайнов, насыщение воды кислородом, искусственное изменение видового состава микроорганизмов. Предлагаемый комплекс мероприятий будет иметь положительный эффект при условии сокращения поступления в воду сточных вод с высоким содержанием загрязняющих веществ. В современных условиях экономики большинство предприятий-водопользователей испытывают дефицит средств для эксплуатации, модернизации, а тем более для строительства новых высокотехнологичных очистных сооружений. Это приводит к недостаточной степени очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод и к еще большему негативному воздействию на водные ресурсы. Для решения этой проблемы имеет смысл разрабатывать и совершенствовать эффективные и экономичные методы доочистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, используя возможности природных и природно-антропогенных водных экосистем к самоочищению и нейтрализации загрязняющих веществ.

*Рис. 1.* Серия космических снимков Белгородского водохранилища

Интенсификация процессов самоочищения вод от различных загрязняющих веществ с помощью высшей водной растительности (ВВР) в симбиозе с другими звеньями экосистемы в большинстве случаев оказывается экономичным и эффективным методом. В ходе эволюции растительность выработала ряд защитных механизмов, и ее присутствие способствует разложению многих химических соединений. Выделяя органогенный кислород и аэрируя воду, ВВР способствует окислению органических веществ бактериями, одновременно используя полученные продукты распада для своей жизнедеятельности. В некоторых случаях степень удаления органических примесей с помощью макрофитов выше, чем при использовании промышленных методов очистки воды в аэротенках. Иногда удается уменьшить общую биогенную нагрузку на водоем до 47 %. Для Белгородского водохранилища строительство прудов с ВВР необходимо выполнить в местах впадения рек Разуменка и Топлинка.

Проблему дефицита кислорода в воде позволяют решать аэраторы – устройства, обогащающие воду кислородом, но уровень энергозатрат на введение в воду 1 кг кислорода составляет, в зависимости от условий от 10,4 до 103 квт/ч (Ф. Уитон, 1985).

Из имеющегося на сегодняшний день оборудования, наиболее выгодно выделяются донные аэраторы, они способны аэрировать всю толщу водных масс водоёма, насыщая её кислородом, ликвидируя застаивание воды, температурные слои и намерзания в холодное время года. Донные аэраторы для прудов и водоёмов работают круглый год, практически не требуют технического обслуживания, просты в использовании. Стоимость подобного приобретения из расчета единицы площади (по состоянию на август 2020 г.) обойдется для аэрации 4,5 га примерно 540-600 тыс. рублей. Затраты на приобретение оборудования для аэрации всей площади БВХ (23 км²) составят около 300 млн. рублей. К этим затратам нужно добавить ежесуточное потребление электроэнергии.

Как альтернативными энергосберегающими устройствами для аэрации воды являются предлагаемые концептуальные решения по созданию ветрокомпрессорных и гидротурбинных установок, использующих энергию ветра и скоростной напор воды из объема водохранилища, с последующей подачей сжатого воздуха по трубопроводу к барботажным устройствам. Это позволит круглогодично проводить аэрацию водных объектов без затрат на энергообеспечение процесса и достижение максимального результата улучшения качества водной среды с наименьшими материальными затратами.

Ещё одним из основных видов работ по улучшению качества воды в водохранилищах, являются дноуглубительные – удаление донных отложений - сапропеля. Конечно, озерный сапропель отличается по качественному составу от донных отложений водохранилищ, но нужно учитывать возможность их рационального использования как сырья. Для этого необходимо выполнить предварительные исследования на пригодность, донных илов водохранилища, как сырья для производства удобрений и рекультивантов, почвообразователей, сорбирующие тяжелые металлы, радионуклиды (согласно ГОСТ Р 5400-2010). В вопросе по созданию технологии добычи сапропеля все неоднозначно и требуется комплексное инженерно-техническое обоснование выбора технологических решений с применением различных видов оборудования и механизмов. Но самым сложным вопросом в решении выше обозначенных задач является источник финансирования. Предлагаем рассмотреть выполнение дноуглубительных работ как добычу сырья и дальнейшую его переработку. Другими словами - предлагаем бизнесу получать от этого дела прибыль и решать проблемы экологии. Вот для примера некоторое обоснование. Наиболее прибыльным бизнесом при производстве продукции из сапропеля считается производство и продажа таблетированных удобрений в микроупаковке. Доходность от продаж такой продукции достигает 72 тыс. руб. на тонну сырья при ее себестоимости 1200-1600 руб/тонна. Капитальные вложения в эту область переработки сапропелей не выше 5-9 млн. руб., а доходность – до 280 тыс. руб. на тонну подготовленного сырья. Оборудование выпускается для переработки от 5 до 50 тонн сырья в месяц. Еще одно из направлений сбыта продукции это рекультивация нарушенных земель горнодобывающими комплексами.

Рассмотрим на примере Лебединского ГОКа (рис. 2). Интенсивные темпы наращивания производственной мощности комбината по добыче руды влечет за собой дополнительное изъятие высокоплодородных сельскохозяйственных земель под развитие и расширение карьера, внешних отвалов, промплощадки комбината.

По состоянию на 01.01.2020г. на комбинате нарушено около 3350 га земель. Нарушенные и нарушаемые земли занимают значительные площади высокопродуктивных земель региона, оказывают негативное воздействие на окружающую среду и полностью меняют структуру естественного ландшафта территории.

*Рис. 2.* Отвалы Лебединского ГОКА

В связи с этим задача рационального использования земель, их своевременное и качественное восстановление, нейтрализация негативных воздействий на окружающую среду, поиск рациональных технологических способов и направлений рекультивации имеет актуальное значение.

Для того чтобы осуществить экономически эффективную, качественную и в минимально возможные сроки рекультивацию земель комбината необходимо выполнение комплекса специальных исследований, основными задачами которых являются:

- анализ и уточнение качественно-количественных характеристик нарушенных и нарушаемых земель комбината;
- определение первоочередных объектов рекультивации нарушенных земель и сроков их выполнения;
- исследование различных направлений хозяйственного освоения рекультивационных земель и выбор для условий Лебединского ГОКа наиболее целесообразного направления с учетом хозяйственной ценности и экологической безопасности;
- разработка технических требований к морфологическим параметрам отвалов и к технологическим схемам формирования отвалов, обеспечивающих подготовку участков нарушенных земель к рекультивации в минимально возможные сроки;
- исследование пригодности вскрышных пород карьера для целей рекультивации земель без нанесения на рекультивируемые земли плодородных слоев почв;
- исследование пригодности донных илов водохранилищ для целей рекультивации земель;
- исследование возможности использования для рекультивации основного наиболее мощного горнотранспортного оборудования в процессе отвалообразования;
- установление рациональных технологических схем выполнения рекультивационных работ как для действующих, так и для завершенных или частично завершенных отвалов;
- определить объемы рекультивационных работ на период до 2025 г. и составить календарный график их выполнения.

Конечно, что бы это все увязать в одну технологическую цепочку необходимо привлечение административного ресурса, разработка инвестиционных проектов, поиск инвесторов и многое другое.

Исследования в выбранном направлении позволят проверить концептуальные решения на жизнеспособность, а в случае успеха достичь давно искомого результата по оздоровлению Белгородского региона. Внедрение предлагаемых мероприятий не потребует со стороны регионального бюджета больших финансовых вложений, а в результате использования комплексных биоинженерных и инженерно-технических мероприятий будут восстановлены компоненты экологического механизма самоочищения водоемов, что позволит значительно улучшить качество воды. В результате применения будут достигнуты поставленные цели, задачи по управлению экологическим состоянием водных объектов, приведение к состоянию экологического равновесия. В случае пригодности донных илов водохранилищ для целей рекультивации земель, реализация предлагаемого комплекса работ позволит ускорить процесс восстановления нарушенных территорий, определить оптимальные направления их использования, снизить затраты на выполнение рекультивационных работ, уменьшить экологическую напряженность в регионе и обеспечить рациональное использование отведенных комбинату земель.

УДК 551.582

## ОЦЕНКА ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

**Крымская О. В., Крымский И.А., Крымская А.А.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: krymskaya@bsu.edu.ru*

Реальность современных изменений в климатической системе подтверждается многочисленными данными инструментальных наблюдений. По данным второго оценочного доклада Росгидромета об изменениях климата в нашей стране среднегодовая скорость потепления превышает скорость глобального потепления почти в два раза. Максимальные проявления потепления отмечаются на Европейской территории России [1].

Регламент Всемирной метеорологической организации определил необходимый для получения климатических норм период в 30 лет. В настоящее время в качестве климатических норм используют осредненные данные за период 1961 – 1990 гг. С 1991 года прошел новый тридцатилетний период, что позволяет оценить изменения в термическом режиме региона, определив новые климатические нормы.

Для оценки происшедших за последние десятилетия изменений термического режима использовались фондовые данные Белгородского центра по гидрометеорологии, систематизация которых проводилась с помощью стандартного пакета MS-Excel [6]. Созданные банки данных послужили основой для анализа изменений термического режима в регионе. В табл.1 приведены данные среднемесячных значений температуры воздуха за разные периоды осреднения ст. Б.-Фенино, являющейся реперной климатической станцией на территории Белгородской области. Отдельной строкой приведены данные за 2020 год, который оказался самым теплым за весь период наблюдений.

*Таблица 1.*

**Среднемесячные значения температуры воздуха по данным Богородицкое-Фенино**

| Периоды осреднения | Месяцы года | | | | | | | | | | | | Год |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1961-1990 гг. | -8,7 | -7,9 | -2,4 | 7,1 | 14,3 | 17,6 | 18,8 | 18,0 | 12,5 | 5,9 | -0,4 | -5,1 | 5,8 |
| 1991-2020 гг. | -6,1 | -5,6 | -0,6 | 8,1 | 14,6 | 18,3 | 20,2 | 19,2 | 13,3 | 6,9 | 0,0 | -4,5 | 7,0 |
| 2020 г. | -1,0 | -1,0 | 4,7 | 6,9 | 12,0 | 20,9 | 20,5 | 18,9 | 15,6 | 10,8 | 1,3 | -4,9 | 8,7 |

В 2020 году положительные аномалии среднемесячной температуры воздуха с января по март составили около 7$^{o}$С, в то же время май оказался холоднее нормы более чем на два градуса. Это явление раннего наступления весны и затяжного её характера из-за регулярно наблюдающихся возвратов холодов в начале вегетационного периода способствует формированию опасных агрометеорологических условий [3, 5].

В наибольшей степени изменения температуры воздуха проявились в холодном полугодии и, особенно – с января по март, что отразило известный факт «потепления по зимнему типу», которое фиксировалось со средины 70-х годов прошлого века. В начале XXI века рост среднемесячных температур этих месяцев замедлился, но наметилась тенденция увеличения температур в теплое время года, особенно явно проявившаяся в августе и сентябре.

Сравнение двух тридцатилетних периодов (1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.) подтверждает, что глобальное потепление проявилось на территории Белгородской области – среднегодовая температура увеличилась на 1,2$^{0}$С, рост температуры был отмечен во всех месяцах и составлял от 0,3 до 2,6$^{0}$С.

Анализ линейных трендов температуры можно использовать для оценки направления и интенсивности её изменения за определённый временной промежуток. В работе были исследованы тренды за период 1961-2020 гг.

Показателем величины и знака тенденции является угол наклона линейного тренда, описывающий интенсивность и направление изменения температуры воздуха. За исследуемый период выявлены положительные линейные тренды в изменении среднемесячных значений температуры воздуха в следующих месяцах: с января по апрель, с июля по октябрь и в целом за год.

Анализ характеристик линейных трендов построенных для среднемесячных значений температуры указанных месяцев и среднегодовой температуры показал, что тенденция к повышению температуры значима на уровне 0,05. В табл. 2 представлены полученные результаты.

*Таблица 2*

**Статистические характеристики линейных трендов за период 1961-2020 гг.**

| Месяцы | Величина тренда, $^{o}$С/10 лет | Параметр $R^2$ |
|---|---|---|
| Январь | 0,72 | 0,1077 |
| Февраль | 0,69 | 0,1009 |
| Март | 0,66 | 0,1251 |
| Апрель | 0,33 | 0,0677 |
| Июль | 0,33 | 0,1043 |
| Август | 0,36 | 0,1307 |
| Сентябрь | 0,27 | 0,0755 |
| Октябрь | 0,3 | 0,0848 |
| Год | 0,38 | 0,341 |

Если разбить период 1961-2020 гг. на два (1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.), то в первом периоде был выявлен один статистически значимый (на уровне 95%) отрицательный линейный тренд в изменении среднемесячных значений температуры

воздуха в июле, а во втором, напротив – полученные статистические характеристики свидетельствуют о повышении среднемесячных температур воздуха в августе, сентябре, декабре и в целом за год (рис.1).

Одной из задач исследования было выявление числа случаев с положительными и отрицательными аномалиями температуры воздуха на массиве ежедневных данных суточной размерности реперной климатической станции Б.-Фенино за период 1998 – 2020 гг. Для этого был использован метод «сигм», позволяющий определить аномальные значения в нестационарных рядах с распределением близким к нормальному. Основу данного метода анализа составляет расчет среднего значения ряда и среднеквадратичного отклонения (СКО).

Суть данного метода сводится к тому, что любые значения ряда, отличающиеся от среднего больше, чем на два СКО, являются потенциальными аномалиями. Порог определения аномалий задаётся формулой:

$$A = T_{cp} \pm 2 * \delta$$

где $A$ – пороговое значение положительной (отрицательной) аномалии температуры воздуха; $T_{ср}$ – норма среднесуточной температуры воздуха; $\delta$ - среднеквадратическое отклонение среднесуточной температуры воздуха [4].

За исследуемый период (с 1998 по 2020 гг.) было отмечено 200 случаев с аномальными значениями средних суточных температур, большая часть (139 случаев) из которых была положительными аномалиями. Результаты представлены в табл.3.

*Таблица 3*

**Число дней с аномальными значениями средней суточной температуры воздуха в Б.-Фенино за 1998-2020 гг.**

| Месяц | Положительные аномалии | Отрицательные аномалии |
|---|---|---|
| Январь | - | 10 |
| Февраль | - | 5 |
| Март | 14 | 2 |
| Апрель | 1 | - |
| Май | 3 | 8 |
| Июнь | 10 | 6 |
| Июль | 48 | 1 |
| Август | 28 | - |
| Сентябрь | 5 | - |
| Октябрь | 18 | 3 |
| Ноябрь | 9 | 13 |
| Декабрь | 3 | 13 |

Максимальное число случаев с отрицательными аномалиями температуры воздуха наблюдалось с ноября по февраль. Среди месяцев теплого времени года они также отмечались в мае и июне. Анализ межгодовой динамики показал, что отрицательные аномалии температуры в мае, июне, ноябре и феврале преобладали до 2009 года, а в декабре и январе они наблюдались равномерно в течение всего периода.

Максимальное число случаев с положительными аномалиями температуры воздуха было отмечено в июле, августе, октябре, марте. В этих же месяцах наблюдается резкое преобладание положительных аномалий над отрицательными. Анализ межгодовой динамики показал рост повторяемости положительных аномалий температуры в этих месяцах после 2009 года. В сентябре и ноябре положительные аномалии температуры наблюдались только после 2009 года.

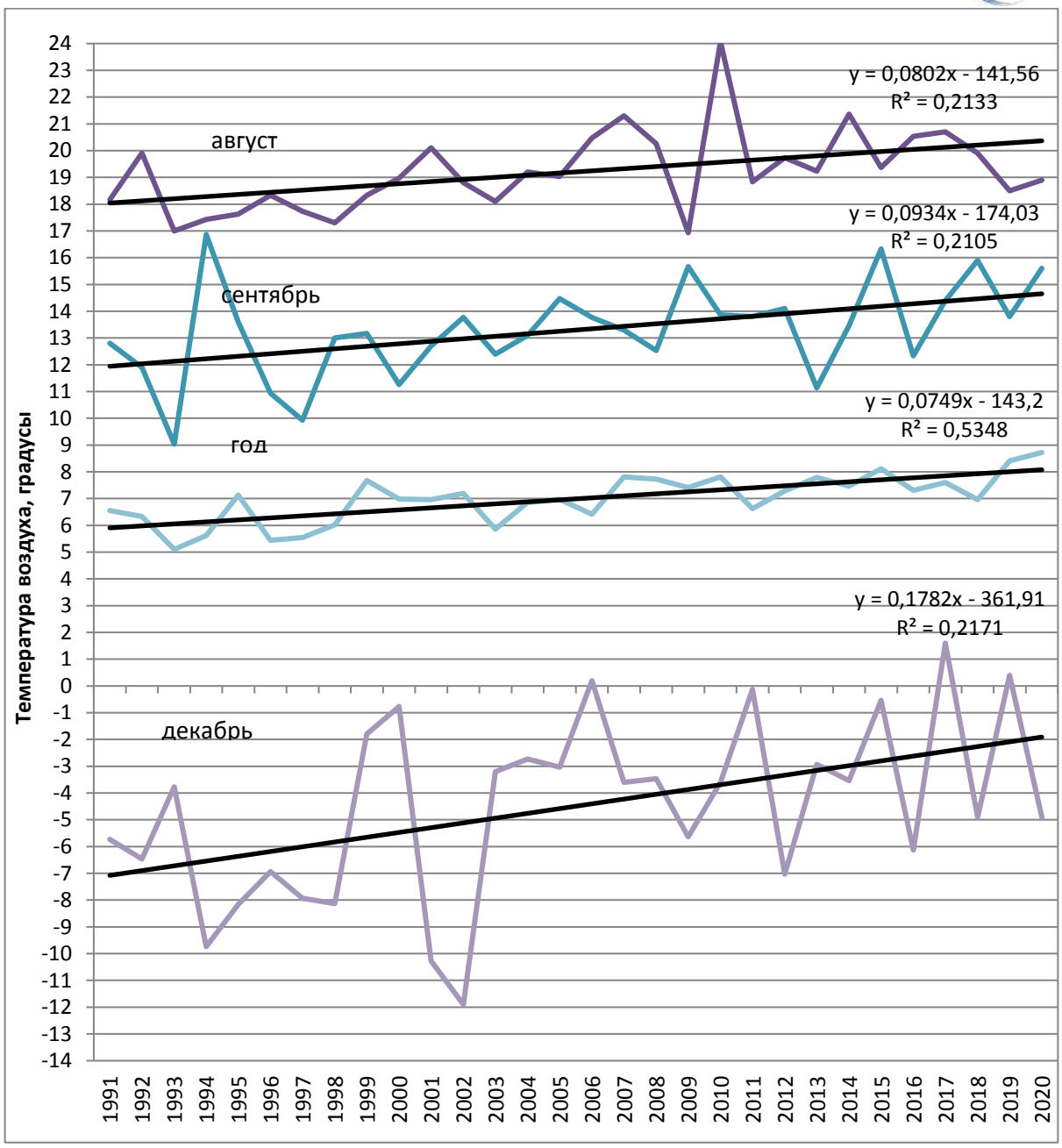



*Рис. 1.* Многолетний ход среднемесячной температуры воздуха за период 1991-2020 гг. по данным ст. Б.-Фенино.

Месяц, с более стабильным температурным режимом - апрель, лишь однажды – в 2017 году был отмечен один случай положительных аномалий.

Таким образом, следует отметить, что за последние 30 лет произошли существенные изменения в температурном режиме Белгородской области, что проявилось в росте температур не только месяцев холодного времени года, но и теплого полугодия. Рост температур в летние месяцы неблагоприятен для растениеводства, так как осадки в период активной вегетации выпадают в виде ливней, после которых часто устанавливаются продолжительные периоды без дождей, с сухой и жаркой погодой. Анализ повторяемости непрерывных периодов без осадков, проведённый ранее [2, 5] показал, что в начале XXI века в Белгородской области зафиксирован рост таких периодов, продолжительностью больше двух недель, что вкупе с ростом

теплообеспеченности вегетационного периода способствует усилению засушливости. Указанные тенденции нельзя считать благоприятными для сельского хозяйства региона.

**Список литературы**

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1018 с.
2. Крымская О.В., Крымская А.А. Изменения в режиме осадков на территории Белгородской области в начале XXI века // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Материалы международной научно-практической конференции. Воронеж, 2019. С. 206-208.
3. Лебедева М.Г., Крымская О.В., Чендев Ю.Г. Изменение условий атмосферной циркуляции и региональные климатические характеристики на рубеже XX-XXI вв. (на примере Белгородской области) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 2017, №18(40), с.157-163.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 28. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990.365 с.
5. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата: монография / [Ю.Г. Чендев, М.Г. Лебедева, С.М. Матвеев и др.]. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 326 с.
6. Фондовые материалы Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период 1961-2020 гг.

УДК 556.131(470)

## ОСОБЕННОСТИ УВЛАЖНЕНИЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

**Малинин В.Н., Гордеева С.М., Митина Ю.В.**
*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*
*E-mail: malinin@rshu.ru*

**Введение**. Абсолютное увлажнение представляет разность между количеством выпавших осадков ($P$) и суммарным испарением с ($E$), которое наиболее объективно характеризует степень засушливости (переувлажнения) поверхности суши. При оценке $P-E$ наибольшую сложность представляет определение суммарного испарения, особенно для значительных площадей, состоящих из совокупности различных видов поверхности суши. Вследствие сложности учета отдельных видов испарения в расчетах часто используются полуэмпирические связи суммарного испарения с определяющими факторами. Особенно часто используется величина испаряемости ($E_0$), под которой понимают максимально возможное при данных метеорологических условиях испарение. Испаряемость является основой для оценки разных индексов увлажнения: коэффициента испаряемости $E_0/P$, относительного испарения $E/E_0$, дефицита испарения $E_0-E$ и др. В условиях глобального потепления, сопровождающегося разбалансировкой климатической системы, происходит резкий рост аномальных условий абсолютного увлажнения поверхности суши и прежде всего засух и переувлажнения, в том числе наводнений. Именно засухи и наводнения вносят самый большой вклад в быстрый рост опасных гидрометеорологических явлений, которые приводят к значительному эколого-экономическому ущербу. Поэтому в данной работе рассматриваются особенности

пространственно-временной изменчивости характеристик увлажнения в Европейской части России (ЕЧР) с акцентом на мощные засухи и сильное переувлажнение территории.

**Материалы и методы.** Для оценки характеристик увлажнения источником исходной информации послужил архив ВНИИГМИ-МЦД (http://aisori.meteo.ru/ClimateR). Временные ряды по осадкам в этом архиве приводятся с 1966 г., когда на метеорологических станциях был закончен переход к осадкомеру Третьякова и с января 1966 г. начала вводиться поправка на смачивание, поэтому ряды сумм осадков можно считать однородными. Всего в работе использовались данные об осадках на станциях, расположенных на ЕЧР севернее 45° с.ш. Наиболее низкая плотность сети отмечается для северо-восточной части ЕЧР.

Для средних многолетних месячных условий комплексный метод оценки испаряемости М.И. Будыко считается наиболее признанным и физически обоснованным. Принципиальный недостаток метода состоит в том, что с его помощью можно рассчитывать только среднемноголетние месячные значения $E_0$. Для определения $E_0$ за конкретные месячные интервалы времени использовалась гипотеза сопряженности пространственно-временных колебаний испаряемости и дефицита влажности, из которой следует что среднемноголетняя величина испаряемости на $j$-той станции может быть выражена в виде:

$$\bar{E}_{0j} = \langle \bar{E}_0 \rangle \left( \frac{\bar{d}_j}{\langle \bar{d} \rangle} \right)^{\chi}, \tag{1}$$

где $d$ – дефицит влажности, треугольные скобки означают пространственное усреднение, а параметр $\chi$ – отношение пространственных (временных) коэффициентов вариации ($C$) испаряемости и дефицита влажности, т.е.

$$\chi = \frac{C_{\langle E_0 \rangle}}{C_{\langle d \rangle}} = \frac{C_{E_{0i}}}{C_{d_i}}, \tag{2}$$

Из данной формулы следует, что временная изменчивость среднемесячных параметров испаряемости и дефицита влажности в конкретном пункте ЕТР равнозначна пространственной изменчивости среднемноголетних значений этих же параметров. Отметим, что предлагаемый подход к оценке $E_0$ прост и не требует каких-либо трудно определяемых параметров.

Для удобства вычислений выполнена параметризация средних многолетних значений испаряемости с использованием номограмм их зависимости от дефицита влажности для различных геоботанических зон ЕТР и для каждого месяца теплого периода (апрель-октябрь). Полученные значения испаряемости использовались для аппроксимации этой зависимости различными эмпирическими формулами. Было выявлено, что максимальную точность аппроксимации испаряемости обеспечивает рациональная функция в виде:

$$\bar{E}_0 = \frac{(a_0 + a_1 \bar{d})}{(1 + a_2 \bar{d} + a_3 \bar{d}^2)}, \tag{3}$$

где $a_0$, $a_1$, $a_2$, $a_3$ – коэффициенты рациональной функции.

Для каждого месяца теплого (апрель-октябрь) периода года и различных геоботанических зон ЕЧР определены коэффициенты рациональной функции, причем во всех случаях коэффициент детерминации достигал $R^2$=0.99. В зимний (ноябрь-март) период испаряемость принимается равной испарению со снега, которое рассчитывалась по формуле $E_{зим} = 0{,}37 n \cdot d$, где $n$ – число дней в месяце. Для октября приняты апрельские значения $\chi$. Отсюда следует, что годовой цикл испаряемости может быть определен только по данным о значениях дефицита влажности.

Расчет значений $E_0/P$ выполнялся по данным об упругости водяного пара, температуре воздуха и осадкам на метеорологических станциях относительно равномерно расположенных на ЕЧР. Предварительно была выполнена трудоемкая работа по подготовке исходных данных к расчетам среднемесячных значений $E_0/P$. Поскольку некоторые ряды наблюдений имели значительные пропуски, то были выбраны те их них, для которых число пропусков в срочных данных за летний период не превышало 5% в среднем за весь период. Для этих станций среднемесячные значения рассчитывались как среднее взвешенное значение относительно количества качественных сроков наблюдений. Если число пропусков за месяц превышало 50%, среднемесячное значение не рассчитывалось и считалось пропуском в среднемесячном ряду. При усреднении за полугодие и за год, такие пропуски заполнялись средними значениями за этот сезон. Окончательное число станций, которое использовалось в последующих расчетах, составило 47. При построении карт в качестве южной границы ЕЧР была принята широта 45$^{o}$ с.ш.

**Результаты и обсуждение.** В результате расчетов была построена серия оригинальных карт: суммарной испаряемости, коэффициентов вариации и линейных трендов испаряемости, суммарных осадков, коэффициентов вариации и линейных трендов осадков, коэффициента испаряемости, его коэффициента вариации и линейного тренда. Карты были построены за многолетний (1966−2017 гг.) период в трех вариантах: для холодного (октябрь-март) и теплого (апрель-сентябрь) полугодий и в среднем за год, причем ряд карт для ЕЧР вообще было построено впервые. В результате расчетов установлено наличие положительных трендов в годовых значениях испаряемости, распределение которых носит очаговый характер. Максимальные тренды отмечаются в основном к юго-западной части ЕЧР. Распределение положительных трендов в осадках также носит очаговый характер с максимальными оценками 3,7 мм/год в районе Сыктывкара. Вследствие одинакового характера трендов в испаряемости и осадках, происходит их нивелирование в коэффициентах испаряемости $E_0/P$, в результате чего их тренды оказываются незначимыми на большей части ЕЧР.

На рис. 1 приводится межгодовой ход осредненных по европейской части России годовых значений $<E_0>$, $<P>$ и $<E_0/P>$ за период 1966−2017 гг. Для испаряемости характерно уменьшение до 1978 г., после которого начинается ее довольно быстрый рост. Величина тренда за 1979−2017 гг. составляет почти 2 мм/год, в то время как за весь рассматриваемый период – 0,88 мм/год. Коэффициент вариации, который характеризует межгодовые колебания $<E_0>$, равен $C_v$ = 0,06. При этом отмечается несколько значительных положительных экстремумов. Это 1972, 1975 и 2010 гг.

Отрицательные аномалии в колебаниях $<E_0>$ выражены слабее. Годовые оценки $<E_0>$ полностью характеризуют их изменчивость за теплое полугодие (корреляция $r$=1,0).

Для межгодового хода осадков свойствен значимый положительный тренд, величина которого равна 1,0 мм/год. Изменчивость $<P>$ несколько выше изменчивости $<E_0>$ ($C_v$ = 0,08). Характерной особенностью $<P>$ является наличие мощных аномалий. Отрицательные экстремальные значения осадков отмечаются в 1972, 1975, 1996 и 2014 гг., значительные положительные аномалии – в 1989, 1998, 2004, 2012 и 2017 гг. Корреляция годовых сумм осадков с осадками за теплое полугодие составляет $r$=0,66. Корреляция между $<E_0>$ и $<P>$ не столь значительна ($r$ =–0,36), но при этом отмечается полное совпадение значительных положительных аномалий $<E_0>$ с отрицательными $<P>$ и наоборот. Это существенно усиливает межгодовые колебания $<E_0/P>$. Коэффициент вариации возрастает почти вдвое ($C_v$ = 0,13). По степени охвата территории самые мощные засухи на ЕТР отмечались в 1972 и 1975 гг. Далее по степени убывания засушливости идут 2015, 2010 и 1996 гг. Одновременно с этим можно отметить ряд лет с переувлажнением территории. Принимая в качестве порогового значения $<E_0/P>$ меньше 1, получаем: 1978, 1985, 1987, 1990, 1993, 1997,

2004 и 2017 гг. Корреляция $<E_0/P>$ с $<E_0>$ составляет $r$ = 0,75, а с $<P>$ – $r$ = –0,84, т.е. их влияние на изменчивость $<E_0/P>$ почти одинаково. В отличие от испаряемости и осадков, тренд в межгодовом ходе $<E_0/P>$ отсутствует. Корреляция годовых значений $<E_0/P>$ с коэффициентом испаряемости за теплое полугодие составляет $r$=0,84. Без использования каких-либо дополнительных критериев ряд $<E_0/P>$ четко разбивается на 3 градации: выше нормы, т. е. засухи (5 лет), ниже нормы (8 лет) и норма (39 лет).

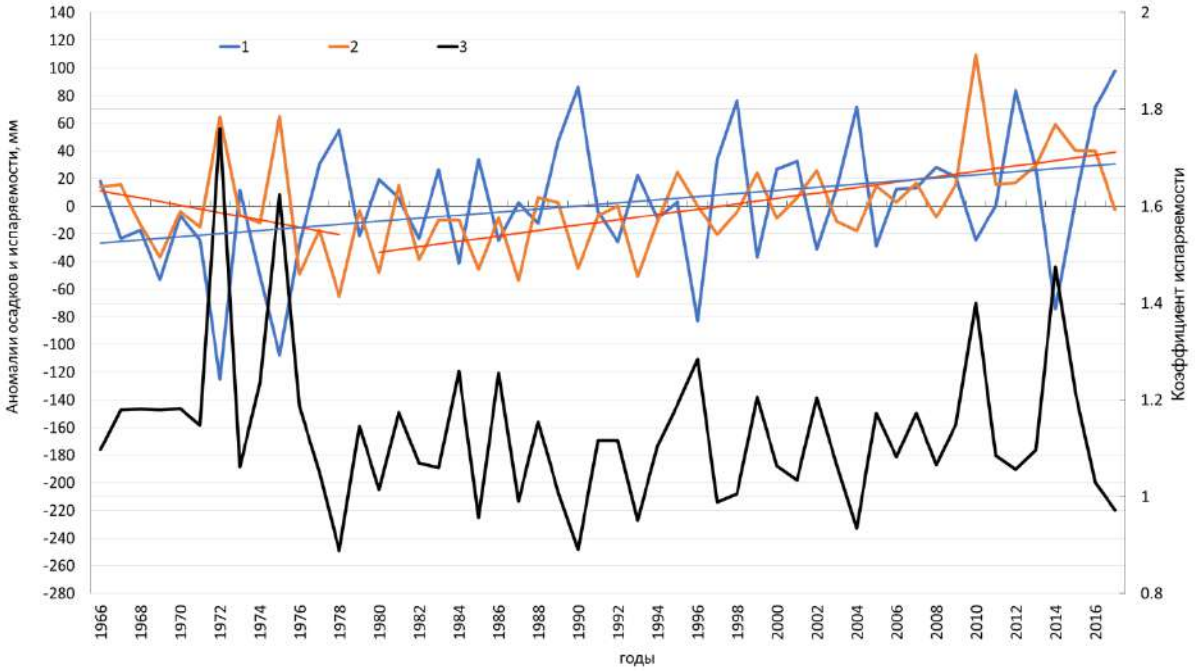



*Рис. 1.* Межгодовой ход аномалий осредненных по европейской территории России до 45° с.ш. годовых значений осадков $<P>$ (1), испаряемости $<E_0>$ (2), а также коэффициента испаряемости $<E_0/P>$ (3) за период 1966−2017 гг.

Понятно, что в зимнее полугодие межгодовая изменчивость $E_0/P$ полностью определяется изменчивостью осадков. В летнее полугодие, несмотря на то, что по абсолютной величине испаряемость превышает осадки, ее межгодовая изменчивость меньше межгодовой изменчивости осадков. Поэтому вклад осадков в межгодовую изменчивость $E_0/P$ должен быть существенно выше. С помощью регрессионного анализа в линейном приближении были построены карты вклада осадков в изменчивость суммарных за теплый период значений $E_0/P$ за 1966−2017 гг. Действительно, как видно из рис. 2, для большей части ЕЧР он превышает 80%, в широтной зоне 53−63° с.ш. $R^2$=0,85−0,90. И только на юго-востоке ЕЧР (в нижнем Поволжье) он снижается до $R^2$=0,55−0,70.

Увлажнение суши очень важно для идентификации и прогноза засух. Как видно из рис. 1 наиболее мощной является засуха 1972 года, которая продолжалась весь летний сезон. Эта засуха охватывала почти всю ЕЧР и только на крайнем северо-западе ЕЧР засуха отсутствовала. По направлению к юго-востоку засушливость территории возрастала. При этом на большей части ЕЧР норма $E_0/P$ была значительно превышена: от 1,5 до 2,5 раз. Особенно стремительно засушливость нарастала южнее Волгограда в нижнем течении Волги. В районе Астрахани она превышала норму уже в 6,5 раз. За апрель-октябрь 1972 г. здесь выпало 18,4 мм осадков при норме 134 мм.

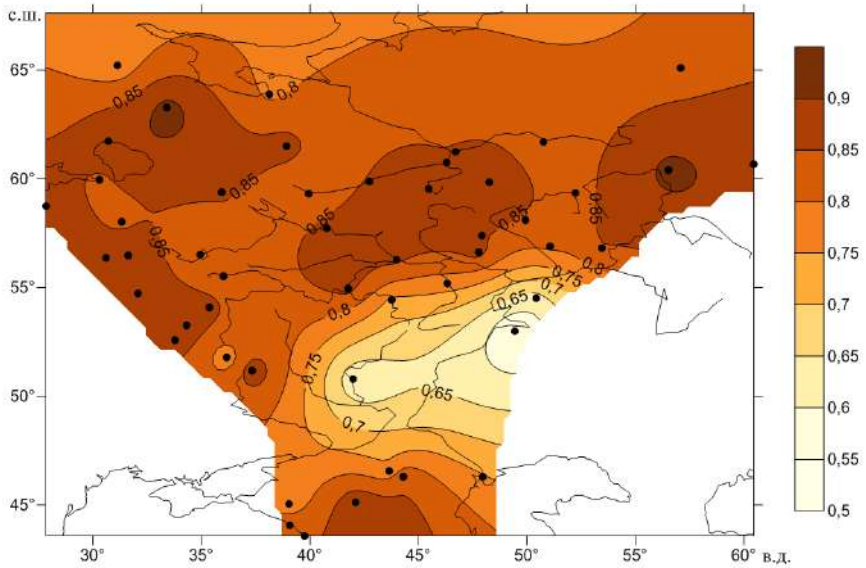



*Рис. 2.* Распределение на территории ЕЧР линейного вклада осадков в изменчивость летних значений $E_0/P$ за период 1966−2017 гг.

Оценим степень неравномерности пространственного распределения сильных засух и переувлажнения территории. Для каждой станции выполнена сортировка данных $E_0/P$ на 3 выборки: засухи (5 лет), переувлажнение (8 лет) и нормальное увлажнение (39 лет). После этого для каждой станции осуществлялось сравнение средних значений в экстремальные годы и годы с нормальным увлажнением по критерию Стьюдента (при уровне значимости 5%). Это позволило построить карты пространственного распределения критерия Стьюдента, характеризующего значимые расхождения с нормой средних значений коэффициента испаряемости $E_0/P$ для засух и переувлажнения (рис. 3).

Как видно из рис. 3*а* сильные засухи проявляются на большей части ЕЧР. Исключение составляют районы севернее 62° с.ш. Самые мощные засухи сконцентрированы в основном в лесостепной зоне (максимум в районе Краснослободска, Елатьмы). Максимальные оценки критерия Стьюдента здесь превышают его критическое значение почти в 4 раза.

Более сложная картина наблюдается в пространственном распределении критерия Стьюдента, характеризующего значимые расхождения с нормой средних значений коэффициента испаряемости $E_0/P$ в периоды переувлажнения. Из рис. 3*б* видно, что сильное переувлажнение носит преимущественно очаговый характер и практически отсутствует в северных районах ЕЧР. Выделилось четыре очага переувлажнения, однако их мощность значительно уступает сильным засухам. Отметим, что «переувлажненность» юго-восточной части ЕТР является относительной, ибо даже в нижнем течении Волги критерий Стьюдента является значимым. Это связано с малым количеством выпадающих здесь осадков. Поэтому, даже относительно небольшое превышение их над нормой существенно уменьшает оценку коэффициента испаряемости.

Значительный интерес представляет оценка вклада испаряемости и осадков в формирование сильных засух и переувлажнения территории. С этой целью были отобраны станции, для которых критерий Стьдента значим. Для засух число таких станций равно $n$=35, для переувлажнения $n$=24. Далее рассчитывались коэффициенты детерминации между коэффициентом испаряемости, осадками и испаряемостью. В результате были получен несколько неожиданный результат. В формировании засух

ключевым фактором является уменьшение количества осадков (вклад 73%), а в формировании переувлажнения – уменьшение испаряемости (91 %).

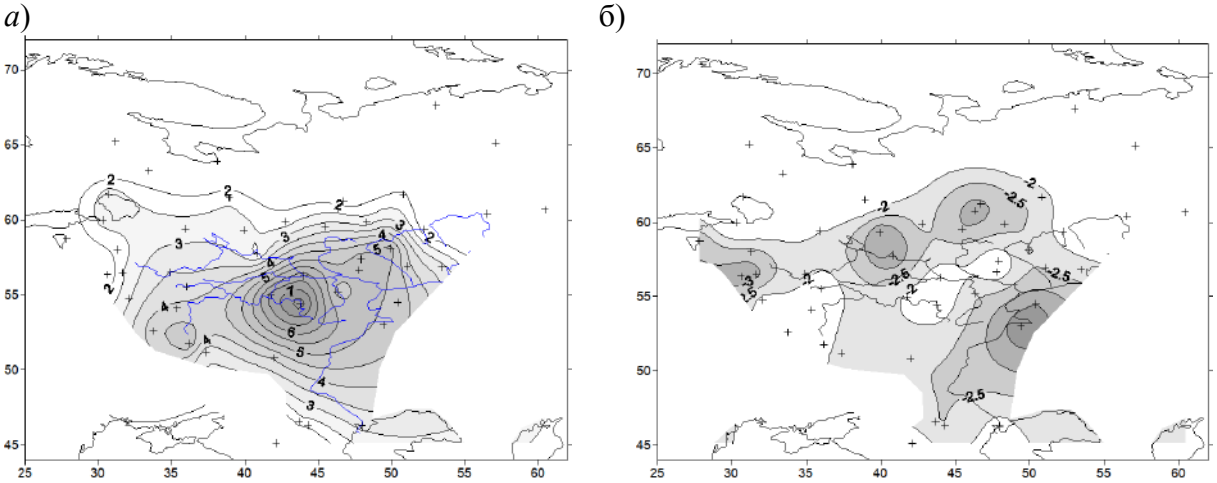



*Рис. 3.* Пространственное распределение критерия Стьюдента для оценки расхождений между средними значениями коэффициентов испаряемости $E_0/P$ для засух и нормы (*а*) и для переувлажения и нормы (б)

**Выводы**. Впервые за длительный период рассмотрен межгодовой ход компонентов увлажнения на ЕЧР и показано наличие мощных аномалий в виде экстремальных засух и сильного переувлажнения. Их формирование обусловлено полным совпадением на большей части ЕЧР значительных положительных аномалий испаряемости и отрицательных аномалий осадков и наоборот. Выполнена оценка неравномерности пространственного распределения сильных засух и переувлажнения территории. Показано, что самые мощные засухи сконцентрированы в основном в лесостепной зоне (в районе Краснослободск, Елатьма). Сильное переувлажнение носит преимущественно очаговый характер и практически отсутствует в северных районах ЕТР. В формировании засух преобладающим фактором является уменьшение количества осадков, а в формировании переувлажнения – уменьшение испаряемости.

***Благодарности.*** *Работа выполнена в рамках госзадания FSZU-2020-0009 «Исследование физических, химических и биологических процессов в атмосфере и гидросфере в условиях изменения климата и антропогенных воздействий»*

УДК 504.064.2.001.18

# ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА В ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СВЯЗИ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

**Малькова И.Л., Рубцова И.Ю., Семакина А.В.**
*Удмуртский государственный университет, г.Ижевск, Россия*
*E-mail: mi@izhevsk.ru*

Проблема клещевых инфекций: клещевого вирусного энцефалита (КВЭ), иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ) продолжает оставаться актуальной для большинства субъектов Российской Федерации. В структуре природно-очаговых заболеваний на эту группу инфекций приходится 34,9% [16]. Только в 2019г. клещевые инфекции уступили «лидирующие» позиции геморрагической лихорадке с почечным синдромом. При этом общая величина социально-экономических потерь, связанных с распространением инфекций, переносимых клещами, составляет 2,107 млрд руб.

Ареал клещевых зооантропонозов преимущественно совпадает с ареалом основных переносчиков (рис.1) – иксодовых клещей (*Parasitiformes*, *Ixodidae*) *Ixodes ricinus* (европейская часть) и *I. persulcatus* (частично европейская часть, Урал, Сибирь, Дальний Восток). В Сибири и на Дальнем Востоке в передаче вируса могут принимать участие клещи *I. pavlovskyi*.

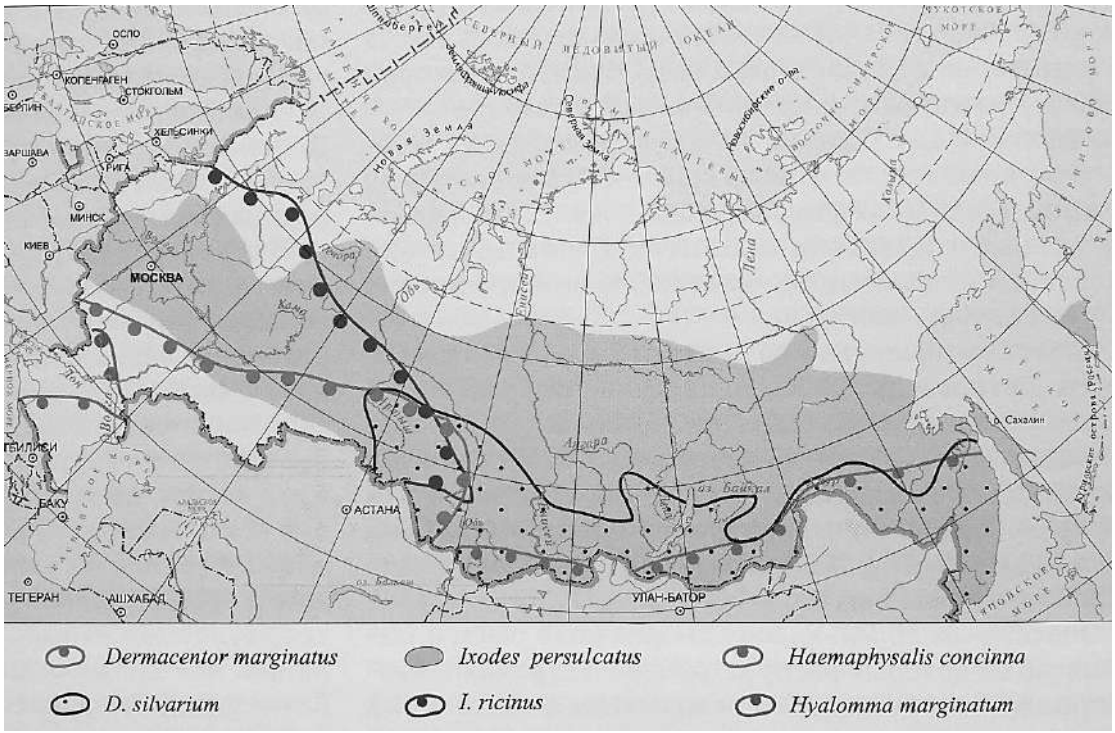



*Рис. 1.* Ареалы клещей на территории Российской Федерации [11].

В условиях меняющегося климата природные очаги клещевых зооантропонозов подвержены существенной трансформации. Повышение зимних температур, увеличение количества осадков, особенно в летнее время, увеличение продолжительности теплого периода года, в большинстве случаев благоприятно отразились на условиях обитания и численности таежных клещей. Изначальный ареал *Ixodes persulcatus* на территории России (от 42° до 62° с.ш.) сдвигается в более континентальные северо-восточные районы

[1, 6, 7, 10, 18, 19]. По прогнозам некоторых ученых к 2040-2060 гг. в Европе ожидается расширение ареала *Ixodes ricinus*, а к концу XXI века северная граница ареала этого вида может достичь 70° с.ш. [20].

Согласно Методическим рекомендациям 2.1.10.0057-12. 2.1.10. «Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска» (утв. Роспотребнадзором 17.01.2012) сбор информации о клещевых инфекциях должен включать: количество пострадавших от нападения клещей, количество заболевших КВЭ и ИКБ, показатели обилия клещей («заклещевленность» территории), данные об инфицировании клещей вирусом клещевого энцефалита. В статье дан анализ динамики этих групп показателей по отдельным субъектам Российской Федерации.

Эпидемиологическая ситуация последних десятилетий характеризуется значительным ростом числа лиц, потерпевших от укусов клещами. Количество обращений за медицинской помощью по поводу присасывания клещей возросло с 396 тыс. в 2013 г. до 580 тыс. в 2019 г. [16]. Наибольший рост количества укусов зафиксирован в Томской области (с 1 413,90 до 2097,2 на 100 тыс. населения), в Калининградской области (на 56 %) и Красноярском крае (на 49,5 %). В 3-5 раз выше средних по Российской Федерации (395,34 на 100 тыс. населения) показатели в Республике Алтай, Костромской, Вологодской, Кировской, Тюменской, Кемеровской областях и в Удмуртской Республике.

На территории Удмуртии количество обращений по поводу присасывания клещей существенно возросло в последние годы в северо-восточных районах (Вятско-Камская южно-таежная провинция), несмотря на достаточно низкую плотность населения. В 2019г. показатели в этих районах составили более 3000 случаев на 100 тыс. населения. С востока к данному региону примыкают Еловский, Очерский и Верещагинский районы Пермского края с наиболее высокими показателями присасывания клещей (более 1000).

Во многих регионах регистрируется увеличение продолжительности периода активности клещей за счет ранней активности и позднего ухода в диапаузу. Так, в Свердловской области этот период возрос со 177 дней в 2004г. до 219 дней (с конца марта по первую декаду ноября) [4], в Удмуртии – со 160 до 220 дней [9].

Уровень заболеваемости КВЭ в последнюю четверть XX века в РФ вырос в 9 раз и достиг 10 тыс. случаев в год. К 2020г. снижение заболеваемости населения КВЭ зафиксировано на территории всех эндемичных по данной инфекции субъектов РФ. В наиболее неблагополучных регионах – Томской области и Республике Алтай, несмотря на снижение показателей почти в 2 раза, уровень заболеваемости остается в 5 раз выше средних показателей по субъектам РФ (1,21 на 100 тыс. населения) [16]. Крайне напряженная ситуация сохраняется в Красноярском крае, Кировской области и Республике Тыва, где заболеваемость КВЭ, несмотря на снижение показателей сохраняется последние 10 лет в пределах 8,92-14,64 случая на 100 тыс. населения. На территории Свердловской области многолетняя (с 1990г.) динамика заболеваемости КВЭ имела волнообразный характер течения, с тенденцией к снижению со среднегодовым темпом 3,5% [4].

Многочисленные исследования связывают изменения уровня заболеваемости населения КВЭ с потеплением климата. В Архангельской области среднегодовая температура в 1960-1989гг. составила в среднем +0,7°С. За период с 2000 по 2009 годы значения поднялись до +2,0°С. Синхронно с изменением температуры повысился уровень заболеваемости населения КВЭ. Корреляционная связь между этими показателями за 1990-2009гг. по центральным районам Архангельской области

составили 0,71 [10]. Если в целом по России уровень заболеваемости в последние годы упал в 2 раза, то в Архангельской области он вырос в 3 раза [8].

В Иркутской области температура февраля за последние годы повысилась на 6 °С, а длительность безморозного периода увеличилась с 90-100 до 120-130 дней. По наблюдениям 1956-2003гг. число иксодовых клещей возросло в 57,5 раз, а заболеваемость – в 40,2 раза [5]. Дальнейшее повышение среднегодовой температуры до +3,86°С привело к существенному снижению показателей [12].

На территории Удмуртии также отмечается значительное снижение уровня заболеваемости населения республики за последние 15 лет: клещевым энцефалитом – почти в 5 раз, клещевым боррелиозом – почти в 7 раз [15]. При этом за последние 50 лет не только возросла среднегодовая температура (рис. 2), но и увеличилось с 501 до 650 мм среднегодовое количество осадков, возросла почти в 1,5 раза высота снежного покрова и уменьшилась глубина промерзания почвы [9, 10].

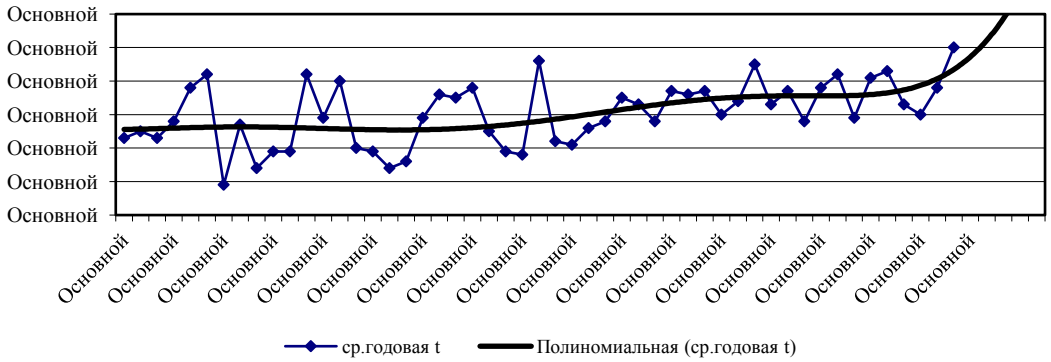



Рис. 2. Многолетние изменения среднегодовой температуры воздуха на территории г. Ижевска, ˚С и линия тренда.

В период 1954-1964 гг. была зафиксирована первая волна высокого уровня заболеваемости клещевыми инфекциями (рис. 3). Наиболее напряженная ситуация – на территории центральных и южных районов республики (рис. 4).

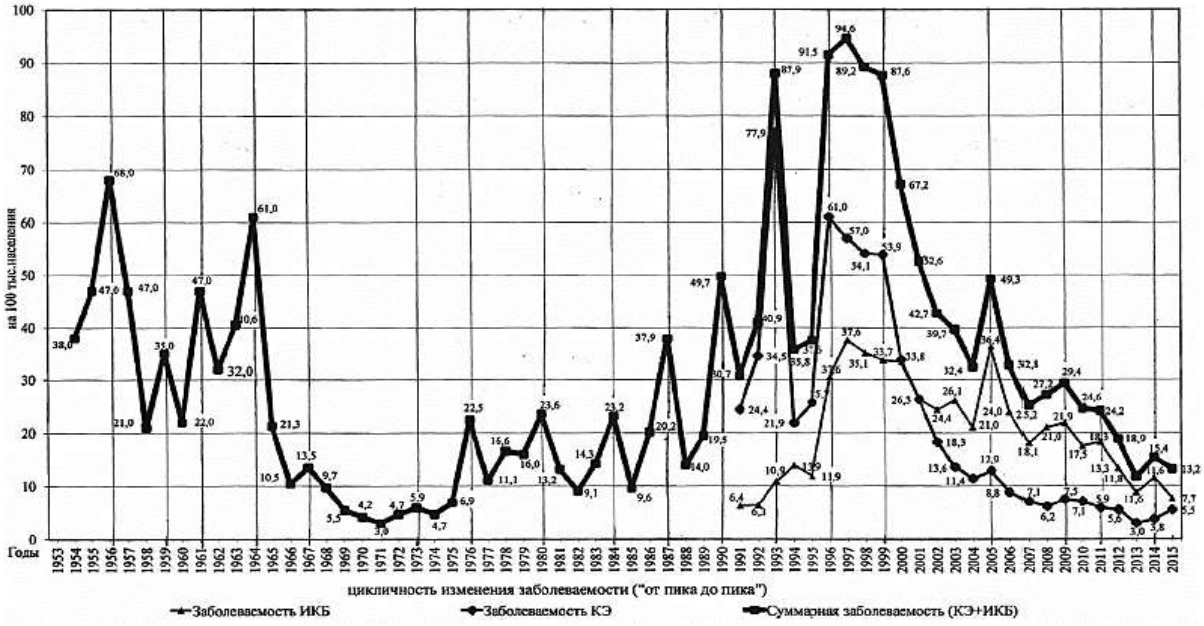



*Рис. 3.* Заболеваемость клещевым энцефалитом (КЭ) и иксодовым клещевым боррелиозом (ИКБ) населения Удмуртской Республики [3].

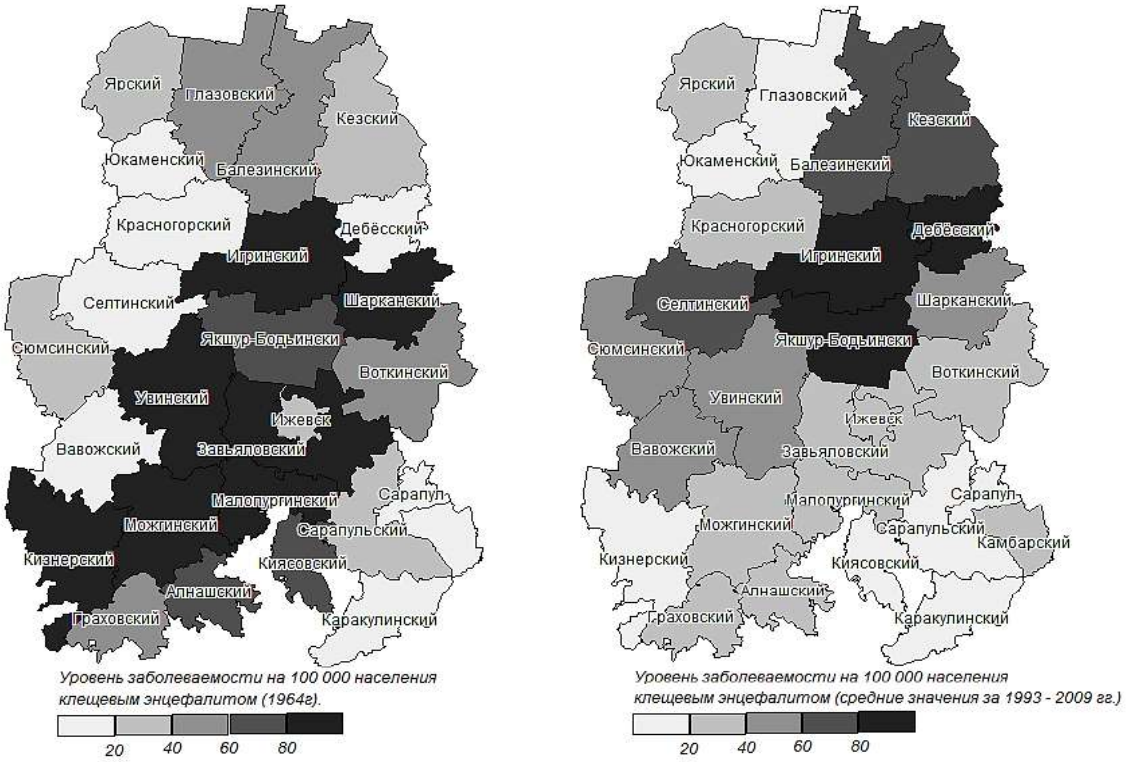



*Рис. 4.* Заболеваемость населения Удмуртии клещевым энцефалитом в разрезе административных районов [9]

Период низкой заболеваемости населения КВЭ (с 1965 по 1986 годы) объясняется не только закономерным этапом развития эпидемиологического процесса в природном очаге, но и проведением интенсивных противоклещевых обработок. Пик второго «всплеска» уровня заболеваемости приходится на 1990-е годы. На фоне этой волны резкое снижение показателей в 1994-1995гг. синхронизировано с низкими среднегодовыми температурами этого периода.

При этом с конца 1990-х годов уровень заболеваемости населения северо-восточных районов Удмуртии превышает показатели юго-западных районов в 2–5 раз [2]. Так в 2018 году в Кезском (самом северо-восточном) районе заболеваемость КВЭ равнялась 24,4 на 100 тыс. населения, что выше уровня среднереспубликанских показателей в 7 раз, заболеваемость ИКБ составила 58,5 на 100 тыс. населения, превышая средний уровень почти в 9 раз.

В Пермском крае в структуре природно-очаговых болезней доля клещевых инфекций снизилась с 68,9% в 2011г. до 51,4% в 2020г. Показатель заболеваемости КВЭ в 2020г. был зафиксирован в 8,5 раз ниже по сравнению со среднемноголетним уровнем за 2016–2020 гг. (7,15 на 100 тыс. населения). Уровень заболеваемости ИКБ снизился в 3,6 раза по сравнению с 2019 г. (2,03 на 100 тыс. населения) и впервые стал ниже среднего показателя по Российской Федерации [13].

На территории Пермского края установлено, что многолетней динамике заболеваемости свойственны циклические проявления. Суммарная длительность цикла КВЭ составляет 33-34 года, и он состоит из 13-14 летней фазы повышенной активности эпидемического процесса и 19-20 летней фазы пониженной активности (рис. 5) [13]. Первые фазы высокого (1960-1968 годы) и низкого (1970-1989 годы) уровня заболеваемости населения КВЭ практически не отличались по температурному режиму – среднегодовая температура воздуха была в пределах 2,1-2,2˚С (рис. 6).

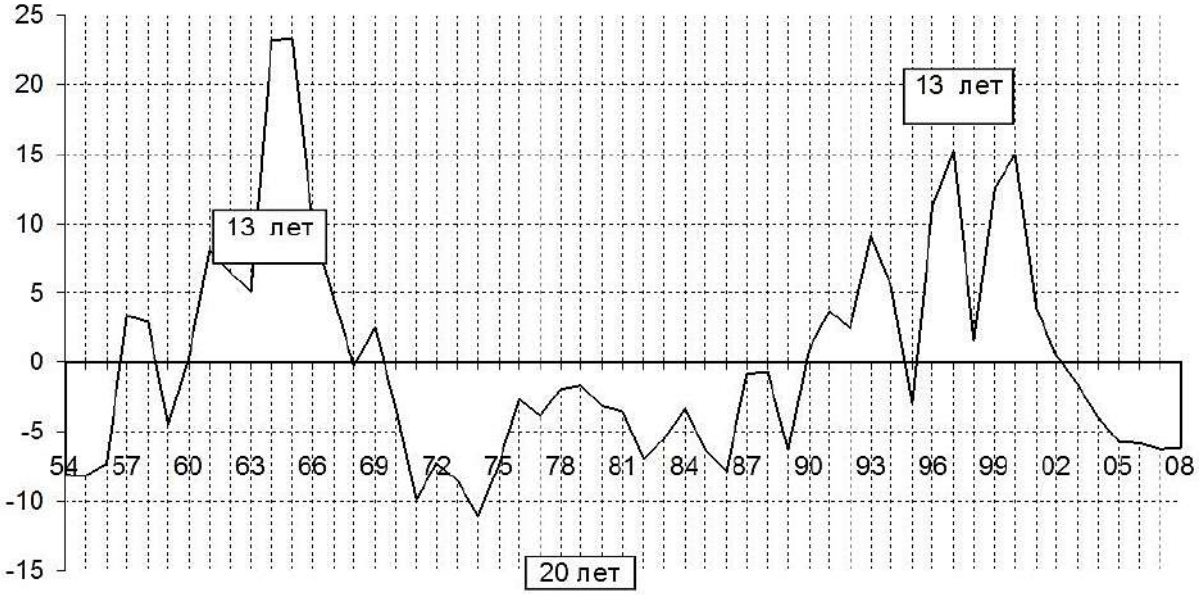



Рис. 5. Циклические проявления заболеваемости клещевым энцефалитом в Пермском крае за 1954-2008 гг. [13]

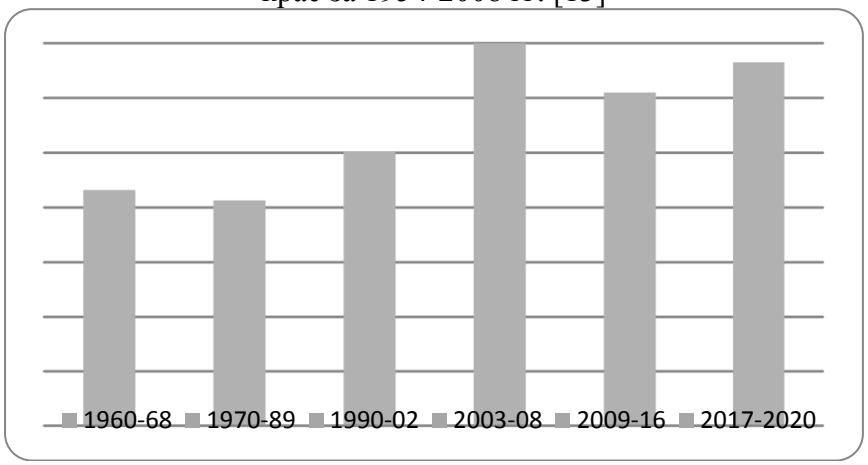



*Рис. 6.* Динамика уровня заболеваемости клещевыми зооантропонозами и среднегодовой температуры воздуха на территории Пермского края (по данным [13] и http://www.pogodaiklimat.ru/history/28224.htm)

Последующие фазы эпидемиологического процесса характеризовались повышением температуры. Причем на фазы спада (2003-2008 и 2017-2020 годы) приходятся самые высокие значения температурного режима (3,5°С и 3,3°С соответственно). Это подтверждает неоднозначное влияние температурного фактора на активность клещей. В южных районах Пермского края (Частинском, Еловском, Бардымском, Уинском, Суксунском, Кишертском, Б-Сосновском) показатели уровня заболеваемости КВЭ были одними из самых высоких и составляли в 2005г. от 13,8 до 40,0 случаев на 100 тыс. нас. В 2020г. в рейтинг наиболее неблагополучных районов кроме западных Очерского и Сивинского районов вошли северо-восточные Чердынский и Красновишерский районы. Наиболее высокие показатели заболеваемости многие годы регистрируются на территории Очерского района (КВЭ – от 51,8 (2005г.) до 8,68 (2020г.), ИКБ – 26,04 на 100 тыс. населения), расположенного на северо-восточной границе Кезского района Удмуртии.

Средний показатель заболеваемости КВЭ по ландшафтно-климатическим подзонам Пермского края за последние 5 лет изменялся от 2,7 (средняя тайга) до 11,3

(южная тайга) на 100 тыс. населения, что объясняется различной относительной численностью клещей. В Кировской области 89% заболеваний приходится на природную зону южной тайги, 8,5% – на зону средней тайги, 2,5% – хвойно-широколиственной зоны лесов [17].

Снижение уровня заболеваемости населения клещевыми зооантропонозами с начала 2000-х годов во многих регионах происходит на фоне увеличения показателей заклещевленности территории. Так по парковым и лесопарковым зонам г.Ижевска средняя численность клещей в период массовой активности увеличилась более чем в 2 раза – с 11,1 клещей на флаго/км в 2001г. до 24,2 – в 2013г. По данным Центра гигиены и эпидемиологии на территории центральной Удмуртии максимальные значения уровня заклещевленности были зафиксированы в 2015 году: в мае – 67,8 клещей на флаго/км, в июне – 54,7 клещей на флаго/км. В 2018г. отмечено снижение в 1,5 раза количества отловленных на флаг клещей в мае-июне, но существенно выросла заклещевленность в июле-сентябре. Значительно выросли показатели заклещевленности в период массовой активности клещей в пределах ландшафтов южной тайги: с 3,3 до 27,5 шт. на флаго-час [9]. При этом показатели заклещевленности по ландшафтам таежной зоны Удмуртии остаются в 4,5 раза ниже, чем по подтаежной зоне.

По данным Свердловской области в период с 2002 по 2012гг. фиксировалось снижение уровня заклещевленности более чем в 3 раза по стационарным пунктам наблюдения (рис. 7). Для подзоны осиново-березовых лесов отмечено наиболее выраженное сокращение численности клещей с 14,3 до 0,4 на флаго/км. В пределах лесной зоны максимальные значения отмечены для периода 2002-2009 гг. с резким последующим снижением до 0,4-0,8 экземпляров на флаго/км в 2012г. В последние годы самые высокие значения заклещевленности (6,6-26,7 клещей на флаго/км) отмечаются в подзоне северной лесостепи. Таким образом, исходя из показателей численности иксодовых клещей по данным мониторинга 1990-2012 гг. наиболее эпидемиологически неблагополучными являются юго-западные районы Свердловской области [4]. В сезоне 2019г. заклещевленность колебалась от единичных экземпляров до 90 экз. на флаго/км (в 2018 год-до 180 экз. на флаго/км) и соответствовала среднемноголетнему уровню (1,3 экз. на флаго/км) [14].

В Свердловской области на фоне снижения уровня заклещевленности отмечается снижение доли вирусофорных клещей.

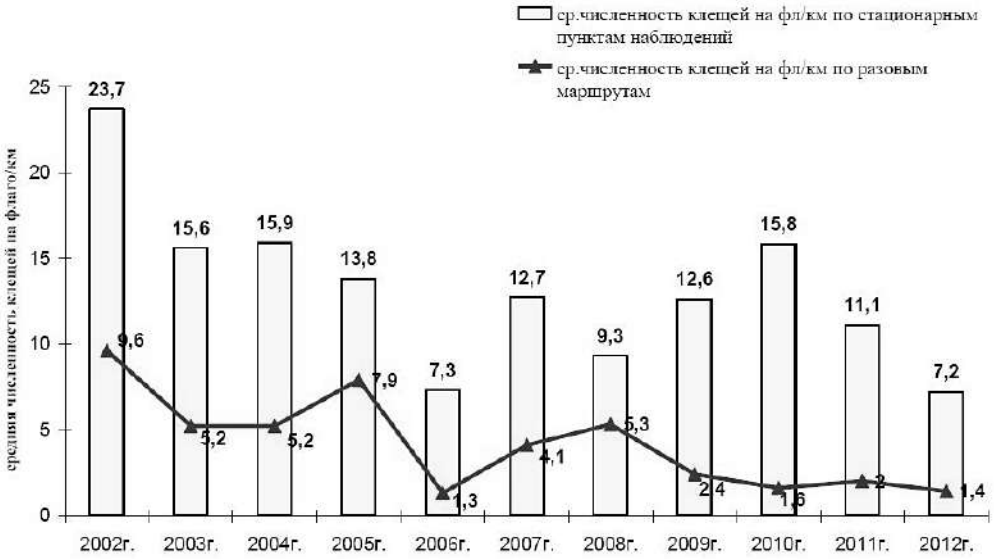



*Рис. 7.* Динамика средней численности клещей на маршрутах наблюдения в Свердловской области [4]

Количество клещей зараженных КВЭ, снятых с населения снизилось с 32,4% в 1990г. до 4,4% в 2019г. Среди клещей, собранных из природных стаций зафиксировано снижение показателей за указанный период в 34 раза (до 1%). На территории Удмуртии зараженность клещей вирусом клещевого энцефалита снизилась с 21% (2012г.) до 3,2% (2018г.). Количество клещей с положительным результатом на клещевой боррелиоз в 2010-2013 годах составляло 55-67%, с 2014г. этот показатель стабилизировался на уровне 30-40%.

В последние годы существенные изменения претерпевает и клиническая картина клещевых инфекций. В отдельных регионах (Удмуртия, Пермский край) растёт число лихорадочных форм клещевого энцефалита с относительно менее тяжёлым течением болезни и гораздо реже наблюдаются наиболее тяжёлые формы. В Прибайкалье за 25-летний период наоборот произошло увеличение доли тяжелых (очаговых) форм с 5 % до 11 %. Среди клинических форм ИКБ значительно выросла доля безэритемных форм (с 0 до 50 %).

Таким образом, на примере многих регионов подтверждаются сведения о том, что вирулентность вирусов клещевого энцефалита возрастает с юго-запада на северо-восток, по мере увеличения суровости зимних условий. Чем холоднее зимы, тем опаснее штамм возбудителя и тяжелее заболевание. Тяжесть течения клещевого энцефалита возрастает по мере увеличения «суровости» климатических условий. То есть летнее потепление приводит к активизации клещей, расширению их ареала и увеличению количества их укусов. Однако зимнее потепление обеспечивает снижение степени тяжести течения заболеваний, поскольку повышается доля клещей, содержащих низковирулентные вирусы энцефалита, что, в свою очередь, снижает уровень заболеваемости населения за счет легких, часто не фиксируемых форм, либо заболевание совсем не развивается.

Изменения гидротермических условий отражаются на динамике всех компонентов паразитарной системы клещевых зооантропонозов, оказывая как прямое, так и опосредованное влияние на уровень эпидемиологической напряженности в природных очагах клещевых инфекций. О пространственной трансформации природного очага говорят все три группы показателей активности иксодовых клещей: заболеваемость населения клещевыми зооантропонозами, количество зарегистрированных укусов клещей и заклещевленность территории. По мере потепления климата продолжится рост заболеваемости КВЭ и ИКБ на северных границах ареала этих инфекций, в то время как в южных частях ареала могут создаться неоптимальные условия для иксодовых клещей, что приведет к снижению заболеваемости клещевыми инфекциями на этих территориях. Возможно также появление на территории Российской Федерации возвратных боррелиозных лихорадок, переносимых аргасовыми клещами, обитающими в среднеазиатских странах.

## Список литературы

1. Алексеев А.Н. 2006. Влияние глобального изменения климата на кровососущих эктопаразитов и передаваемых ими возбудителей болезней. Вестник РАМН. № 3. С. 21-25.

2. Атлас Удмуртской Республики / под общей ред. И. И. Рысина. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Феория; Ижевск: Удмуртия, 2020. – 288 с.

3. Динамика заболеваемости клещевыми инфекциями в Удмуртской Республике в последние 25 лет / Э. Т. Садыкова, Г. И. Мельникова, Л. Ф. Молчанова, Т. Т. Садыков // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. – 2016. – № 2. – С. 22–27.

4. Есюнина М.М. Современные тенденции заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом в условиях различных тактик иммунизации и усовершенствование эпидемиологического надзора и контроля Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук Екатеринбург, 2015. 153 с.

5. Злобин В. И. Клещевой энцефалит в Российской Федерации: современное состояние проблемы и стратегия профилактики. Вопросы вирусологии. – 2005. – №3. С. 26-31.

6. Злобин В. И., Данчинова Г. А., Сунцова О. В., Бадуева Л. Б. Климат как один из факторов, влияющих на уровень заболеваемости клещевым энцефалитом. В кн.: Изменение климата и здоровье России в XXI веке. 2004. – М.: Издательское товарищество «АдамантЪ». -С. 121-124.

7. Коротков Ю. С. Экология таёжного клеща *(Ixodes persulcatus Schultze, 1930)* в условиях изменения климата Евразии: автореф. дис…д-ра биол. наук. – М., 2009. – 46 с.

8. Котцов В.М., Гришина Е.А., Бузинов Р.В., Гудков А.Б. Эпидемиологические особенности клещевого вирусного энцефалита и его профилактика в Архангельской области // Экология человека. № 8, 2010. С. 3-8.

9. Малькова И.Л., Рубцова И.Ю. Медико-географическая оценка природных условий Удмуртии: монография. – Ижевск. Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – 212 с.

10. Малькова И.Л., Рубцова И.Ю. Трансформация природного очага клещевых инфекций как следствие изменения климата (на примере Удмуртии) // «Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы». Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. Том 2. С. 355-358.

11. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни» / под ред. С.М. Малхазовой. – М.: Географический факультет МГУ, 2015 – 20 с.

12. Мельникова О.В., Вершинин Е.А., Корзун В.М., Сидорова Е.А., Андаев Е.И. Особенности территориального распределения заболеваемости клещевым энцефалитом среди жителей г. Иркутска // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. № 2(84), 2012. С. 104-109.

13. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Пермском крае в 2020 году: Государственный доклад – П.: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2021. – 260 с.

14. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Свердловской области в 2019 году: Государственный доклад – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, 2020. – 254 с.

15. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Удмуртской Республике в 2020 году: Государственный доклад – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Удмуртской Республике, 2021. 186 с.

16. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад – Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 299 с.

17. Оборин М.С., Артамонова О.А. Анализ географических закономерностей распространения клещевого энцефалита и Лайм-боррелиоза на территории России // Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 1 (135), 2016. С. 87-92.

18. Попов И. О. Климатически обусловленные изменения аутэкологических ареалов иксодовых клещей Ixodes ricinus и Ixodes persulcatus на территории России и стран ближнего зарубежья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва, 2016. – 22 с.

19. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: Анализ ситуации и прогнозные оценки. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 208 с.

20. Semenza, J.C. Vector-borne diseases and climate change: A European perspective / J.C. Semenza, J.E. Suk // FEMS Microbiology Letters. – 2018. – Vol. 365. – No 2. – P. 1–9.

УДК 504.054

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЕЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Никулина А.С., Боровлев А.Э.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: borovlev@bsu.edu.ru*

***Аннотация.*** *Проведена экологическая оценка состояния воздушного бассейна в месте расположения птицеводческой площадки. На основе полученных результатов проведен анализ работы объекта в трех режимах НМУ.*

***Ключевые слова:*** *атмосферный воздух, загрязняющие вещества, источник выброса, экологическая оценка, птицеводческое предприятие, неблагоприятные метеорологические условия.*

Неблагоприятные метеорологические условия (НМУ) – это такие метеорологические условия, как ослабление ветра, штиль, туманы, образование задерживающих слоев инверсии температуры при которых увеличивается накопление вредных (загрязняющих) веществ в приземном слое атмосферного воздуха (ст. 1 закона №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха») [1]. Важно понимать, что при НМУ происходит накопление загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы и концентрация примесей в воздухе резко возрастает. Чтобы в эти периоды не допускать возникновения высокого уровня загрязнения, необходимо кратковременное сокращение выбросов загрязняющих веществ.

Целью данной работы является экологическая оценка деятельности птицеводческого предприятия при НМУ. Для изучения данного процесса нами была выбрана одна из площадок по разведению птицы в Белгородской области.

Численное поголовье птицы на изучаемой площадке составляет 12400 в корпусе. На территории производственного объекта расположены 15 корпусов для содержания кур-несушек, 1 корпус (петушатник) для подсадки и содержания петухов, бункеры для комбикорма, административно-бытовой корпус с санпропускником, два дезбарьера, склад подстилки, контейнер для павшей птицы, трансформаторная подстанция, водонапорная башня, автостоянка, площадка для сбора ТБО, площадка для крематора.

Содержание птицы – напольное, в качестве подстилки используются опилки. Для хранения опилок предусмотрен склад подстилки. Подстилка в корпус завозится за три дня до посадки птицы. Отопление корпусов птичников осуществляется с помощью газовых теплогенераторов типа GP-95, установленных по шесть штук в каждом корпусе. Кормление птицы осуществляется сухими кормами. Корма доставляются спецавтотранспортом и помещаются в специальные бункеры, расположенные у каждого корпуса. Выгрузка в бункеры осуществляется по рукавному транспортеру. Разброс или рассыпание корма исключено. Корм подается в линию кормления, в которую входят:

кормораздатчик с бункером для корма, специальные кормушки, система автоматического регулирования подачи корма. Единовременная загрузка во все бункера не осуществляется. Загрузка идет в один бункер. Поение птицы осуществляется посредством системы ниппельных поилок. Птица содержится на площадках 46 недель, а затем начинает перевозиться на убой.

По заключению процесса вывоза птицы на убой начинается период очистки помещения. Периодичность очистки помещения составляет 1 раз в год для каждого корпуса. Удаление помета производится механизированным способом с погрузкой в тракторные тележки и отвозом в пометохранилище, расположенное за пределами площадки.

Для дезинфекции помещений, оборудования и инвентаря используется триосепт – антисептическое и дезинфицирующее средство широкого спектра действия, которое содержит в своем составе в качестве действующих веществ композицию двух четвертичных аммониевых соединений (ЧАС): алкилдиметилбензи- ламмония хлорида (12,5%) и дидецилдиметиламмония хлорида (2,5%) и глутарового альдегида (3,5%). Дезинфекция осуществляется аэрозольным методом. Расход дезинфицирующего средства при этом составляет 10 мл/м3 (экспозиция – 24 часа). Одновременно дезинфекция всех корпусов не осуществляется.

Отопление помещений операторских в птичниках осуществляется от двух газовых конвекторов АОГ-5-СП, установленных в каждом помещении. Для отопления помещений здания АБК установлены 2 котла марки «Хопер-100» (один резервный), для отопления помещений хозблока – 2 котла марки «Хопер-80» (один резервный). Топливом служит природный газ.

Для сжигания биоматериала органического происхождения на площадках устанавливается крематор типа BURN MIZ- ER 8430, работающий на природном газе.

В результате проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух нами было определено 77 источников выбросов, в том числе 67 – организованных, 10 – неорганизованных.

Установлено, что от источников выбросов предприятия в атмосферу выделяется 29 загрязняющих веществ (ЗВ), 8 групп суммации.

Выбрасываемые вещества относятся к 1, 2, 3, 4 классам опасности. Общее количество выбросов – 24,62185т/год. Структура ЗВ по классам опасности в общем объеме выбросов представлена на рисунке.

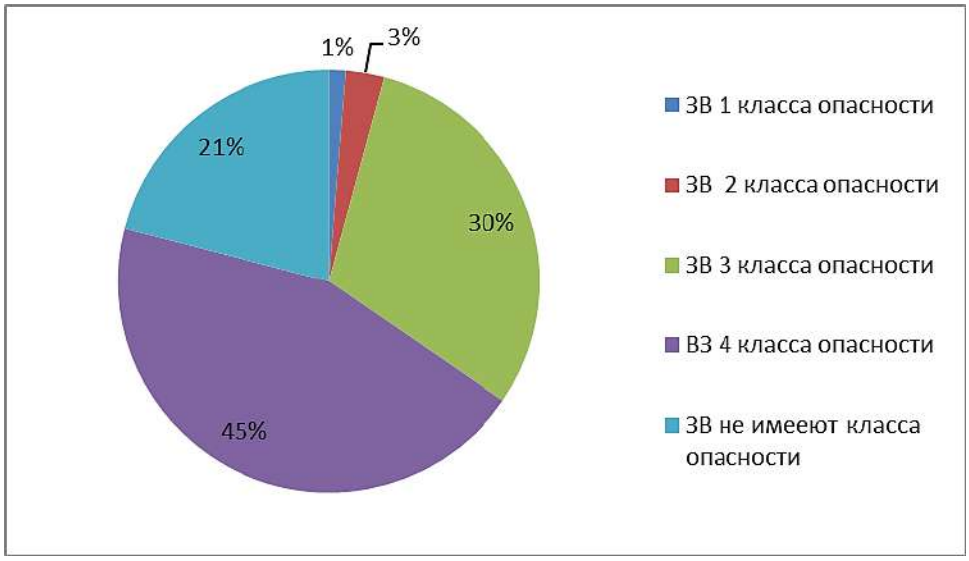



*Рис.* Структура ЗВ по классам опасности в общем объеме выбросов птицеводческого предприятия (поголовье птицы – 186 тыс.)

В настоящее время разработка мероприятий при НМУ для действующего, реконструируемого, строящегося или проектируемого хозяйствующего субъекта проводится на основе использования следующих документов:

- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [2];
- Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (МРРВ) [3].

Разработка проекта по изучению деятельности предприятий при НМУ проводят по этапам:

- первый этап – это определение перечня загрязняющих веществ (смесей веществ) для каждого периода НМУ, подлежащих нормированию для каждой категории объектов, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду в соответствии с Законом № 7-ФЗ [5], в отношении которых необходимо уменьшение выбросов в периоды НМУ (далее – Перечень веществ для НМУ);
- второй этап – определение перечня источников, на которых проводится уменьшение выбросов в периоды НМУ (далее — Перечень источников для НМУ);
- третий этап заключается в разработке мероприятий по уменьшению выбросов в периоды НМУ (далее – мероприятия при НМУ) для выбранных источников;
- четвертый этап – это определение перечня организационных мероприятий (указанных в п. 17 требований, утвержденных рассматриваемым приказом);
- пятый этап – это непосредственно сам расчет приземных концентраций загрязняющих веществ в штатном режиме работы предприятия и с учетом реализации разработанных мероприятий при НМУ;
- шестой этап – это оценка мероприятий по уменьшению выбросов в периоды НМУ [6].

В Перечень веществ для НМУ включаются:

1) для периода НМУ I степени опасности (НМУ I) – вещества, по которым расчетные концентрации в контрольных точках при их увеличении на 20% могут превысить ПДК (ОБУВ);

2) для периода НМУ II степени опасности (НМУ II) – вещества, по которым расчетные концентрации в контрольных точках при их увеличении на 40% могут превысить ПДК (ОБУВ);

3) для периода НМУ III степени опасности (НМУ III) – вещества, по которым расчетные концентрации в контрольных точках при их увеличении на 60% могут превысить ПДК (ОБУВ) [4].

На примере указанного птицеводческого комплекса на нами был проведен расчет рассеивания ЗВ с использованием унифицированной программы для ЭВМ – УПРЗА Эколог версия 4.6, прошедшей экспертизу Росгидромета на предмет соответствия действующим Методам расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе [3] (погрешность обеспечиваемая используемой программой не превышает 3%).

Нами проведен анализ превышений на границе жилых и особых зон, к которым предъявляются повышенные экологические требования в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21 [2], а также рассчитаны вклады выбросов конкретных стационарных источников в приземные концентрации (в процентах) в контрольных точках.

В таблице представлена выборка максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ для которых расчётные значения на границе СЗЗ предприятия превышают 0,1 ПДК в обычном режиме работы предприятия (ОРРП) и в режиме работы НМУ каждой степени опасности.

*Таблица*

**Максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ**

| Загрязняющее вещество (суммация) | | Расчётная приземная концентрация, доли ПДК | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Код | Наименование | ОРРП | НМУ I | НМУ II | НМУ III |
| 301 | Азота диоксид | 0,36 | 0,39 | 0,41 | 0,43 |
| 304 | Азота оксид | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,11 |
| 333 | Дигидросульфид | 0,01 | 0,11 | 0,13 | 0,15 |
| 337 | Оксид углерода | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| 2902 | Взвешенные вещества | 0,41 | 0,41 | 0,43 | 0,41 |
| 6004 | Аммиак, дигидросульфид, формальдегид | 0,11 | 0,12 | 0,15 | 0,2 |
| 6010 | Азота диоксид, серы диоксид, оксид углерода, фенол | 0,15 | 0,18 | 0,25 | 0,28 |
| 6043 | Диоксид серы, дигидросульфид | 0,08 | 0,12 | 0,14 | 0,16 |

Расчетные приземные концентрации загрязняющих веществ по каждому режиму НМУ не превышают гигиенические нормативы в атмосферном воздухе. Учитывая тот факт, что наша исследуемая площадка является одной из среднестатистических площадок по числу посадочных голов, то с уверенностью можно утверждать, что птицеводческая деятельность не требует разработки мероприятий по снижению выбросов в период НМУ.

## Список литературы

1. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ. Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 26.06.2021).

2. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утв. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2). Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 26.06.2021).

3. Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. (МРРВ) (утв. Приказом Минприроды РФ от 06.06.2017 г. № 273 (зарегистрирован в Минюсте № 47734 от 10.08.2017 г.). Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 26.06.2021).

4. Об утверждении требований к мероприятиям по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 28 ноября 2019 г. № 811. Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 27.06.2021).

5. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 года №7-ФЗ. Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 26.06.2021).

6. Ламихова М.В. 2020. Требования к мероприятиям по уменьшению выбросов при НМУ. Экология производства, 1:19-20.

УДК 631.4+581.5+902.2

# МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ И КУРГАНА СРЕДНЕГО БРОНЗОВОГО ВЕКА В МИКРОРАЙОНЕ ШИЛОВО Г.ВОРОНЕЖА

**Пузанова Т.А.[1], Чендев Ю.Г. [2], Трегуб Т.Ф.,[3] Федюнин И.В.[4], Крючков М.А.[5], Белеванцев В.Г.[2], Салова Т.Л.[2]**

*[1]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*
*[2]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*[3]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*
*[4]Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия*
*[5]ООО «Центр охранных археологических исследований», г. Воронеж, Россия*
*E-mail: Puzanova@mail.ru*

Палеопочвенные реконструкции природной среды и голоценовых изменений климата в местах археологических раскопок курганов на территории Центрального Черноземья имеют почти 40-летнюю историю (Александровский, 1983; Ахтырцев, Ахтырцев, 1994; Чендев, Александровский, 2001; Chendev et al., 2018; Puzanova et al., 2017; и другие). В настоящее время указанные исследования продолжаются, главным образом, усилиями специалистов естественнонаучного профиля из Белгорода, Воронежа, Москвы и Пущино, а также археологов Воронежской и Липецкой областей. Междисциплинарные исследования курганов имеют многогранное значение, как для развития естествознания, так и для исторических наук. Каждый новый изученный объект пополняет базу данных о разновозрастных голоценовых почвах региона, трендах и стадиях развития природной среды, генерирует новые сведения о взаимосвязи и взаимодействии человека и природы на разных этапах хозяйственного освоения ландшафтов.

Одним из последних объектов, изученных с помощью междисциплинарных подходов и методов, является курган в микрорайоне Шилово г. Воронежа. Почвенно-археологическое исследование кургана проводилось в июле 2020 года, лабораторное определение физических и химических признаков почв, а также спорово-пыльцевые анализы почвенных проб выполнялись с сентября 2020 по июнь 2021 гг. Охранные раскопки кургана проводились сотрудниками ООО «Центр охранных археологических исследований» и Воронежского государственного педагогического университета под руководством М.А. Крючкова. Почвенные исследования проводились сотрудниками Белгородского государственного университета и МГУ им. М.В. Ломоносова. Лабораторные анализы почв выполнялись в лабораториях ФГБУ «Центр агрохимической службы «Белгородский» и НИУ «БелГУ». Спорово-пыльцевой анализ проб погребенной и фоновой почв был выполнен Т.Ф. Трегуб.

Схема местоположения памятника представлена на рис. 1. Участок исследований находится на юге лесостепной зоны вблизи границы Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины. Курган был приурочен к пологому водораздельному склону между долинами рек Дон и Воронеж и располагался на достаточно обширной ровной поверхности в центральной части водораздельного склона. Абсолютная высота участка исследований составляет 145 метров, а относительная высота над урезом воды в реках Воронеж и Дон – 60 метров. Судя по анализу разновременных карт (конца XVIII, второй половины XIX, конца XX вв.), данный курган находился на лугово-степном участке природного лесостепного ландшафта поблизости от широколиственного леса, произраставшего в нагорной части долины р. Воронеж в 200-250 метрах южнее и юго-восточнее памятника.

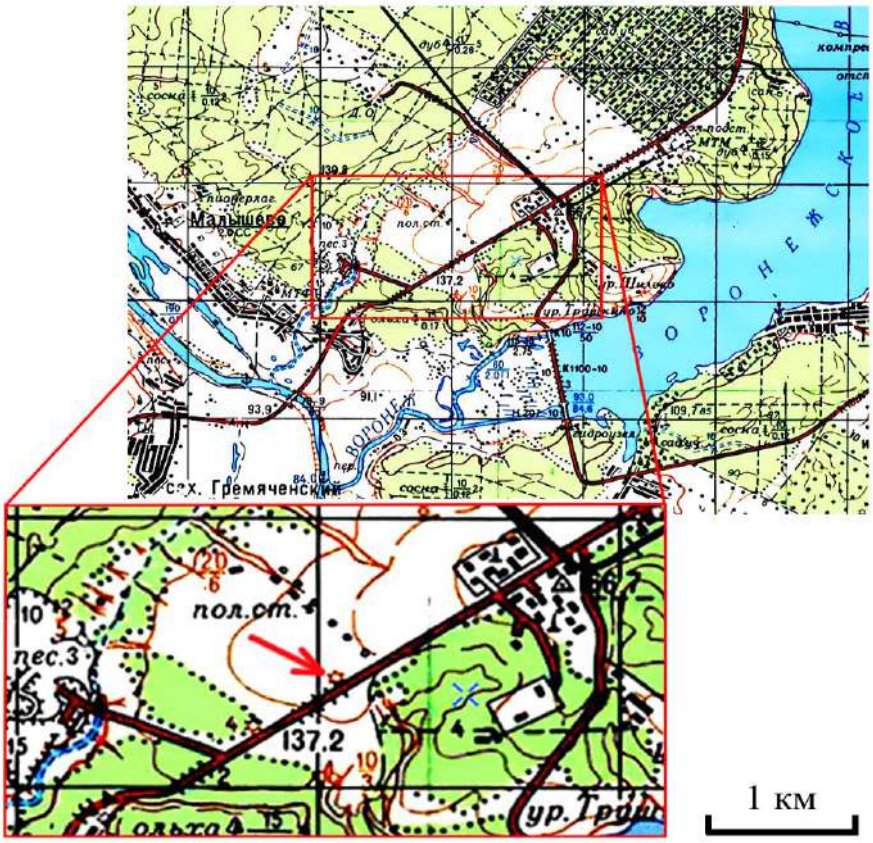



*Рис. 1.* Схема местоположения ключевого участка исследования.
Изучаемый курган показан стрелкой

Почвообразование на изучаемой территории происходит на маломощных (около 1 метра) лессовидных суглинках, подстилаемых древнеаллювиальными слоистыми супесями и песками. В кургане обнаружено 7 погребений разной степени сохранности и окоп времен Великой Отечественной войны. Погребения №№ 1, 3, 6 относятся к срубной культуре эпохи бронзы (середина-вторая половина II тыс. до н.э.) Погребения № 2, 4, 5 относятся к раннему железному веку, к кругу сарматских древностей среднего этапа (I-II века н.э.) Основное погребение датируется ранним катакомбным или поздним ямным периодом эпохи бронзы – III тыс. до н.э. (узкая археологическая датировка – рубеж XXII и XXIII вв. до н.э. (около 4200 лет назад в некалиброванном летоисчислении). В центральном погребении были получены антропологические материалы одного индивида. Скелет принадлежит мужчине возраста 35-45 лет. Голова погребенного ориентирована на юг – юго-запад. Поза погребенного – скорченно на правом боку, ориентировка – «север-юг». Череп и грудная часть погребенного подсыпаны охрой. У рук индивида обнаружен медный нож. Он аналогичен ножам 4 группы по классификации из работы Кореневского (1978). Находка имеет листовидное лезвие с приостренным черешком для насадки на рукоять. Имеющаяся совокупность данных – расположение костяка, подсыпка охрой, погребальная конструкция и обнаруженный нож позволяет отнести погребение к периоду позднеямного или раннекатакомбного этапа бытования племен эпохи бронзы на Среднем Дону (III тыс. до н.э.).

Разрезы фоновых почв изучались в 25 (Ф. 1) и 60 (Ф. 2) метрах к востоку от основания кургана, в идентичных по отношению к погребенной почве условиях рельефа и почвообразующих пород. Растительный покров рядом с разрезом Ф. 1 при проективном покрытии поверхности почвы в 80-90 % представлен следующими травами и их обилием (по шкале Друде): пырей – cop-1; люцерна серповидная – sp; молочай – sp;

тысячелистник – sp; полынь австрийская – sp; полынь обыкновенная – sol; пижма – sol; коровяк – sol; кермек – sol; синеголовник – sol; шалфей – sol; цикорий – sol; сурепка – sol; чабрец – sol; подмаренник – sol; клевер розовый – sol. Название растительной ассоциации – люцерново-пырейный луг с примесью лугово-степного и степного разнотравья. Растительность рядом с разрезом Ф. 2 при проективном покрытии в 90-100 % представлена следующими травами и их обилием: пырей- cop-1; тысячелистник – sp; подмаренник – sp gr; люцерна серповидная – sp gr; вьюнок полевой – sol; клевер розовый – sol; пижма – sol; коровяк – sol; кермек – sol; синеголовник – sol; шалфей – sol; репешок – sol; цикорий – sol. Название растительной ассоциации – тысячелистниково-пырейный луг с примесью лугово-степного и степного разнотравья.

Судя по анализу архивных материалов и на основании опроса старожилов, участки изучения фоновых почв никогда не распахивались. Антропогенные воздействия на протяжении последних десятилетий выражались, главным образом, в уплотнении почв.

В разрезе Ф.1 был идентифицирован чернозем выщелоченный мощный легкосуглинистый на маломощном лессовидном карбонатном суглинке, подстилаемом древнеаллювиальными супесями, а в разрезе Ф.2 - чернозем типичный среднемощный легкосуглинистый на маломощном лессовидном карбонатном суглинке, подстилаемом древнеаллювиальными супесями. Морфологический анализ строения фоновых почв подтвердил отсутствие в них признаков распашки, т.е. данные почвы можно рассматривать как условно целинные варианты. Средние характеристики фоновых почв, по результатам исследования их морфометрических параметров в разрезах Ф.1 и Ф.2, следующие: мощность гумусового горизонта (А1) – 47 см, мощность гумусового профиля (А1+А1В) – 79 см; мощность горизонта В – 32 см; мощность почвенного профиля (до супесчаного горизонта Dк) – 149 см; глубина залегания карбонатов – 102 см.

Почвы кургана изучались в центральных бровках археологического раскопа в местах с максимальной высотой курганной насыпи, в которой можно было идентифицировать элементы стратиграфии насыпи для реконструкции этапов создания кургана и, в то же время, выявить участки с хорошей сохранностью исходных признаков подкурганных почв. Полезная информация о конструктивных особенностях кургана была получена при изучении стратиграфических особенностей строения южной стенки бровки № 2 археологического раскопа в ее западной части. О двухслойном строении кургана свидетельствует однозначно выявляемая по почвенной текстуре и более темному цвету, первичная насыпь кургана, которую перекрывает вторичная досыпка. Время создания первичной насыпи соответствует возрасту центрального погребения, тогда как вторичная досыпка, с учетом других выявленных захоронений, скорее всего, была образована в срубную эпоху бронзового века.

Почвы, приуроченные к основному погребению в центральной части кургана, были изучены в северной стенке бровки № 2 археологического раскопа. Мощность курганной насыпи в месте исследования погребенной почвы составляла 90 см. Исходная высота насыпи в данном месте до ее нарушения глубокой ямой времен Великой Отечественной войны была не менее 1.5 метров. Почва, сформированная в материале насыпи кургана, была идентифицирована как чернозем типичный маломощный скальпированный легкосуглинистый на переотложенном легко- и среднесуглинистом материале гумусового профиля почвы бронзового века. Вскипание почвы насыпи слабой интенсивности фрагментарно выявляется в отдельных слепышинах. Поэтому почву курганной насыпи можно считать бескарбонатной.

Палеопочва под курганной насыпью центрального погребения, согласно морфологическим признакам профиля, относится к чернозему типичному, переходному к чернозему обыкновенному, маломощному легкосуглинистому на маломощном покровном карбонатном суглинке, подстилаемом древнеаллювиальными песками и супесями. Слабое вскипание погребенной почвы отмечается с глубины 30 см, книзу

интенсивность вскипания усиливается и вскипание становится бурным в слое 55-95 см, глубже интенсивность ослабевает. Средние (по статистическим замерам вдоль 1.8-метровой зачищенной стенки профиля погребенной почвы) характеристики подкурганного чернозема оказались следующими: мощность гумусового горизонта – 22 см; мощность гумусового профиля ([A1+A1B]) – 34 см; мощность горизонта [Вк] – 24 см; мощность почвенного профиля – 85 см; глубина залегания карбонатов – 36 см.

В свойствах палеочернозема отразились две стадии почвообразования: а) стадия развития почвы в относительно влажном климате, в период которой возникла перерытость погребенного чернозема палеослепышинами (в слое 53-136 см), а также сформировались признаки нисходящего перемещения карбонатов по трещинной сети, и б) стадия аридизации климата, нашедшая отражение в формировании высокой линии вскипания и участков поднятия карбонатов по трещинной сети, а также в образовании фрагментарной белоглазки в нижней части карбонатного профиля. Смены указанных климатических стадий почвообразования могли иметь место в начале эпохи среднесуббореальной аридизации климата – около 4200 лет назад.

Сравнительный анализ профилей погребенной и фоновых почв свидетельствует о том, что за время, прошедшее после погребения палеочернозема, в почвах окружающей территории происходило наращивание мощности гумусовых горизонтов (с 22 до 47 см), гумусовых профилей (с 34 до 79 см), существенно (с 36 до 102 см) понизилась глубина залегания карбонатов. Указанные изменения однозначно свидетельствуют в пользу более влажного климата современного периода по сравнению с климатом эпохи сооружения кургана. По мнению исследователей (Александровский, 1983; Спиридонова, 1991; Чендев, 2008), основной этап эволюционных изменений черноземов происходил в конце суббореального – начале субатлантического периодов голоцена, когда заметно возросла влажность климата и черноземы интенсивно увеличивали мощность гумусированной части профилей.

Результаты сравнительного анализа морфологических признаков подкурганного и фоновых черноземов дополняются результатами лабораторного анализа ряда их свойств, отраженных в табл. 1, а также спорово-пыльцевой характеристикой самых верхних (0-10 см) слоев погребенного и фонового (Ф. 1) черноземов.

Проба фоновой почвы после обогащения осадка содержала валидный спорово-пыльцевой спектр. Общий состав характеризуется незначительным преобладанием значений первой группы растительности (древесные - 48,2 %) над второй (травянистые – 39.6 %). Состав древесной растительности определяется доминированием пыльцы хвойных пород (*Pinus sylvestris, Juniperus* до 79,6%, и одно зерно *Ephedra*) и заметным участием пыльцы мелколиственных пород (*Betula, Alnus, Salix*). Пыльца теплолюбивых пород (*Tilia, Ulmus*) отмечена в виде единичных зерен (первые проценты). Состав травянистых растений в основном слагается пыльцой лугового разнотравья, но при этом в спектре встречено большое количество пыльцы маревых и злаковых (*Chenopodiaceae, Poaceae*). Маревые представлены: марью белой (*Chenopodiaceae album*); марью душистой (*Ch. botrys*); марью городской (*Ch. urbicum*). Данные виды имеют широкую амплитуду и в большей степени являются закрепителями свободных субстратов, а также сорняками. В составе злаков преобладает *Festuca pranensis,* – овсяница луговая, часто расселяющаяся по лугам и лесным полянам. Разнотравье представлено следующими видами: иван-чай (*Chamaenerium angutiifolium*); гладиолус черепитчатый (*Gladiolus imbricatus*); маковые (*Papaveraceae*); горец змеиный (*Polygonum bistorta*); горец вьющийся (*Polygonum convolvulus*).

Время формирования исследуемой части почвенного профиля (субрецентная проба, ориентировочно последние 150 лет развития фитоценоза) характеризовалось развитием на прилегающей к лугово-степному участку территории с курганом, в основном боровой ассоциаций с березняками, а на удалении (ближе к пойме) – липо-вязовых куртин вокруг стариц, а также ольшаников и ивовых кустов у затонов.

*Таблица 1.*

**Результаты лабораторных анализов почв на участке Шилово**

| Почва | Глубина, см | Почвенные показатели | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | плотность, г/см$^3$ | фракция менее 0.01 мм, % | $CO_2$ карбонатов, % | гумус, абс. % |
| насыпи кургана | 0-20 | не опр. | 33.4 | 0 | 3.10 |
| | 20-40 | не опр. | 32.9 | 0 | 2.23 |
| | 40-60 | не опр. | 36.8 | 0 | 2.13 |
| | 60-80 | не опр. | 35.9 | 0 | 2.20 |
| | 80-90 | не опр. | 25.9 | 0 | 2.25 |
| погребенная под курганом | 0-10 | 1.53 | 33.8 | 0 | 2.35 |
| | 10-20 | 1.57 | 33.4 | 0 | 2.24 |
| | 20-30 | 1.59 | 32.5 | 1,81 | 2.13 |
| | 30-40 | 1.61 | 26.2 | 2,83 | 1.39 |
| | 40-60 | 1.61 | 32.7 | 4,49 | 1.28 |
| | 60-80 | 1.61 | 30.5 | 7,41 | 0.48 |
| | 80-100 | 1.56 | 20.6 | 7,33 | 0.28 |
| | 100-120 | 1.51 | 11.4 | 6,62 | 0.23 |
| | 120-140 | 1.57 | 13.3 | 5,16 | 0.20 |
| | 140-160 | 1.65 | 14.3 | 4,82 | 0.20 |
| | 160-180 | 1.70 | 12.4 | 3,63 | 0.30 |
| | 180-200 | 1.72 | 10.6 | 2,69 | 0.16 |
| фоновая (Ф. 1) | 0-10 | 1.30 | 25.6 | 0 | 3.63 |
| | 10-20 | 1.38 | 27.5 | 0 | 2.63 |
| | 20-30 | 1.81 | 29.0 | 0 | 2.13 |
| | 30-40 | 1.85 | 33.0 | 0 | 1.81 |
| | 40-60 | 1.76 | 33.9 | 0 | 1.85 |
| | 60-80 | 1.61 | 36.5 | 2,49 | 1.26 |
| | 80-100 | 1.60 | 31.1 | 3,08 | 0.38 |
| | 100-120 | 1.60 | 23.9 | 6,16 | 0.29 |
| | 120-140 | 1.61 | 20.8 | 5,50 | 0.70 |
| | 140-160 | 1.62 | 19.2 | 4,29 | 0.26 |
| | 160-180 | 1.63 | 18.3 | 2,75 | 0.25 |
| | 180-200 | 1.64 | 20.2 | 2,09 | 0.04 |

Неполное соответствие состава растительности, определяемого по пыльце в верхнем слое фоновой почвы, с геоботаническим составом произрастающей растительности, с одной стороны, может свидетельствовать о ветровом заносе части пыльцы с окружающих территорий, а с другой стороны – о смешении с современным пыльцевым спектром пыльцы растительности, произраставшей на данном участке ранее (за более чем 100-летний период).

Проба верхнего слоя погребенного чернозема в связи со слабым насыщением спорами и пыльцой была подвергнута обогащению дважды, в результате чего был получен спектр средней насыщенности. Общий состав спектра отражает лесостепной тип растительности: процентное содержание пыльцы древесных растений составляет 31,0 % и отмечается преобладание пыльцы травянистых растений – 45,9 %. В первой группе преобладает пыльца покрытосеменных древесных пород, а голосеменные – играют подчиненную роль. Представители подгруппы покрытосеменных в основном представлены пыльцой мелколиственных пород – березой (*Betula*), ольхой (*Alnus*) и ясенем (*Fraxinus*). Теплолюбивые породы слагаются пыльцой клена (*Acer*), орешника (*Corylus*), дуба (*Quercus*), липы (*Tilia*) и вяза (*Ulmus*). Хвойные породы представлены пыльцой сонны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и можжевельником (*Juniperus*). Основу пыльцы травянистых растений составляют представители лугового разнотравья. Примерно одну треть от всего состава приходится на ксерофиты из семейств маревых (*Chenopodiaceae*) и цикориевых (*Cichoriaceae*). Разнотравье слагается богатым видовым

разнообразием пыльцы. Здесь отмечены виды, характерные для суходольных лугов: флокс сибирский (*Phlox sibirica*), подорожник ланцетовидный *(Plantago lanceolata*), темелия однолетняя (*Thymelaea parserina*), астрагал шиловидный (Astragalus subulatus), лобазник обнаженный (*Filipendula denudate*), истод сибирский (*Polygala sibirica*), бодяк овощной (*Cirsium oleraceum*). Злаковые - отмечены в виде единичных зерен (всего 3%).

Палеоландшафты изучаемого времени (4300-4200 лет назад), по-видимому, представляли собой сочетания обширных участков степей с богатым разнотравьем и лесов несомкнутого ряда дубово-липово-вязового состава с примесью лещины, клена и ясеня. На поверхности высоких речных террас также могли быть развиты редкостойные боровые группировки с участием березняков. Таким образом, для периода создания кургана и предшествующего ему столетия (времени формирования пыльцевого состава верхних 10 см палеочернозема) реконструируется относительно теплый и засушливый климат – с меньшей долей лесной растительности по сравнению с современным периодом. Также отмечается более высокое разнообразие состава растительности степей и лесов на территории и в окрестностях сооружения кургана более 4200 лет назад по сравнению с современностью, что может свидетельствовать о негативной роли хозяйственной деятельности в снижении фиторазнообразия лесостепных геосистем на протяжении последних десятилетий и столетий.

## Выводы

На основании проведенных исследований было установлено, что на пологом водораздельном склоне между долинами рек Дон и Воронеж 4200 лет назад формировались маломощные черноземы типичные, переходные к обыкновенным. В их профилях идентифицировано два комплекса свойств, отражающих предшествующую гумидную стадию почвообразования и начавшуюся аридную стадию. Современные (фоновые) почвы изучаемого участка относятся к черноземам выщелоченным и типичным среднемощным, близким к мощным. От современных почв подкурганный чернозем отличается более чем в 2 раза меньшей мощностью гумусового горизонта и гумусированной части профиля, а также более высокой (на 65-67 см) линией вскипания.

Сравнительный палинологический анализ верхних слоев подкурганного и фонового черноземов показал заметные различия между ними. По составу растительности реконструированные фитоценозы 4200-4300 лет назад имели более ксероморфный облик по сравнению с современными – с меньшей долей лесных элементов и с большей долей травянистой растительности, в которой третья часть была представлена ксерофитами из семейств маревых и цикориевых. Состав трав, по-видимому, быстрее реагировал на начавшуюся аридизацию климата в среднем суббореале по сравнению с лесной растительностью, которая в это время все еще характеризовалась наличием существенной доли мезофильных элементов таких, как липа, клен, дуб, ясень, орешник. Напомним, что в последующую фазу резкой аридизации климата (4170±100 л. н. – 3970±160 л. н.), согласно сведениям Е.М. Спиридоновой, в бассейне Среднего Дона произошла деградация лесов даже в долинах рек (Спиридонова, 1991). Данное наблюдение находится в соответствии с представлениями, согласно которым леса в силу своей природной и геохимической самоорганизации сильнее противостоят климатическим изменениям по сравнению с другими типами ландшафтов Земли, включая травянистые экосистемы (Перельман, Касимов, 1999).

*Работа выполнена за счет гранта Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-29-05012 (археологическое исследование кургана, полевые исследования почв, спорово-пыльцевой анализ почвенных проб), а также Российского научного фонда, проект № 19-18-00327 (лабораторные анализы почв, комплексный анализ результатов полевых и лабораторных исследований разновозрастных серий почв и растительности).*

## Список литературы

1. Александровский А.Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. – М.: Наука, 1983. – 150 с.

2. Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б. Палеочерноземы Среднерусской лесостепи в позднем голоцене // Почвоведение. – 1994. – № 5. – С. 14-24.

3. Кореневский С.Н. О металлических ножах ямной, полтавкинской и катакомбной культур // Советская археология. – 1978. – № 2. – С. 42.

4. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрея-2000, 1999. – 763 с.

5. Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене – голоцене. – М.: Наука, 1991. - 221 с.

6. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. – М.: ГЕОС, 2008. – 212 с.

7. Чендев Ю.Г., Александровский А.Л. Почвы и природная среда бассейна реки Воронеж во второй половине голоцена // Почвоведение. – 2002. – № 4. – С. 389-398.

8. Chendev Yu., Khokhlova O., Ponomarenko E., Ershova E., Alexandrovskiy A., Myakshina T. Changes of Soils and Vegetation in the Central Russian Upland: The Case Study in the “Belogorie” Natural Reserve // Geosciences. – 2018. – Vol. *8*. – No. 12. – 473-480 pp.

9. Puzanova T.A., Makeev A.O., Khokhlova O.S., Aseeva E.N., Kurbanova F.G. Holocene signals of climate dynamics in the profiles of soils buried under archaeological objects in the central part of the East European Plain. Proceedings of 17 international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017, Soils, Forest ecosystems, «Alexander Malinov» Sofia, Bulgaria, 2017. – Vol. 17. – Pp. 273-281.

УДК 614.8 (075.8)

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**Разиньков Н.Д., Овчинникова Т.В., Калач А.В., Арифуллин Е.З., Некрасова А.О.**
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*
*E-mail: razinkov.nikolaj@mail.ru*

***Аннотация:*** *Старые захоронения ТКО (твёрдые коммунальные отходы) после их закрытия остаются активными источниками загрязнения окружающей среды. Стремление изучить и улучшить экологическую составляющую, в которую входят поверхностные и подземные воды, является целью наших исследований. В настоящее время основным местом захоронения отходов для миллионного г. Воронежа является полигон, расположенный у с. Девица Семилукского района в Воронежской области на правом берегу Дона. Данный полигон ТКО, введённый в эксплуатацию в 2012 г., расположен рядом с ранее отработанным полигоном, закрытым в этом же году. Прежний и ныне существующий полигоны созданы на месте отработанных ранее карьеров по добыче глин и песков для строительной индустрии. На месте отработанного карьера рудника «Средний» в 1993 г., после устранения существенных замечаний, был введён в эксплуатацию полигон по приёму твёрдых бытовых отходов (ТБО – в эти годы было такое название). Приём отходов начал осуществляться 11.11.1993. Полигон принимал отходы на захоронение до 16.03.2012, причём последние несколько лет ситуация со складированием отходов рассматривалась как чрезвычайная, так как полигон согласно проекта был переполнен на 30 %.*

***Ключевые слова:*** *складирование, техногенное, загрязнение, отходы, полигон, фильтрат, подземные воды, окружающая природная среда.*

**Введение**

Закрытый полигон ТБО, расположенный в месте бывшего размещения отвалов рудника «Средний», занимает площадь 38,82 га. За восемнадцать с половиной лет деятельности полигона ТБО было размещено на нём 28,695 млн. м$^3$ коммунальных и промышленных отходов (4, 5 классов), что по массе составило 5,739 млн. т! Заполнение полигона произошло на 130 %. На полигоне располагалось 8 наблюдательных скважин, перед и после закрытия полигона мониторинг за загрязнением грунтовых вод вообще не вёлся и не ведётся в настоящее время, а это уже девять последних лет! Анализ атмосферного воздуха вообще не производился. Перед закрытием полигона оценочно в его центральной части образовалась линза фильтрата, занимающая до 30 % от всей площади полигона.

Воздействие полигона на окружающую природную средув большей степени происходит посредством загрязнения грунтовых вод, которые в свою очередь разгружаются в находящийся невдалеке на расстоянии 3,575 км (по траектории движения основного объёма фильтрата) Дон (рис. 1).

*Рис.1.* Ситуационный план, поясняющий загрязнение Дона

Формирующаяся область загрязнения (купол) в геологической среде под полигоном твёрдых промышленных и бытовых отходов носит локальный характер, но отличается высокой интенсивностью происходящего загрязнения грунтовых вод – десятка и даже сотни ПДК. Данный уровень загрязнения гидрогеологами принято относить ко II стадии – наиболее опасной.

## Материалы и методы

Материалами для исследований послужили результаты мониторинговых наблюдений, проводимых ООО «Воронежгеология» на протяжении 12 лет (с 1999 по 2011 гг.) [1].

В геологической среде под полигоном ТБО в руднике «Средний» при построении мониторинговой сети скважин для фиксации загрязнений грунтовых вод была установлена структура геологической среды (рис. 2).

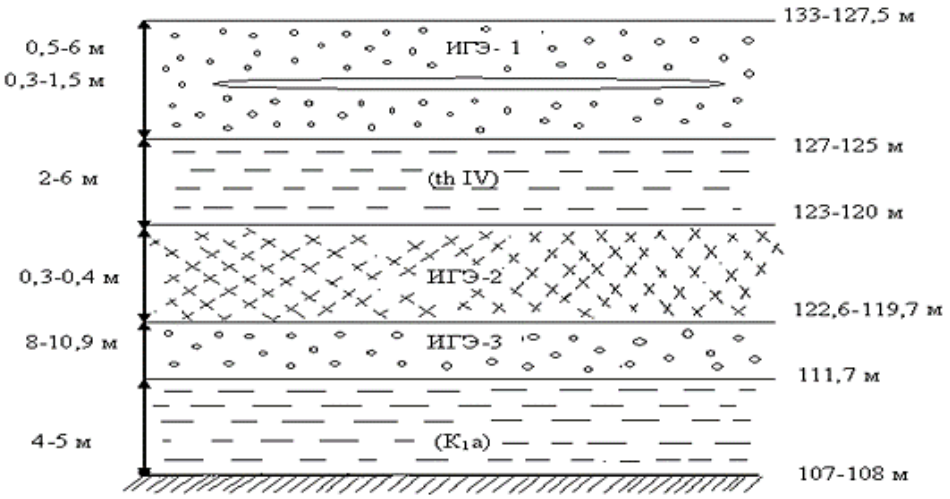



*Рис. 2.* Геологическая структура в районе расположения полигона ТБО в районе бывшего рудника «Средний» (Семилукский район).

При этом однозначно идентифицированы два водоносных горизонта:

✦ 1-ый (thIV)в интервале высот от (127 – 125 м БС) до (123 – 120 м БС) с мощностью водовмещающих пород 2 ÷ 6 м;

✦ 2-ой ($К_{1а}$) с отметкой водоупора 107 – 108 м БС и мощностью 4 ÷ 5 м.

Охарактеризуем водоносные горизонты, исходя из решаемой задачи – оценки распространения загрязнения, исходящего от полигона в руднике «Среднем», в сторону Дона.

Водоносный горизонт thIV: водовмещающими породами являются пески с включениями в них гравия и гальки; для обводнённых песков коэффициент фильтрации составляет: $К_ф$ = 5 ÷ 10 м/сутки.

Второй водоносный горизонт в рассматриваемой геологической среде называют аптским терригенным горизонтом ($К_{1а}$), в котором обводнены песчано-гравийные отложения, слагающие данный горизонт; для рассматриваемых грунтов $К_ф$ имеет значение в пределах от 1 до 15 м/сутки [2-4].

Питание рассмотренных горизонтов происходит за счёт атмосферных осадков и воды, поступающей в водоносные горизонты во время снеготаяния с рассматриваемого бассейна грунтового питания.

Согласно физико-географическому районированию территория расположения полигона приурочена к Окско-Донской равнине и соответствует ее геологическим особенностям, рельефу, климату и почвам.

Полигон расположен в междуречье дренирующих рек Девица – 2км и Дон – 3,5 км (с высотами120 ÷ 169м). Полигон ТБО расположен невдалеке от селитебных территорий:

- до СНТ «Алюминий» Семилукского района – 0,7 км;
- до п. Поречье Девицкого сельского поселения Семилукского района – 1,2 км;
- до с. Девица Семилукского района – 1,3 км;

- до мкр. Южный г. Семилуки – 1,4 км;
- до мкр. Тенистый г. Воронеж – 4,0 км;
- до мкр. Первое Мая г. Воронеж – 4,2 км.

Полигон фактически окружён селитебными территориями, располагающимися на удалении от 0,7 до 4,2 км. Одиночные скважины используются для водоснабжения ближайшими селами.

Атмосферные осадки в виде дождя и снега, являются основными проводниками загрязняющих веществ, источниками загрязнения поверхностных и подземных вод.

Перед закрытием полигона сложилась чрезвычайная ситуация, обусловленная переливом высокотоксичного фильтрата из ложа полигона на рельеф, а оттуда – в водоносный горизонт. Изоляционный экран, по всей видимости, уже не обеспечивал защиту подземных вод от загрязнения.

Поверхность ложа закрытого полигона изначально была покрыта противофильтрационным экраном. Складируемые отходы с переполнением образовали усечённую пирамиду высотой до 30 м. Состав захороненных отходов достаточно разнороден: пищевые остатки, бумага, картон, дерево, стекло, металлолом, текстиль. резина, пластмасса, синтетические и другие вещества.

Для принятия жидких стоков, вытекающих из под тела полигона (фильтрат), на западном фланге в пониженных участках местности, были построены основной (V =9,5 тыс. м$^3$) и дополнительный (V = 5,6 тыс. м$^3$) отстойники. В связи с большим количеством выделяемого фильтрата и частых аварийных прорывов, в 1999г. был дополнительно сооружен аварийный пруд-накопитель (V = 7,22 тыс. м$^3$). Все сооружения для принятия фильтрата имели глиняные укатанные экраны с низкими фильтрационными свойствами мощностью 0,5м. Однако, при проведённом в 2011 г. обследовании было установлено, что проблема полной изоляции фильтрата так и осталась не решенной. На момент обследования на противоположном (восточном) фланге полигона ТБО у окончания запруженной ложбины находилась жижа фильтрата протяженностью около 120м, шириной – 40м и мощностью до6м. На южном фланге полигона ТБО в пониженном участке местности образовалось скопление жидкого фильтрата, мощность которого достигала 2м. Не запланированные скопления фильтрата располагались на незащищённых песчаных грунтах и беспрепятственно инфильтровывались вниз до слоя глин (рис. 2).

При ведении мониторинга проводилась соответствующая аналитическая работа, нацеленная на фиксацию всё возрастающих загрязнений и построения прогнозных оценок для природоохранных органов, что в конечном счёте ускорило принятие решения о закрытии отработавшего проектный срок полигона ТБО в руднике «Средний». К сожалению, начиная уже с 2012 года ведение мониторинга загрязнения геологической среды в районе размещения полигона ТБО было прекращено, что вызывает большую озабоченность, так как рекультивация полигона согласно установленным правилам [5-8] так и не была произведена.

Взятые пробы воды из мониторинговых скважин в последние годы деятельности полигона ТБО в руднике «Средний» свидетельствуют о II стадии, происходящих загрязнений. Приведём максимальные зафиксированные загрязнения в водоносных горизонтах в 2010 – 2011 гг. (табл. 1).

Для оценки времени поступления фильтрата от фактически брошенного полигона ТБО из-за недостаточной изученности геологической среды на обозначенной на рис. 1 траектории его поступления воспользуемся наиболее простой моделью миграции загрязнённых вод в пласте – используем модель «поршневого вытеснения»[9].

*Таблица 1*

**Результаты мониторинга загрязнения фильтратом грунтовых перед закрытием полигона ТБО в руднике «Средний» в Семилукском районе**

| Водовмещающий слой | Сухой остаток | Жёсткость общая | Жёсткость карбонатная | Окисляемость | Аммоний-ион |
|---|---|---|---|---|---|
| | Концентрация, мг/дм$^3$ / ПДК | | | | |
| th IV | 1444 / 1,4 | 19,95 / 2,9 | 16,99 / 2,4 | 66,3 / 13,3 | 17,40 / 8,7 |
| $K_{1a}$ | 2950 / 3,0 | 27,03 / 3,9 | 27,50 / 3,9 | 76,44 / 15,3 | 120,0 / 60,0 |
| Значение ПДК | 1000 | 7 моль/м$^3$ | 7 моль/м$^3$ | 5,0 | 2,0 |
| Водовмещающий слой | Нитраты | Железо общее | Марганец | Бор | Фтор |
| | Концентрация, мг/дм$^3$ / ПДК | | | | |
| th IV | 4,8 / 0,1 | 96,4 / 321,3 | 0,84 / 32 | 0,32 / 0,6 | 1,74 / 1,2 |
| $K_{1a}$ | 3,2 / 0,1 | 103,6 / 345,3 | 5,98 / 59,8 | 1,87 / 3,7 | 4,11 / 2,7 |
| Значение ПДК | 45,0 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 1,5 |

## Результаты и обсуждение

В 2011 г. при разработке проекта нового полигона [10], который в 2012 г. был запущен рядом с полигоном ТБО в руднике «Средний», была произведена оценка скорости распространения экологически опасного фильтрата, проникающего сквозь подошву исследуемого полигона ТБО в водоносный полигон. Расчёт был произведён также с использованием модели «поршневого вытеснения». Посредством анализа обнаруженных закономерностей перемещений загрязнений установлена истинная скорость распространения продвижения фронта загрязнений в направлении реки Дон: $V_{ист}$ составила 0,102 м/сутки. Исходя из этого можно сделать оценку начала подхода загрязнений из фильтрата полигона ТБО в руднике «Среднем» к Дону и времени начала поступления максимальных концентраций загрязнений по водоносному горизонту, разгружающемуся в Дон (рис. 3).

В итоге установлено, что к 2022 г. загрязнённые грунтовые воды аптского терригенного горизонта подойдут к реке Дон, а максимальные концентрации загрязнений начнут поступать с 2089 г., т.е. подойдёт фронт загрязнённых подземных вод.

## Выводы

Произведённые оценки поступления загрязнений в грунтовые воды от закрытого полигона ТБО в руднике «Средний» Семилукского района Воронежской области и их предполагаемого выхода в реку Дон по водоносному горизонту требует принятия скорейших решений:

1) восстановление мониторинговой сети непосредственно на самом полигоне ТБО в настоящее время заброшенном;

2) установление мониторинговых скважин на пути предполагаемого движения фильтрата в аптском терригенном горизонте грунтовых вод (рис. 3).

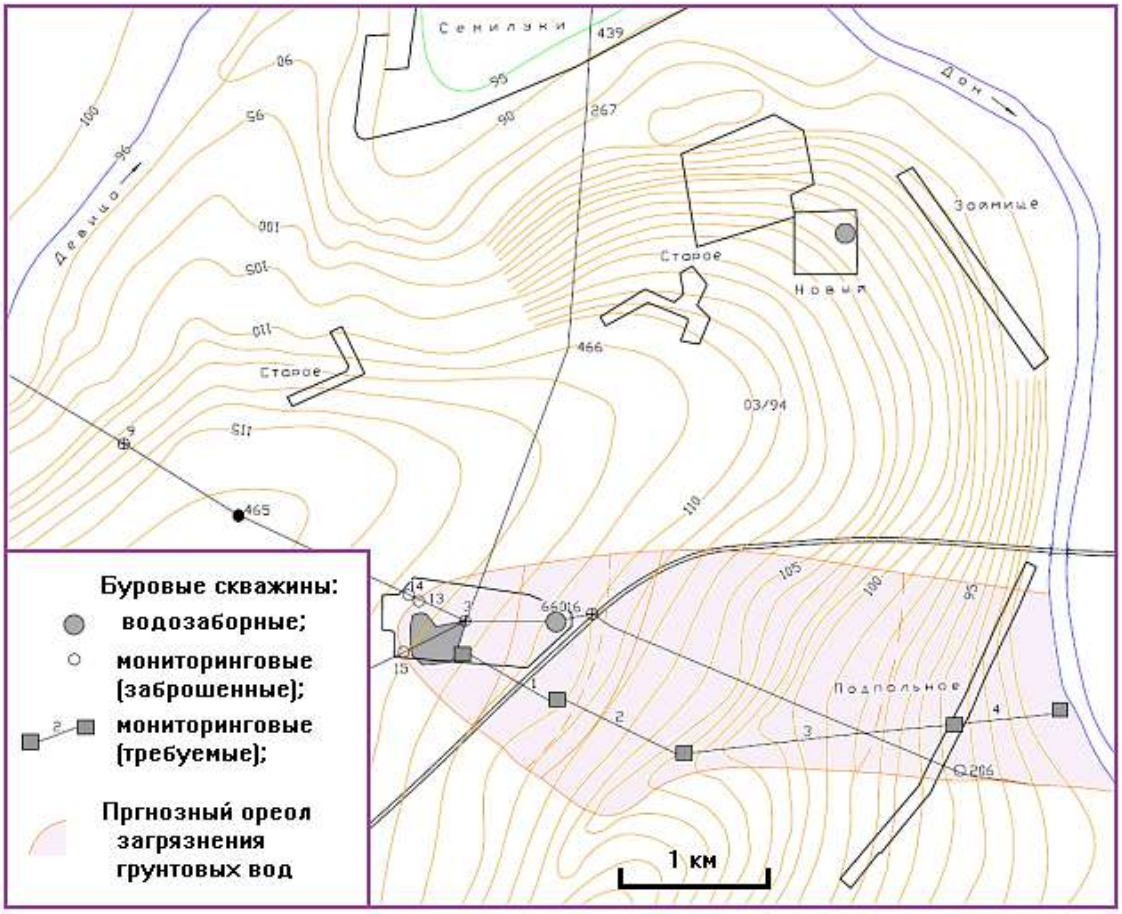



*Рис. 3.* Зона прогнозируемого загрязнения фильтратом из полигона ТБО в руднике «Средний» Семилукского района

В случае подтверждения расчётов по продвижению загрязнений потребуется провести соответствующие природоохранные проектно-изыскательские работы. Для принятия решений по предотвращения разгрузки загрязнённых грунтовых вод в реку Дон резерв времени ещё имеется.

Проблема загрязнения подземных вод в XXI веке стала крайне острой практически во всём мире, не обошла эта участь и Россию, несмотря на огромные территории и природные ресурсы волею судеб дарованные нашей стране. Прямая взаимосвязь загрязнения подземных вод с деятельностью людей очевидна, что требует комплексного изучения и мониторинга подземных и поверхностных вод, на основе которого появляется возможность разрабатывать и планировать эффективные природоохранные мероприятия.

**Список литературы**

1. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Воронежской области за 2011 год. Выпуск 17 / ОАО «Геоцентр-Москва» // Филиал ТЦ «Тамбовгеомониторинг». – Воронеж: ТЦ «Тамбовгеомониторинг», 2012. – 135 с.

2. Зинюков Ю.М. Мониторинг природной среды в районе полигона ТБО ООО «Каскад» (Воронежская область) / Ю.М. Зинюков, В.А. Валяльщиков // Вестник ВГУ. Серия: Геология – Воронеж: изд-во «ВГУ», 2014. – №4. – С. 98-103.

3. СП 320.1325800.2017 «Полигоны для твёрдых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация» – М.: Стандартинформ, 2018 – 35 с.

4. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. – 248 с.

5. Разиньков Н.Д. Пруд-охладитель Нововоронежской атомной электростанции как прирусловой водоем Дона: преимущества и возникающие проблемы / Н.Д. Разиньков, Т.В. Овчинникова, П.С. Куприенко // Мониторинг Науки о земле – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. – № 4(42). – С. 50-54.

6. Гидрологические природно-технические системы: проблемы и региональный опыт управления. Монография / Н.Д. Разиньков, Т.В. Овчинникова, П.С. Куприенко – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. – 132 с.

7. Шаги решения концепции «Безопасный регион»: монография / Т.В. Овчинникова, В.М. Смольянинов, П.С. Куприенко – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2018. – 334 с.

8. Прогнозирование изменений гидролого-гидрогеологической обстановки в районе водозаборов на примере водоснабжения г. Воронежа / В.М. Смольянинов, Т.В. Овчинникова, Т.В. Ашихмина // Вода и экология: проблемы и решения – Санкт-Петербург, 2019. – № 2(78). – С. 50-58.

9. Федеральный закон от 31.07.2020 №248-ФЗ (ред. 11.06.2021) «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» – М.: «Проспект», 2021. – 96 с.

10. Оценка прочности и деформативности искусственного однослойного глиняного экрана, предусмотренного проектом «Полигон для захоронения ТБО в Семилукском районе Воронежской области. Заключение технико-строительной экспертизы. ООО «Генпроектстрой» – Воронеж, 2011.

УДК 551.435.7

# ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Сарычев А.В.[1], Хрисанов В.А.[2], Красников Р.В.[1]**

*[1]Белгородский юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина, Белгород, Россия*

*[2]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: w0773@yandex.ru, rvk.doc@mai.ru*

Современное развитие общества подразумевает значительные темпы и масштабы нагрузки на окружающую среду. Увеличение населения городов и темпы его застройки влекут за собой цепочку негативных последствий, к примеру, возрастает риск возникновения аварий и катастроф, связанных с опасными геологическим процессами.

Экзогенные геологические процессы могут привести к непоправимым последствиям. Существенную роль играет активизация наиболее опасных из них под воздействием негативных факторов.

В настоящее время, тема особенностей развития ЭГП в городах наиболее актуальна, это доказывает огромное количество статей и научных работ, изучающих эту проблему. Необходимо непрерывно обновлять базу подходов и путей решения такого рода проблем, так же, несомненно, стоит необходимость оценить состояние окружающей среды и интенсивность развития опасных ЭГП. Многие авторы утверждают, что необходимо разделить возникновение опасных ЭГП на районы и составить четкий график долгосрочных

прогнозов их появления. Это позволит составить план защиты территорий городов от неблагоприятного воздействия геологических процессов и реализовать условия грамотного использования природной среды городов [1].

На территории Белгородской области особо распространены как естественные экзогенные процессы, так и техногенные. Основные причины их появления это масштабная, почти повсеместная, добыча полезных ископаемых, особенно добычи железной руды. Нельзя не оценить воздействие на появление техногенных процессов промышленного и гражданского строительства в городах и других населенных пунктах, соответственно строительства инфраструктуры.

Следствием того, что на территории области активно проявляются разные виды экзогенных геоморфологических процессов, стало то, что не пригодных к использованию в сельскохозяйственном назначении становится ежегодно все больше и больше, рушатся жилые дома и постройки, обрушаются дороги. Высока вероятность появления опасных экзогенных процессов, угрожающих жизни и негативно влияющих на эколого-геоморфологическую ситуацию в Белгородской области.

Создание строгой современной системы наблюдений за экзогенными процессами может снизить опасность, которую они несут, позволит более точно прогнозировать их развитие и получать более достоверные данные. так же, несомненно, можно отследить факторы, влияющие на их активность.

Экзогенные процессы, такие как эрозионные, суффозионные, карстовые, оползневые, абразионные широко развиты и в некоторых местах представляют серьезную опасность для жизни и деятельности населения [2].

Наибольшее распространение и по значимости влияния на формирование экологической ситуации на территории области занимают эрозионные процессы и составляют около 60% территории. 9% территорий занимают оползневые процессы, примерно 7% суффозионные процессы, доля карстовых процессов около 6%. Все остальные экзогенные геоморфологические процессы распространены на 1% территории Белгородской области.

Вероятность появления и районирование ЭГП определяют разнообразные природно-климатические условия и техногенное воздействие на окружающую среду Белгородской области.

Доминирующую роль в формировании эколого-геоморфологической ситуации на территории области занимают эрозионные и оползневые процессы. Развитие таких форм, как овраги и балки, создающие особый овражно-балочные рельеф, связывают с эрозионными процессами. Появление и развитие оползней связывают со склоновым типом местности. Как говорилось выше 60% территорий поражено эрозией, а из них примерно 1,5% находится под оврагами. Исследования показали, что ежегодно пахотные земли области теряют от 7 до 14 мл. тонн плодородного слоя, это 0,5 до1,2 мм смыва в год. Этот процесс превышает в 4,5 раза естественный почвообразовательный процесс. Таков результат широкого распространения эрозии на пахотных землях Белгородской области [1].

Еще одним негативным воздействием эрозии является образование оврагов. На данный момент времени суммарная протяженность овражно-балочной системы составляет 50 тыс. км. В одном сельхозугодии насчитывают 7, а иногда 150 действующих оврагов. Каждый овраг прирастает в год на 15-20 м, то есть земли находящиеся под пахотным назначением теряют 30 га ежегодно, что оказывает негативное воздействие на экологическую ситуацию в области [2].

Максимальная степень пораженности земель эрозийными процессами наблюдается в юго-восточной и восточной части области, то есть заражены земли:

Алексеевского, Валуйского, Красногвардейского, Новооскольского и Ровеньского районов, а это 65% общей площади сельхоз угодий этих районов.

Можно отметить, что больше всего от эрозийных процессов страдают природные составляющие и вся хозяйственная инфраструктура.

Не прямое воздействие эрозия оказывает на:

1) уменьшение территорий пастбищ и посевных угодий в поймах рек;

2) ядохимикаты, пестициды и тяжелые металлы попадают в водоемы с талыми водами;

3) затраты на прокладку коммуникаций увеличиваются в опасных эрозионных местах.

Важно отметить, что многие формы эрозионных образований служат для складирования бытовых отходов, вследствие чего опасные вещества проникают на значительную глубину и загрязняют воду питьевого значения, что представляет особую опасность для жизни человека.

Вторыми по значимости после эрозионных процессов, оказывающими большое влияние на формирование эколого-геоморфологической ситуации в области являются оползни, которые образуются на склонах крутизной от 3 — 70 и более.

Две группы факторов: природные и техногенные оказывают влияние на развитие оползневых процессов в Белгородской области. Анализ районирования территорий области показал, что наиболее сильно страдают от оползневых процессов восточный и центральный районы, а наименьшее количество оползней наблюдается в юго-западном районе. Доля участков, пораженных оползневыми процессами, составляет 10%.

Появление техногенных оползней связано с переувлажнением грунтов и подрезкой основания оползнеопасных склонов при строительстве и эксплуатации транспортных магистралей, а так же перегрузкой грунтов от движущегося транспорта.

Карстовые процессы распространены в турон-маастрихтском инженерно-геологическом комплексе, имеющий в своем составе мел и отдельные терригенные отложения, в основном карбонатного происхождения. Главную роль в появлении карстовых процессов вносит техногенный фактор, усиливающий агрессивность природных вод [12].

Карстовые формы в Белгородской области имеют два вида морфогенетических типов: поверхностные и погребенные.

Суффозионные процессы получили широкое распространение на территории Белгородской области, они проявляются путем вымывания частиц пород, вследствие чего образуются округлые просадочные явления, иногда в результате суффозии могут образоваться пустоты и трещины. Все это приводит к тому, что количество пригодных плодородных земель уменьшается, а так же оказывает негативное влияние на строительные объекты. Интенсивность этих процессов можно наблюдать во время усиленного увлажнения почв и грунтов, во время разлива рек и после подъема уровня подземных вод [13].

Часто, суффозию можно наблюдать в районах пойм рек в северо-восточной части области в местах флювиогляциальных отложений. Проявляется подобный процесс в виде округлых понижений и западин диаметром от нескольких до 50-200 м и глубиной до 1-1.5 м.

Одной из наиболее значимых проблем в Белгородской области как горнодобывающего региона является анализ появления опасных экзогенногеологических процессов местах активной добычи полезных ископаемых, что способствует созданию мер сконцентрированных на минимализации негативного влияния на жизнедеятельность населения близлежащих территорий и воздействия на окружающую среду. Следует отметить, что степень и интенсивность развития опасных

экзогенных процессов имеет зависимость от особенностей природно-климатических условий, особенностей рельефа, комфортности геоморфологических условий для проживания людей и ведения хозяйства [9].

Рельеф и лито генетическая основа на территории Белгородской области имеют высокое и разграниченное по площади техногенные воздействия. Они проявляются, прежде всего, путем изменения очертаний земной поверхности и создания новых отрицательных и положительных форм рельефа.

Открытый способ добычи полезных ископаемых, привел к масштабным нарушениям земной поверхности. Вследствие добычи железорудного сырья в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном кластере появился техногенный мезорельеф (карьеры глубиной более 250-300 м и отвалы вскрышных пород высотой от 60 до 100 м). Ежегодная совокупность добычи сырой руды из Лебединского и Стойленского карьеров составляет около 60 млн. тонн. Территория прямого нарушения земной поверхности, занятая карьерами и промышленными объектами, составляет около 16 тыс. га.

Техногенный морфогенез стал следствием коренного изменения природного рельефа. Овраги были заполнены вскрышными породами, и на месте отрицательных форм рельефа образовались положительные, то есть холмы высотой 70-80 метров и более высокие [10; 11].

Добыча горных пород привела к тому, что на поверхность были добыты геологические отложения с новым химическим составом, представляющие в экологическом отношении опасность для окружающей среды. Так же стоит отметить, что горные работы в этом районе привели к активизации экзогенных и геодинамических процессов [14]. Широко территориальная разработка меловых месторождений, песка, глины малыми карьерами так же привела к усилению агрессивности экзогенных процессов.

Итогом анализа природно-климатической среды, инженерно-геологических комплексов, показателей форм рельефа, степени антропогенного воздействия и типов хозяйственной деятельности, стал прогноз появления опасных экзогенных процессов в Белгородской области [5].

Вышесказанное позволяет разделить территории на 4 группы по степени вероятности риска развития опасных ЭГП:

1) Первая группа имеет низкий риск развития опасных ЭГП, это водораздельные пространства и склоны с углом наклона не более 3°;

2) Вторая группа имеет средний риск возникновения опасных ЭГП, это водораздельные склоны с углом наклона более 3°, но не более 5°;

3) Третья группа имеет высокий риск возникновения опасных ЭГП, это склоны речных долин и овражно-балочные системы с углом наклона от 5° и более;

4) Четвертая группа имеет очень высокий риск возникновения ЭГП, это селитебные и горнопромышленные территории.

Полученные результаты исследования, позволили выявить преобладающие виды экзогенных геоморфологических процессов на территориях развития каждого, а так же определили уровень пораженности данными процессами.

Результатами исследования было определено, что для преобладающих экзогенно геоморфологических процессов можно отметить зрелую стадию развития, но в то же время все процессы имеют и начальную стадию развития.

Характер современного эколого-геологического состояния территорий области можно назвать тяжелым. Причиной такого напряженного состояния можно назвать сложные природно-климатические условия, определяющий достаточно шаткое

состояние окружающей среды, а при увеличении нагрузок техногенного характера в будущем это, несомненно следует брать во внимание.

Причиной, обуславливающей геодинамическую устойчивость природных комплексов к определенным антропогенным нагрузкам, можно назвать уровень развития на территориях экзогенных процессов. Уровень пораженности экзогенными процессами так же можно определить как основной фактор формирования современной эколого-геологической ситуации в Белгородской области. Геодинамическая устойчивость является способностью естественных ландшафтов противостоять внешним воздействиям и восстанавливать былые предназначения после нагрузок.

Исследуя территории Белгородской области можно сказать о том, что наименьшей геодинамической устойчивостью обладают районы добычи полезных ископаемых и железной руды, при этом не имеет значения способ добычи. Это можно трактовать тем, что эти районы в наибольшей степени поражены эрозионными процессами.

Подводя итог, появление и развитие опасных экзогенных геоморфологических процессов определяет ранимость геологической среды. Причинами негативного влияния и разрушений являются на только антропогенные нагрузки, но и естественные процессы, глобальное потепление, фазы изменений климата и т.п.

Активное развитие опасных экзогенно-геоморфологических процессов является фактором активизации негативных экологических ситуаций. Длительное воздействие экзогенных процессов малой и средней силы так же является условием проявления сложностей в формирование благоприятной экологической ситуации.

Таким образом, негативная эколого-геологическая ситуация стала следствием совокупности развития экзогенных процессов.

**Список литературы**

1. Белоусова Л.И. Региональные особенности развития и распространения экзогенных геоморфологических процессов на территории Белгородской области [Текст] / Л.И. Белоусова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Естественные науки. 2011. № 3(98), вып. 14. С. 162-169.

2. Выркин В.Б. Классификация экзогенных процессов рельефообразования // География и природные ресурсы. 1986. № 4. С. 20-24.

3. Выркин В.Б. Современные экзогенные процессы рельефообразования: картографирование, анализ структур, районирование // География и природные ресурсы. 2008. № 4. С. 123-129.

4. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Современные тенденции развития геоморфологии // М.: Наука, 1988. С. 205-212.

5. Ивановский Л.Н., Титова З.А., Выркин В.Б. Проблемы прогноза современных процессов рельефообразования // География и природные ресурсы. 1983. № 4. С. 20-25.

6. Кириченко Ю.Н., Сусликов В.Н. Проблемы нормативно-правового регулирования оборота земель сельскохозяйственного назначения, с использованием данных полученных с помощью глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС // Известия Юго-Западного государственного университета. 2015. – № 2. – С. 58.

7. Кириченко Ю.Н., Медведев А.В. О некоторых проблемах взимания арендной платы за земельный участок // Известия Юго-Западного государственного университета. 2016. – № 3.

8. Кашменская О.В., Хворостова З.М. Концепция картографирования геоморфологических систем. Новосибирск: Изд-во Ин-та геологии и геофизики СО А Н СССР. – 1989. – 13 с.

9. Милашенко Н.З., Акулов П.Г. Научные основы расширенного воспроизводства плодородия почв в ЦЧО. В кн.: Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области. – М.: Росагропромиздат, 1990. – С. 4.

10. Петина В.И. Антропогенный морфогенез на территории Белгородской области и его экологические последствия / В.И. Петина, Н.И. Гайворонская, Л.И. Белоусова // Изменения состояния окружающей среды в странах содружества в условиях текущего изменения климата. – М.: Медиа-Пресс, 2008. – С. 224-229.

11. Петин А.Н. Антропогенный морфогенез и техногенная трансформация рельефа на территории Белгородской области / А.Н. Петин, В.И. Петина, Н.И. Гайворонская, Л.И. Белоусова // Антропогенная геоморфология: наука и практика: Материалы XXXII Пленума Геоморфологической Комиссии РАН. – Москва-Белгород: Изд. Дом «Белгород», 2012. С. 93-98.

12. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н., Манышев В.В. Развитие и распространение карстовых процессов и их районирование и инженерно-геоморфологическая оценка на территории Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 4 (225). – С. 130-137.

13. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. Развитие и распространение гравитационных процессов на территории Белгородской области, их районирование и инженерно-геоморфологическая оценка // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 25 (246). – С. 128-137.

14. Экологическая ситуация в районах размещения горнодобывающих предприятий региона Курской магнитной аномалии: монография / А.Г. Корнилов, Е.В. Кичигин, С.Н. Колмыков, Л.Л. Новых, Е.А. Дроздова, А.Н. Петин, А.В. Присный, А.В. Лазарев, А.Ф. Колчанов. – Белгород: ИД. «Белгород» НИУ БелГУ, 2015. – 157 с.

УДК 550.84:543.27

# МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЕГО РОЛЬ В СОЗДАНИИ БЛАГОПРИЯТНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ

**Серпуховитина Т.Ю., Лазарев Р.А., Есипова А.В.**
*Старооскольский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»*
*г. Старый Оскол, Россия*
*E-mail: uchrggru@yandex.ru*

На территории Белгородской области реализуется концепция повышения качества жизни населения, одной из важнейших составляющих, которой является поддержание стабильной экологической обстановки. На состояние окружающей среды в большей мере влияют факторы, которые являются продуктом деятельности человека, не только человек-производство, но и личное отношение к природе. Учитывая, что область характеризуется высокой освоенностью территории, большой концентрацией промышленности, транспорта, населения, то и образуются значительные объемы выбросов загрязняющих веществ и отходы.

Информация о состоянии окружающей среды на сегодняшний день находится в зоне доступа. Ежегодно публикуется годовой отчет о состояние окружающей среды Белгородской области, периодичные издания доводят до наседания последние новости

по реализации экологической политики. Доступность информации стала реальной только при четких и грамотно проводимых мониторинговых исследований.

Экологический мониторинг должен стать системой точных знаний об экологической ситуации. Проблема мониторинга должна решаться в режиме постоянной актуализации.

Важнейшим элементом стратегии регулирования качества окружающей среды является вопрос создания системы, способной определять наиболее критические источники и факторы антропогенного воздействия на здоровье населения, выделять наиболее уязвимые элементы и звенья биосферы, подверженные такому воздействию. Такой системой признана система мониторинга антропогенных изменений состояния окружающей природной среды, способная представить необходимую информацию для принятия решений соответствующими службами, ведомствами, организациями. Основной принцип мониторинга – непрерывное слежение. На территории имеется ряд сетей наблюдений, принадлежащих различным службам (горным предприятиям), и которые ведомственно разобщены, не скоординированы в хронологическом, параметрическом и других аспектах. Поэтому задача подготовки оценок, прогнозов, критериев альтернатив выбора управленческих решений на базе имеющихся в регионе ведомственных данных становится, в общем случае, неопределенной. В связи с этим, центральными проблемами организации экологического мониторинга являются эколого-хозяйственное районирование и выбор «информативных показателей» экологического состояния территорий с проверкой их системной достаточности. В связи с ростом промышленности возрастает роль локальных мониторинговых исследований.

В Старооскольском и Губкинском городских округах более 20 лет контроль за загрязнением атмосферы, водных объектов и почв осуществляется комплексной лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды в г. Старый Оскол Белгородской ЦГМС – филиал «Центрально-Черноземное УГМС», также система учета за состоянием окружающей среды внедрена на всех крупных градообразующих предприятиях.

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу достаточно разнообразен и зависит от специфики производства и технологии.

Установлены предельно-допустимые концентрации ($ПДК_{с.с.}$ среднесуточные) для следующих химических элементов: сернистый ангидрид, углерода оксид, оксиды азота, углеводороды, железа оксид, соединения марганца и др. Загрязняющие вещества при поступлении в воздушную среду обладают способностью к трансформации, т.е. в результате химического взаимодействия друг с другом зачастую образуют более токсичные соединения, чем исходные компоненты. Состав групп суммации зависит от выбрасываемых одновременно загрязняющих веществ, их химической активности и присутствия фоновых концентраций загрязняющих веществ.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха городов и поверхностных вод Белгородской области дана в соответствии с существующими нормами предельно-допустимой концентрации (ПДК) высоких и экстремально-высоких уровней загрязнения.

Контроль за состоянием атмосферного воздуха в г.г. Старый Оскол и Губкин ведется ежедневно. Отбор проб воздуха в г. Старый Оскол проводился на трех стационарных постах: ПНЗ № 1 (м-н Лебединец), ПНЗ № 2 (ул. Октябрьская, 5), ПНЗ № 3 (м-н Жукова, 28).

В целом были отобраны и проанализированы пробы на следующие ингредиенты: пыль 2691 пробы, диоксид серы 897 пробы, диоксид азота 2691 пробы, оксид углерода 2691 пробы, оксид азота 897 пробы, формальдегид 2691 пробы. Данные за три года приведены в таблице 1.

*Таблица 1.*

**Информация по выбросам за три года**

| Год / загрязняющее вещество | Пыль мг/м$^3$ | | Диоксид серы мг/м$^3$ | | Оксид углерода мг/м$^3$ | | Диоксид азота мг/м$^3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Года | ПДК$_{с.с}$ | | ПДК$_{с.с}$ | | ПДК$_{с.с}$ | | ПДК$_{с.с}$ | |
| 2018 | 0,15 | 0,1133 | 0,05 | 0,0084 | 3,0 | 1,1493 | 0,04 | 0,033 |
| 2019 | 0,15 | 0,1339 | 0,05 | 0,0066 | 3,0 | 1,0383 | 0,04 | 0,0266 |
| 2020 | 0,15 | 0,1395 | 0,05 | 0,0079 | 3,0 | 1,0330 | 0,04 | 0,0258 |
| **Средняя** | 0,1289 | | 0,0076 | | 1,0735 | | 0,0284 | |

По рекомендации Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) рекомендован годовой стандарт концентрации диоксида азота 0,04 мг/м$^3$, выше этого уровня наблюдается нарушение дыхания, кашель.

В течение года отобраны пробы для проведения анализов на содержание тяжелых металлов (см. табл. 2).

*Таблица 2.*

**Информация по содержанию тяжелых металлов**

| Год / загрязняющее вещество | железо | | марганец | | свинец | | медь | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Года | ПДК | | ПДК | | ПДК | | ПДК | |
| 2018 | 2,0 | 2,71 | 1,0 | 0,048 | 0,3 | 0,0205 | 2,0 | 0,0255 |
| 2019 | 2,0 | 2,32 | 1,0 | 0,051 | 0,3 | 0,015 | 2,0 | 0,039 |
| 2020 | 2,0 | 2,62 | 1,0 | 0,058 | 0,3 | 0,0128 | 2,0 | 0,046 |
| **Средняя** | 2,55 | | 0,052 | | 0,016 | | 0,037 | |

*Таблица 3.*

**Информация по содержанию <u>бенз(а)пирена</u>**

| Год / загрязняющее вещество | **<u>Бенз(а)пирен</u>** | |
|---|---|---|
| Года | ПДК | |
| 2018 | 1,0 мкг/м3*10-3 | 0,51 мкг/м3 *10-3 |
| 2019 | 1,0 мкг/м3*10-3 | 0,24 мкг/м3 *10-3 |
| 2020 | 1,0 мкг/м3*10-3 | 0,29 мкг/м3 *10-3 |
| **Средняя** | 0,35*10-3 | |

**<u>Формальдегид.</u>** Среднегодовая концентрация 0,0126 мг/м$^3$, что составляет 1,3 ПДК$_{с.с.}$ (ПДК$_{с.с.}$ – 0,01 мг/м$^3$). Формальдегид является веществом второго класса опасности, оказывает раздражающее действие на организм человека, обладает высокой токсичностью. При концентрации выше ПДК, формальдегид действует на центральную нервную систему, особенно на органы зрения.

Анализируя табличные данные за три года наблюдаем, что в течение указанного периода увеличение средних концентраций химических элементов не наблюдалось. За последние три года уровень загрязнения атмосферного воздуха существенно не изменился.

Исследуя воздействие выбросов промышленных предприятий на атмосферный воздух населенных пунктов региона установлено, что наиболее значимыми источниками загрязнения атмосферного воздуха являются: взрывные работы на железорудных карьерах, незарекультивированные участки хвостохранилищ и отвалов рыхлой вскрыши

ГОКов, автомобильный транспорт, предприятия ТЭЦ, металлургии и строительных материалов при нестационарных режимах работы. Увеличение концнтрация также зависит и от климатических условий.

*Таблица 4.*

**Изменения уровня загрязнения атмосферы различными примесями ИЗА (индекс загрязнения атмосферы) за 2016-2020 годы**

| Примесь | Единица измерения | Среднегодовые концентрации | | | | | Т, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| взвешенные вещества | мг/м$^3$ | 0,1026 | 0,1113 | 0,1133 | 0,1339 | 0,1395 | +36 |
| диоксид серы | мг/м$^3$ | 0,0072 | 0,0080 | 0,0084 | 0,0066 | 0,0079 | +9,7 |
| оксид углерода | мг/м$^3$ | 1,1717 | 0,9001 | 1,1493 | 1,0383 | 1,033 | -13,4 |
| диоксид азота | мг/м$^3$ | 0,0373 | 0,0387 | 0,0334 | 0,0266 | 0,0258 | -31 |
| оксид азота | мг/м$^3$ | 0,0121 | 0,0090 | 0,0105 | 0,0103 | 0,113 | -6,6 |
| формальдегид | мг/м$^3$ | 0,0136 | 0,014 | 0,0126 | 0,0128 | 0,0157 | +15,4 |
| бенз(а)пирен | нг/м$^3$ | 0,48 | 0,41 | 0,51 | 0,24 | 0,29 | -40 |
| железо | мкг/м$^3$ | 2,17 | 2,29 | 2,71 | 2,32 | 2,62 | +20,7 |
| марганец | мкг/м$^3$ | 0,055 | 0,039 | 0,048 | 0,051 | 0,058 | +5,5 |
| медь | мкг/м$^3$ | 0,068 | 0,0208 | 0,0255 | 0,039 | 0,046 | -32,3 |
| никель | мкг/м$^3$ | 0,0028 | 0,074 | 0 | 0,0032 | 0,0163 | +482 |
| свинец | мкг/м$^3$ | 0,0084 | 0,048 | 0,0205 | 0,015 | 0,0128 | +52,4 |
| хром | мкг/м$^3$ | 0,0074 | 0 | 0 | 0 | 0,010 | +35 |
| цинк | мкг/м$^3$ | 0,084 | 0,056 | 0,078 | 0,095 | 0,0919 | +9,4 |

Устойчивый уровень загрязнения атмосферного воздуха – это многолетняя плановая работа всех промышленных предприятий региона, направленная на снижение уровня загрязнения. Ежегодно разрабатываются и внедряются мероприятия, влияющие на рациональное использование природных ресурсов:

проводится складирование отходов обогащения кварцитов в отработанные камеры шахты;

- очистка рек, ручьев и водоемов в пределах санитарно-защитной зоны промышленных предприятий, благоустройство пляжей;
- разработаны и внедрены мероприятия по оборотному водоснабжению при переработке железистых руд;
- обеспечивается контроль за качеством сбрасываемых вод в реку Осколец;
- рационально используются породы вскрыши карьера с целью удовлетворения предприятий стройиндустрии;
- ведется мониторинг экологической безопасности хвостового хозяйства;
- проводится складирование хвостов под воду и гидроорошение пылящих пляжей хвостохранилища;
- охраняются и восстанавливаются земельные ресурсы;
- построен полигон промышленных отходов.

Экономический механизм охраны окружающей среды в Белгородской области ориентирован на рыночную экономику его главная особенность – ориентация не на плановое централизованное финансирование из государственного бюджета, а в основном на экономические методы регулирования. В качестве обязательных элементов предусматривается включение экологических требований в процедуру оценки принимаемых хозяйственных решений.

## Список литературы

1. Жилинкова А.П., Серпуховитина Т.Ю. Экономическое стимулирование природоохранной деятельности, как один из показателей стабильности региона // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 8. – С.243-250.

2. Серпуховитина Т.Ю., Лазарев Р.А., Цыцорин И.А. Экологический мониторинг как фактор формирования комфортной среды // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – Москва: Издательство «Горная книга». – №1. – 2020. – 296 с.

3. Серпуховитина Т.Ю., Лазарев Р.А., Цыцорин И.А., Логвинова А.Н. Анализ антропогенных факторов воздействия на гидросферу и пути их снижения в горнодобывающих регионах // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – Москва: Издательство «Горная книга». – №2-1. – 2021. – 263 с.

УДК: 631.4

# ОЦЕНКА И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ПОЧВЕННЫХ АРЕАЛОВ: НА ПРИМЕРЕ ВАЛУЙСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Тимошенко А.И., Чендев Ю.Г.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: kitticat10@mail.ru*

***Аннотация.*** *Изучение трансформаций почвенного покрова под воздействием климатической изменчивости является одной из актуальных задач современной географии почв. Ее решение имеет важное теоретическое и прикладное значение.*

*Было выполнено сравнительное исследование почвенных контуров на основе двух туров почвенного картографирования Валуйского района Белгородской области. Основными фондовыми материалами исследования выступают почвенные карты Валуйского района масштаба 1: 50 000, составленные за два периода обследования - в 1972 и 1984 гг. Картографические данные были предоставлены архивом Росреестра по Белгородской области.*

*В результате проведенного сравнительного анализа было выявлено, что для Валуйского района характерны два типа трансформаций: «чернозем типичный→чернозем выщелоченный» и «чернозем обыкновенный→чернозем типичный». Данные типы трансформаций обусловлены местоположением Валуйского района вблизи границы «лесостепь-степь».*

*Выявленные трансформации характеризовались фрагментарностью появления признаков, свидетельствующих о гумидизации климата, что привело к переходам «чернозем типичный→ чернозем-выщелоченный» для лесостепной зоны и «чернозем обыкновенный→ чернозем типичный» для степной зоны.*

*Полученные результаты отражают реально происходившие изменения в структуре почвенного покрова. На небольших участках погрешности в оценке изменений могли быть связаны с неизбежными ошибками, возникающими при компьютерной обработке карт на бумажных носителях.*

***Ключевые слова****: почвенны карты, внутривековые климатические изменения, динамика почвенного покрова.*

## Введение

Актуальность проводимого исследования заключается в необходимости совершенствования регионального почвенного мониторинга, выявлении и анализе происходящих изменений в компонентном составе почвенного покрова. Обоснование определенных процессов, реально протекающих в почвенном покрове агроландшафтов, позволит своевременно корректировать агропромышленную политику по использованию земельных ресурсов.

Вопросами динамических изменений почв как отражения внутривековой климатической изменчивости занимался ряд авторов. Например, Л.А. Башкакова и Ф.Ф. Топольский установили снижение содержания гумуса, как в пахотных, так и в целинных черноземах Стрелецкой степи по данным повторных обследований во второй половине 20 века (Башкакова, Топольский, 1989).

Проблема откликов почв на климатические изменения изучается с помощью различных методов, в числе которых используются методы картографирования и дешифрирования аэро- и космических снимков. «Так при сравнении аэрофотоснимков, полученных в 1961-1965 гг. и 1984-1987 гг., было выявлено, что структура почвенного покрова лесостепи Центрально-Черноземного района изменяется, в результате чего было установлено усиление выщелоченности черноземно-луговых почв балочных систем. Другим закономерным следствием возросшей влажности климата стало зарастание днищ и склонов балок кустарниками и лесной растительностью (Савин, 1990).

Как было установлено, с начала 1950-х до 2000-х гг., в результате внутривековой изменчивости климата, соответствующей циклам Брикнера, прохладно-влажная фаза климата данной цикличности развивалась на фоне многовековой тепло-сухой эпохи 2000-летнего цикла, начавшейся в середине XIX века (Смирнова и др., 2016).

На основании сопряженного анализа многолетних значений влажности почвы, количества выпавших осадков и температуры воздуха были выявлены определенные взаимоотношения абиотических показателей, влияющих на свойства черноземов. Так, исследования, проведенные на участке абсолютно заповедного режима, показывают климатоообусловленную динамику состояния почвенной влажности, обладающую определенной цикличностью, которая варьирует в пространственно-временной модели, полученной в ходе исследования. Было установлено, что влажность черноземов может быть использована в качестве индикатора отклика на синоптические изменения в составе климатических факторов (Кухарук и др., 2017).

Влияние короткопериодических изменений климата на почвы и почвенный покров можно изучать, анализируя крупномасштабные почвенные карты, созданные в разное время. Подходящими для этой цели являются почвенные карты сельскохозяйственных предприятий, созданные в разные туры крупномасштабного почвенного картографирования (Чендев и др, 2016).

## Объекты и методы исследования

Основными источниками исследования являются материалы, включающие сведения по двум турам почвенного обследования: почвенные карты 1972 г. и 1984 г. Валуйского района, а также почвенные очерки к ним. Почвенное картографирование осуществлялось Белгородским филиалом института ЦЧО Гипрозем.

Основным инструментом исследования выступает программное обеспечение ArcGIS. С помощью данной программы была разработана методика создания тематической карты, включающая этапы сканирования и векторизации.

Нами была поставлена задача по анализу водосборных площадей как основы оценки пространственно-временных трансформаций почвенных контуров. Для анализа водосборных площадей была применена методика выделения водосборов согласно данным из работы (Лисецкий и др., 2015).

Сравнительный анализ контуров почв, отображенных на разновременных почвенных картах, проводился на территории водосборов-аналогов, которые выявлялись по сходству в конфигурации балочной сети, их ориентировке, площади, соответствию конкретному зональному типу растительного покрова лесостепи (в нашем случае – луговым степям).

Предложенный нами метод исследования заключается в сравнении балочных систем, характеризующихся максимальной идентичностью условий почвообразования в пределах каждой формы мезорельефа водосбора. В ходе исследования были отобраны 3 варианта сравниваемых балочных водосборов. В пределах каждого сравниваемого водосбора с помощью программного обеспечения ArcGIS выделялись тальвеги, границы водосбора и определялась его площадь.

Водосборы – аналоги были найдены в западной, южной и юго-восточной частях Валуйского района. Для сравниваемых аналогов с помощью цветовой заливки были отмечены произошедшие за два тура почвенного обследования изменения компонентного состава почвенного покрова.

**Результаты и их обсуждение**

Исследуемый участок №1 представлен двумя сравниваемыми балками, расположенными в западной части Валуйского района. Эти аналоги представлены на рис 1. Для сравниваемых водосборных площадок характерен различный тип трансформаций. Происходившие изменения имели фрагментарный характер. Основным фоном выделяются почвы, не подверженные трансформациям. Для 1-ого сравниваемого водосбора (на рис. 1 - слева) они составляют 51 % (405,8 га) от всей площади водосбора, для второй водосборной площадки (на рис. 1 – справа) эти почвы занимают 44 % (341,3 га) от всей общей площади водосбора.

Из визуального анализа и расчета площади типов почвенных трансформаций на первом водосборе участка №1 заметно, что изменения, главным образом, отражают нарастание увлажненности территории. Наибольшую часть трансформированных почв занимают типы переходов: «чернозем типичный → чернозем типичный карбонатный» (9 % – 75,0 га), а также «чернозем типичный → чернозем выщелоченный (8 % – 61,4 га).

Черноземы типичные нормальные трансформировались в черноземы типичные карбонатные в нижних частях склонов балок (рис. 1), что можно трактовать с позиций подтяжки карбонатов в процессе усиливавшегося увлажнения почв и их прогрева в теплые сезоны года. Типы перехода («чернозем обыкновенный → чернозем типичный», «чернозем типичный → чернозем выщелоченный») также свидетельствуют о нарастании увлажненности почв – в соответствии с зональным распределением сравниваемых почвенных подтипов (по мере нарастания влажности климата черноземы обыкновенные сменяются черноземами типичными, а те, в свою очередь, черноземами выщелоченными)).

Для второго изучаемого водосбора на участке №1 сравнение выявило обратный процесс вероятного иссушения, для которого характерны типы переходов «чернозем выщелоченный → чернозем типичный карбонатный» (0,5 % – 3,9 га), а также «чернозем выщелоченный → чернозем типичный» (7 % – 54,7 га).

Для участка №2 (рис. 2) неизмененные почвы занимают большую часть территории водосборных площадок (для водосбора слева на рис. 2 площадь неизмененных почв составляет (48 % – 273,5 га) от общей площади, а для водосбора справа на рис. 2 площадь неизмененных почв равна (40 % – 225,1 га) от обей площади. Для водосбора слева на рис. 2 в измененном почвенном пространстве максимальным представительством характеризуются типы трансформаций «чернозем типичный→чернозем выщелоченный» (8 % – 42,3 га), и «чернозем типичный→чернозем типичный карбонатный» (5 % – 25,6 га), что свидетельствует о росте увлажненности почв. Типы трансформаций в сторону иссушения занимают меньшие площади – 4,2 % (17,8 га) от всей территории этих водосборных площадок.

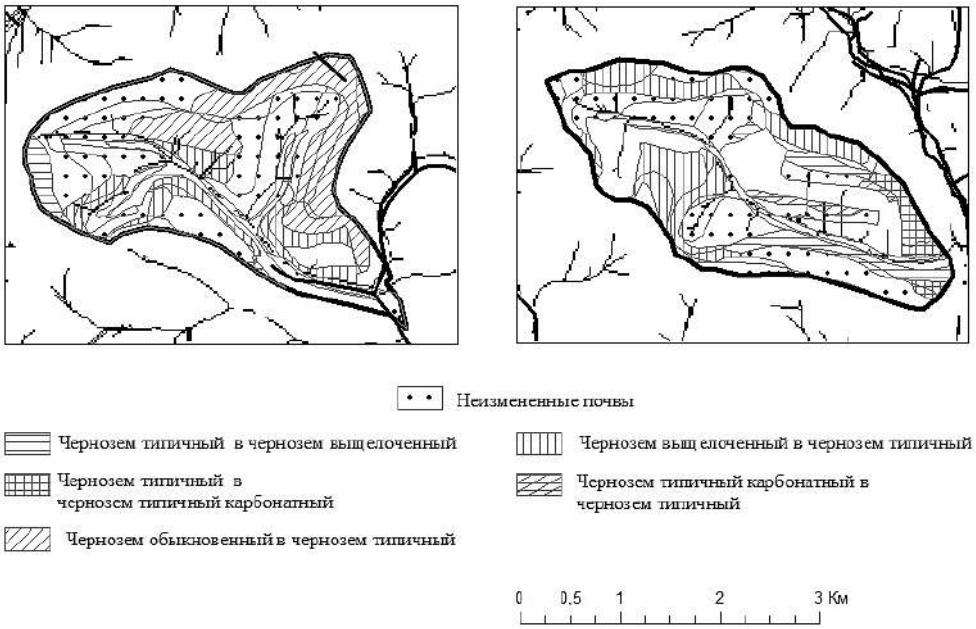



*Рис. 1.* Исследуемые водосборные площади и выявленные варианты трансформаций почвенного покрова. Участок №1

Для водосбора справа на рис. 2 основным выступает тип трансформации «чернозем обыкновенный → чернозем типичный» (23 % – 129,6 га), проявившийся в нижней части балочных склонов. Вторым типом трансформаций выступает переход «чернозем выщелоченный→чернозем типичный» (14 % – 78,8 га). Таким образом, и в пределах рассматриваемого водосбора трансформация почв на большей площади («чернозем обыкновенный → чернозем типичный») отразила процесс гумидизации климата.

Изучаемый участок №3 представлена на рис. 3. Для данного участка, как и для всех остальных, не трансформированные ареалы почв преобладают (34 % (173,8 га) от общей площади для водосбора слева на рис. 3 и 51 % (414,6 га) – для водосбора справа).

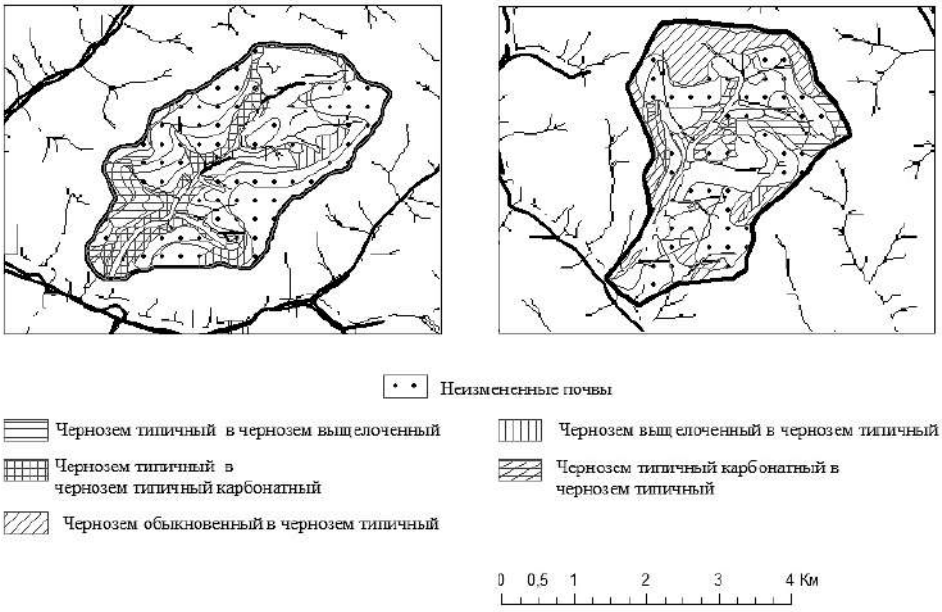



*Рис. 2.* Исследуемые водосборные площади и выявленные варианты трансформаций почвенного покрова. Участок №2

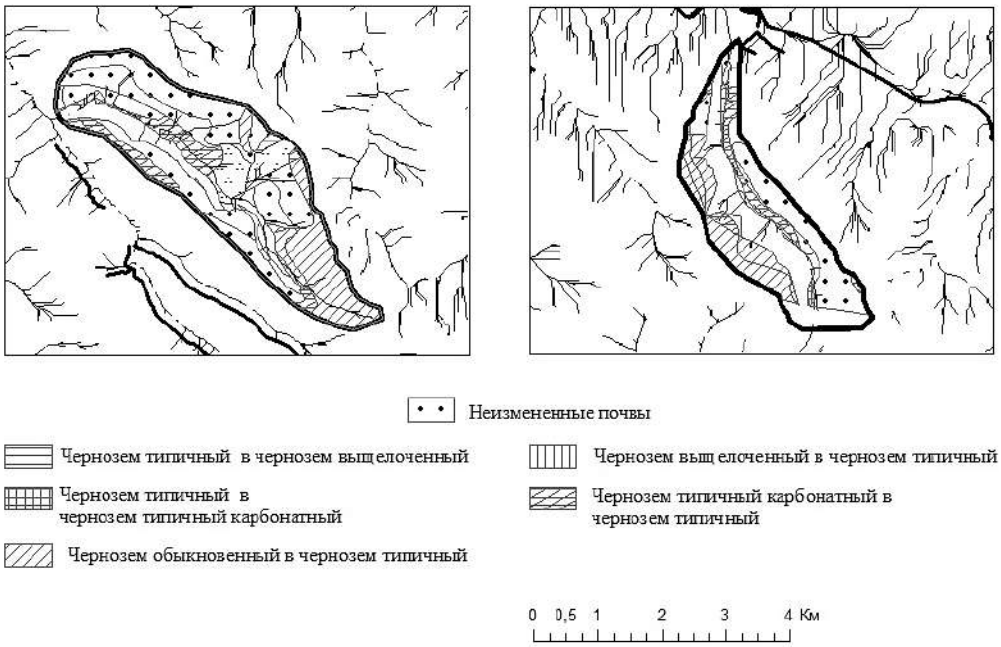



*Рис. 3.* Исследуемые водосборные площади и выявленные варианты трансформаций почвенного покрова. Участок №3

При анализе сравниваемых водосборных площадок, видно, что трансформации произошли, главным образом, вдоль балочных систем и, поэтому, характеризуются преимущественно линейными контурами.

Для водосбора слева на рис. 3 преобладающим типом трансформаций выступает переход «чернозем обыкновенный→чернозем типичный» (23 % – 118,7 га от общей площади), также выделяется тип трансформации «чернозем типичный карбонатный→чернозем типичный» (1% – 5,8 га от общей площади) и «чернозем типичный→чернозем типичный карбонатный» (0,6 % – 3,1 га от общей площади). Данные виды трансформаций свидетельствуют о нараставшей во времени увлажненности территории.

Для водосбора справа на рис. 3 преобладающим типом трансформации выступают переходы «чернозем обыкновенный→чернозем типичный» (21 % – 169,2 га от всей площади) и «чернозем типичный карбонатный→чернозем типичный» (10 % – 79,3 га), далее следуют переходы «чернозем типичный карбонатный→чернозем выщелоченный» (8 % – 62,9 га) и «чернозем типичный→чернозем выщелоченный» (1 % – 5,8 га). Все указанные типы трансформации почвенного покрова указывают на рост степени выщелачивания почв от карбонатов, что могло происходить в результате увлажнения климата.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, согласно которому в границах сравниваемых водосборов преимущественно происходили процессы увлажнения почв, что подтверждается выполненными расчетами площадей почвенных контуров в разные туры почвенного картографирования.

Наибольшее распространение для исследуемых водосборных территорий получили переходы типа «чернозем обыкновенный→чернозем типичный». Данный тип перехода отражает рост увлажнения климата. Это тип трансформаций представлен на всех экспозициях водораздельных и балочных склонов, причем наибольшие площади изменений расположены на северных и северо-восточных склонах (163,4 га), и в меньшей степени – на юго-западных и юго-восточных склонах (143 га).

## Заключение

Анализ трансформаций компонентов почвенного покрова Валуйского района проводился в интегрированной среде ArcGIS 10.2, что позволило с высокой точностью сравнить разновременные почвенные карты масштаба 1:50000 и провести их пространственно-временной анализ, в том числе с учетом изменений, происходивших в пределах балочных водосборов-аналогов.

Для Валуйского района характерна неоднородность изменений во времени почвенного покрова, что объясняется неравнозначным откликом различных участков почвенного покрова на внутривековые флуктуации климата. Трендовым характером почвенных трансформаций выступали процессы выщелачивания почв от карбонатов, а в нижних частях пахотных склонов – окарбоначивание почвенных профилей как отражение увлажнения климата в конце XX века.

## Список литературы

1. Чендев Ю.Г. Изменения климата XX столетия и их влияние на почвенный покров / Ю.Г. Чендев, А.А. Петин БелГУ // Изменение климата, почвы и окружающая среда: материалы междунар. науч. семинара, Белгород, 16-19 сент. 2009 г. / Белгор. гос. ун-т и др.; отв. ред. Ю.Г. Чендев. – Белгород, 2009. – С. 147-155.
2. Чендев Ю.Г. Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов (на примере Белгородской области) / Ю.Г. Чендев, А.Н. Петин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 124 с.
3. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата: монография / Ю.Г. Чендев, М.Г. Лебедева, С.М. Матвеев и др. – Белгород: КОНСТАНТА, 2016. – 326 с.
4. Почвенный покров юга лесостепи среднерусской возвышенности на фоне внутривековых климатических изменений / Л.Г. Смирнова, Ю.Г. Чендев, Н.С. Кухарук // Почвоведение. – 2016. - №7. – С. 775 – 784.
5. Динамика влажности почв заповедных участков лесостепи на фоне внутривековой климатической изменчивости / Н.С. Кухарук, Л.Г. Смирнова, А.Г. Нарожняя и др. // Научные Ведомости НИУ «БелГУ». – 2017. – №25 (274). – С. 79-90.
6. Реки и водные объекты Белогорья / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, Ж.А. Буряк и др. – Белгород: КОНСТАНТА, 2015. – 362 с.

УДК 913.1+631.4

# ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПРИЗНАКОВ ПАХОТНЫХ ПОЧВ КАК ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ: НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Чендев Ю.Г.[1], Тишков А.А.[2], Бахаев С.Н.[1], Белеванцев В.Г.[1]**
*[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*[2]Институт географии РАН, г. Москва, Россия*
*E-mail:Chendev@bsu.edu.ru*

Одним из важных аспектов изучения геосистем и их компонентов является комплексный анализ ряда их актуальных свойств с помощью современного набора средств и методов исследования, а также путем использования достоверных исторических документов, включая старинные карты, что часто помогает установить

причины пространственной дифференциации тех или иных географических явлений. Данный подход широко использовался географами советского периода и в отдельных регионах нашей страны он также востребован и в наши дни (Гедымин, Харитонычев, 1964; Постников, Мельникова, 1980; Цветков, 1957; Чендев и др., 2015; Belevantsev et al., 2019; Tishkov et al., 2020; и др.).

Белгородская область является регионом старого хозяйственного освоения (Чендев, Петин, 2006). В ее ландшафтах, наряду с природными свойствами, унаследованными от «докультурного» периода развития территории, за многие столетия хозяйственного преобразования произошло накопление более поздних признаков, связанных с деятельностью человека. Для идентификации природной и антропогенной составляющих в компонентном составе окружающей среды Белгородской области требуется проведение специальных исследований, включающих историко-картографический анализ изменчивости геосистем и их компонентов.

Целью нашей работы является сопряженное исследование пространственной дифференциации ряда свойств пахотных почв Белгородской области с помощью результатов натурных наблюдений почв и использования старинных картографических материалов.

Главным объектом исследования являются почвы пашни Белгородской области и такие их признаки как средневзвешенное содержание гумуса в слое 0-20 см и наличие в компонентном составе почвенного покрова сильносмытых почв. Вспомогательными, но важными для решения указанной цели объектами выступают ареалы естественной растительности (лесной и степной) по состоянию на конец XVIII века. Их реконструкция проводилась для территории Белгородской области на основе анализа уездных планов-атласов Воронежского, Курского и Харьковского наместничеств масштаба 1:84000 по состоянию на 1780-е гг. Работа с указанными материалами осуществлялась в Российском государственном архиве древних актов (РГАДА) г.Москвы. Сведения об изучаемых актуальных характеристиках почвенного покрова пашни Белгородской области были взяты из работ (Лукин, 2016; Соловиченко, Уваров, 2011).

Главными используемыми методами были сравнительный и сравнительно-географический. Важное значение имело также использование историко-картографического метода исследований, заключающегося в создании картосхемы распределения лесов и степей на территории Белгородской области в 1780-х гг. Выполнение этой работы было сопряжено с трансформированием контуров изучаемых явлений со старинных карт в проекцию современной топографической основы, а также в последующей оцифровке картосхемы и в расчете площадей лесов и степей в разрезе каждого административного района Белгородской области. Первый этап создания картосхемы лесов и степей в конце XVIII века (рис. 1) был выполнен в 1994 году (Чендев, 1994). Последующий этап, связанный с оцифровкой картосхемы и расчетом площадей лесов и степей, выполнялся в 2021 году.

На основании анализа картосхемы, представленной на рис. 1, в конце XVIII века естественные угодья (леса и степи) занимали еще около 40 % площади Белгородской области. В последующее время (XIX – начало XX столетий) естественные угодья закономерно сокращались, замещаясь, главным образом, пашнями, причем наиболее интенсивно осваивались площади целинных степей и с некоторым опозданием – лесные массивы (Чендев, Петин, 2007).

Согласно выполненным расчетам, степень освоенности территории области под пашню в 1780-х гг. была неравномерной (табл. 1). Главным индикатором указанной неравномерности являются различия по площадям сохранявшейся в это время степной целины. Расчеты, проведенные в разрезе современных административных районов Белгородской области, показали, что наиболее освоенными в земледельческом отношении

были тогда Борисовский и Грайворонский районы (имевшие только 1.4 и 3.9 % целинных степных угодий соответственно), а наименее освоенными – Ровеньской и Вейделевский районы области (81.2 и 45.4 % сохранившихся степей соответственно) (табл. 1).

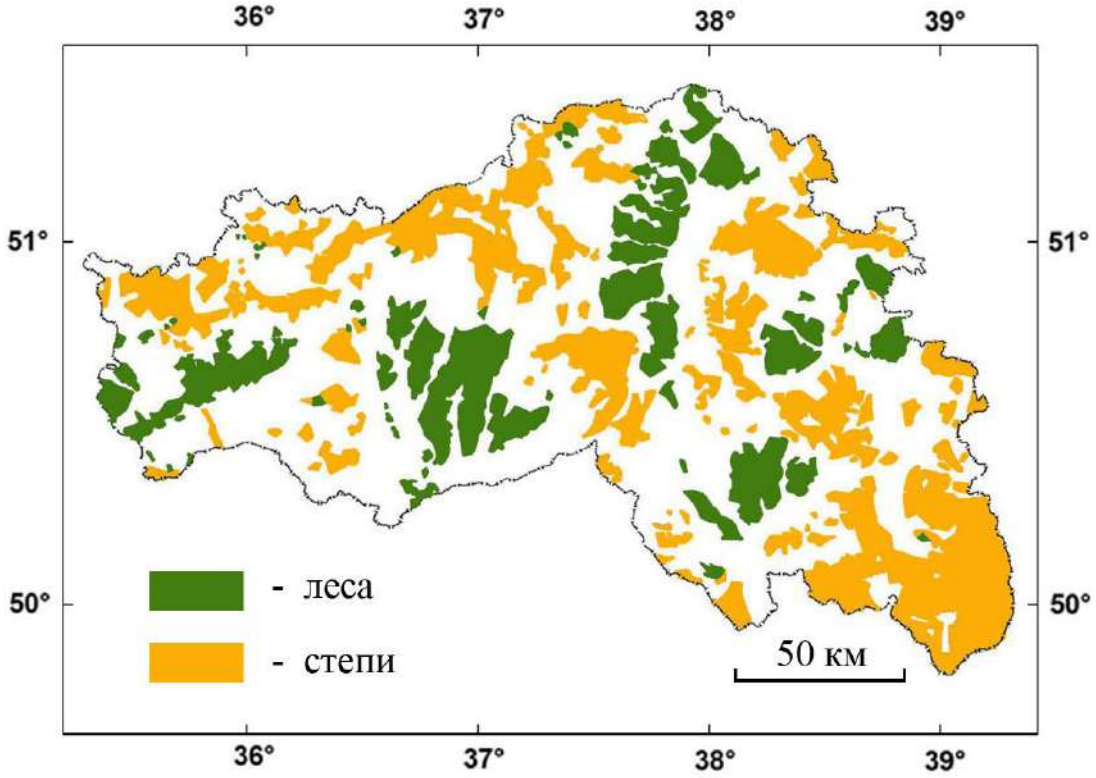



*Рис. 1.* Картосхема ареалов естественной растительности (лесной и степной) на территории Белгородской области в 1780-х гг. Белое пространство – главным образом, освоенная под пашню территория (составлено на основе использования фондовых материалов РГАДА – планов-атласов уездов Воронежского, Курского и Харьковского наместничеств (Чендев, 1994)).

*Таблица 1.*

**Площади лесов и степей в 1780-х гг. и некоторые характеристики современных пахотных почв по административным районам Белгородской области (составлено на основании анализа картосхемы рис. 1 и данных из работ (Лукин, 2016; Соловиченко, Уваров, 2011)**

| № п/п | Административный район | Площадь в 1780-х гг., % от общей площади | | Средневзвешенное содержание гумуса в почвах пашни, абс % (слой 0-20 см) | | Площадь почв лесного генезиса, % от площади пашни | Сильно-смытые почвы пашни, % от площади пашни |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | леса | степи | 1983-1989 гг. | 2010-2014 гг. | | |
| 1 | Алексеевский | 7.6 | 25.5 | 4.9 | 4.8 | 3.8 | 7.3 |
| 2 | Белгородский | 13.1 | 13.2 | 4.6 | 4.7 | 7.6 | 2.2 |
| 3 | Борисовский | 27.0 | 1.4 | 3.9 | 4.2 | 8.7 | 2.0 |
| 4 | Валуйский | 17.1 | 14.0 | 4.8 | 4.7 | 8.5 | 5.2 |
| 5 | Вейделевский | 0 | 45.4 | 5.2 | 5.5 | 0 | 3.5 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Волоконовский | 4.3 | 18.8 | 5.2 | 5.4 | 0.8 | 3.3 |
| 7 | Грайворонский | 21.3 | 3.9 | 3.9 | 4.1 | 6.2 | 1.8 |
| 8 | Губкинский | 3.1 | 31.8 | 5.7 | 5.6 | 2.6 | 3.0 |
| 9 | Ивнянский | 4.4 | 24.4 | 5.0 | 5.3 | 0.2 | 0.5 |
| 10 | Корочанский | 19.8 | 21.6 | 5.0 | 5.0 | 19.2 | 4.1 |
| 11 | Красненский | 11.1 | 30.8 | 4.9 | 5.3 | 5.2 | 5.7 |
| 12 | Красногвардейский | 23.4 | 22.2 | 4.8 | 4.9 | 5.7 | 7.1 |
| 13 | Краснояружский | 9.8 | 26.4 | 4.9 | 4.5 | 0.2 | 0.8 |
| 14 | Новооскольский | 16.2 | 31.1 | 5.2 | 5.3 | 5.5 | 4.4 |
| 15 | Прохоровский | 2.0 | 33.3 | 5.5 | 5.5 | 0.3 | 1.4 |
| 16 | Ракитянский | 3.3 | 29.4 | 4.9 | 5.1 | 0.2 | 1.0 |
| 17 | Ровеньский | 0 | 81.2 | 5.1 | 5.0 | 0 | 3.9 |
| 18 | Старооскольский | 13.1 | 23.7 | 4.4 | 5.1 | 10.4 | 2.0 |
| 19 | Чернянский | 29.6 | 20.5 | 4.6 | 4.4 | 22.8 | 3.0 |
| 20 | Шебекинский | 27.7 | 5.5 | 4.7 | 4.7 | 13.9 | 2.5 |
| 21 | Яковлевский | 19.1 | 10.5 | 4.5 | 4.6 | 8.8 | 3.1 |

Согласно результатам агрохимического обследования почв пашни Белгородской области, проведенным в 1983-2014 гг., средневзвешенное содержание гумуса в слое 0-20 см почв по районам области варьировало от минимальных значений в Борисовском районе в 3.9-4.2 % абсолютного содержания до максимальных значений в 5.6-5.7 % в Губкинском районе. Одной из причин обнаруживаемых отличий может быть разное представительство почв лесного генезиса и, в частности, серых лесных почв (как менее гумусированных по сравнению с черноземами) в структуре почвенного покрова пашни административных районов Белгородской области. Однако расчеты показали, что связь между содержанием гумуса в пахотных почвах административных районов и площадью пахотных почв лесного генезиса не обнаруживается или она очень слабая. Это наглядно видно на графике, представленном на рис. 2.

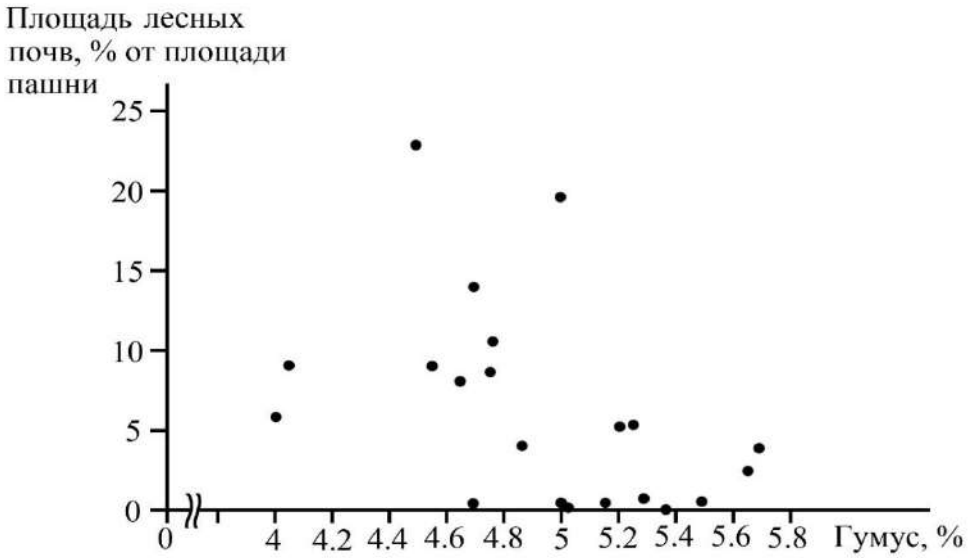



*Рис. 2.* Графические соответствия между порайонными характеристиками средневзвешенного содержания гумуса в пахотных почвах (слой 0-20 см, среднее за период 1983-2014 гг. обследования) и площадью почв лесного генезиса в структуре пашни административных районов Белгородской области (на основе интерпретации данных из работы (Лукин, 2016).

Более правдоподобным кажется объяснение обнаруживаемых различий по гумусированности пахотных почв Белгородской области с точки зрения разновременности их вовлечения в распашку.

Если учесть, что, в каждом административном районе Белгородской области основная часть пахотных почв (от 77 до 100 %) представлена почвами лугово-степного и лугового (не лесного) генезиса (по данным табл. 1), то можно высказать предположение, согласно которому между содержанием гумуса в пахотных почвах и площадью целинных степей в конце XVIII века существует прямая связь. Чем больше было степной целины, тем более гумусированными должны быть почвы современного периода, а средний возраст распашки данных земель должен считаться меньшим по сравнению с таковым для территорий с меньшей долей степных земель в конце XVIII века. Действительно, такая зависимость весьма четко прослеживается (рис. 3). Из указанной на рис. 3 зависимости выпадает только Ровеньский район, который в 1780-х гг. был практически не освоен – 81 % его территории занимали целинные степи. На графике рис. 3 точка, соответствующая данному району, располагалась бы намного выше области концентрации точек всех остальных районов.

Снижение во времени содержания и запасов гумуса в черноземах лесостепи происходит как под влиянием их «выпахивания» на ровных водоразделах (Чендев и др., 2017), так и в результате совместного протекания выпахивания и поверхностной эрозии черноземов, если рассматривать склоновые земли (Чендев, Петин, 2006). Средневзвешенные значения содержания гумуса, приводимые в табл. 1, отражают всю пашню административных районов, включающую как ровные водоразделы, так и склоновые поверхности. Следовательно, выявляемые на рис. 3 потери гумуса в пахотных почвах различных сроков распашки можно интерпретировать как интегральный результат их выпахивания и поверхностной эрозии.

Более сложные зависимости были выявлены при графическом анализе связей между порайонными характеристиками площадей степной целины в 1780-х гг. и современными площадями сильносмытых почв в структуре пахотных угодий Белгородской области (рис. 4). Анализ по всем административным районам области не показал связи между сравниваемыми показателями. Однако идентификация пространственного размещения административных районов на графике рис. 4 выявила четыре участка географически сопряженных районов, причем в каждом из них обнаруживается своя линейная интерполяция между изучаемыми показателями.

Административные районы: А – Алексеевский, Бе – Белгородский, Бо – Борисовский, Ва – Валуйский, Ве – Вейделевский, Во – Волоконовский, Г – Грайворонский, Гу – Губкинский, И – Ивнянский, Ко – Корочанский, Кс – Красненский, Кг – Красногвардейский, Кя – Краснояружский, Н – Новооскольский, П – Прохоровский, Ра – Ракитянский, Ро – Ровеньский, С – Старооскольский, Ч – Чернянский, Ш - Шебекинский, Я – Яковлевский.

По всем выявленным сопряжениям административных районов обнаруживаются сходные тенденции, которые, с учетом сходства их трендов, становятся закономерностью: установлена обратная связь между площадями сильносмытых пахотных почв современного периода и площадями целинных степных земель в конце XVIII века – чем большую площадь занимали степи, тем меньшая площадь пашни в настоящее время занята сильносмытыми почвами (рис. 4). Таким образом, различия в возрасте земледельческого освоения отдельных участков Белгородской области также отразились на разной степени присутствия в структуре пахотных угодий сильносмытых почв.

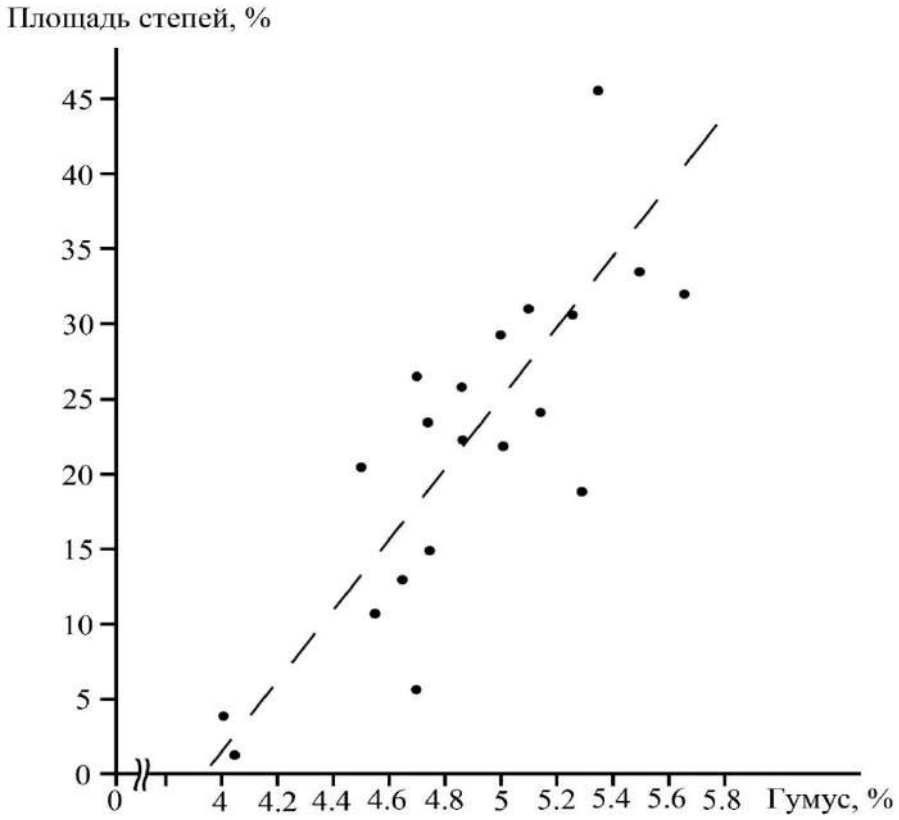



*Рис. 3.* Графические соответствия между порайонными характеристиками средневзвешенного содержания гумуса в пахотных почвах Белгородской области (слой 0-20 см, среднее за период 1983-2014 гг. обследования) и площадью целинных степей конца XVIII века (% от площади административных районов) (по данным агрохимического обследования почв Белгородской области (Лукин, 2016) и анализа картографических материалов периода Генерального межевания).

Обнаруженные пространственные сопряжения между административными районами Белгородской области по сравниваемым показателям (рис. 4), вероятно, отражают специфичность протекания эрозионных процессов в разных частях Белгородской области. Это может быть связано с определенной однородностью условий, ответственных за проявление поверхностной эрозии почв в пределах каждого выявленного сопряжения (участка). В целом наблюдается рост площадей сильносмытых почв на пашнях при движении с запада на восток Белгородской области (рис. 4).

## Выводы

Различия в площадях целинных степей конца XVIII века в структуре землепользования на территории Белгородской области выступают индикатором различий ее участков по возрасту земледельческого освоения.

Историко-картографический анализ выявил прямую связь между гумусированностью современных пахотных почв Белгородской области и площадями целинных степей в конце XVIII века, а также обратную связь между вторым показателем и площадями сильносмытых почв.

Дифференциация пахотных почв по степени их гумусированности и выраженности плоскостного смыва определяется возрастом земледельческого освоения – в старопахотных почвах снижается гумусированность и возрастает доля сильносмытых почв.

На территории Белгородской области выявлены 4 группы пространственно сопряженных административных районов по тесноте обратных связей между площадями целинных степей в 1780-х гг. и площадями сильносмытых почв на пашнях современного периода. Существование указанных участков предположительно определяется специфичностью протекания в них геоморфологических процессов, что, в свою очередь, позволяет использовать полученные результаты для уточнения схем геоморфологического и физико-географического районирования изучаемой территории.

*Работа выполнена за счет гранта Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-29-05012.*

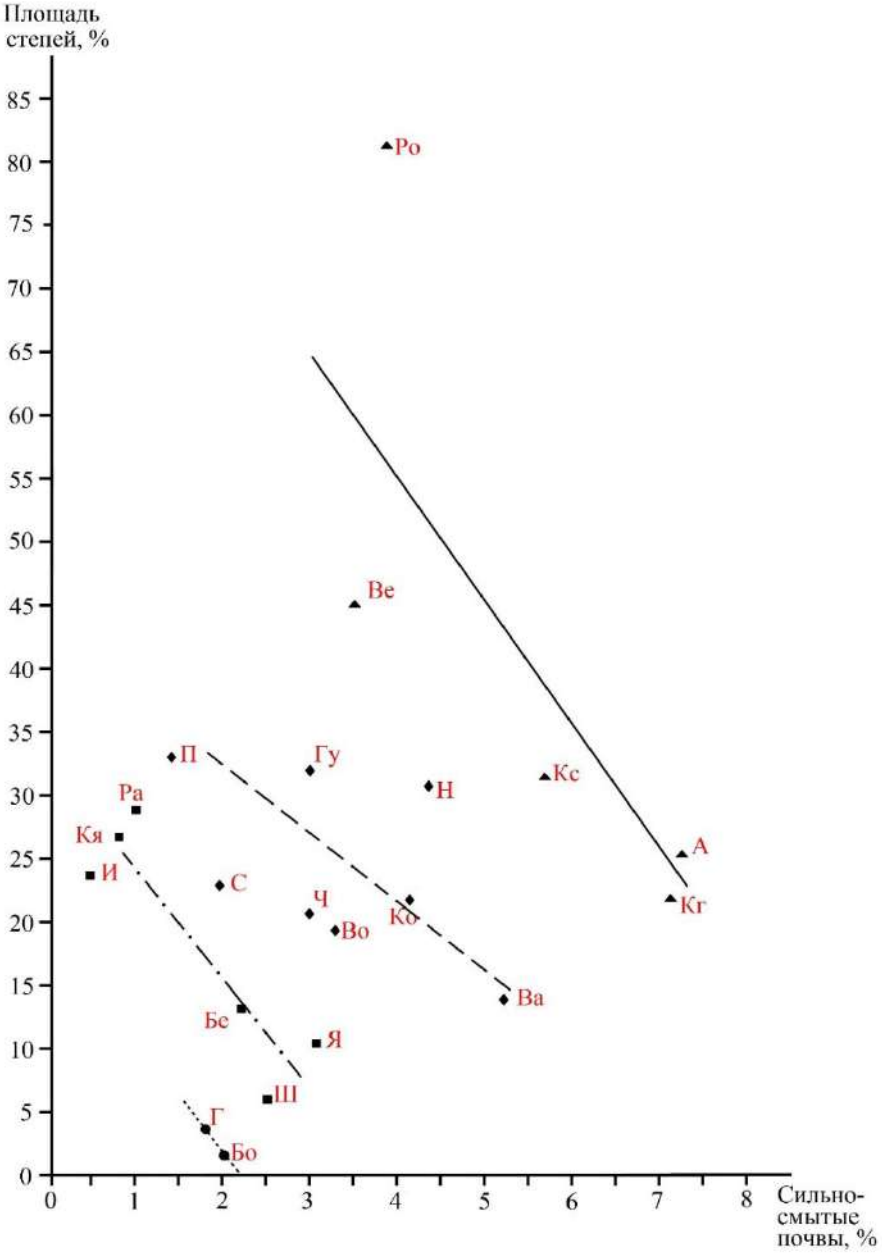



*Рис. 4.* Графические соответствия между порайонными характеристиками содержания сильносмытых почв (% от площади пашни) и площадью целинных степей конца XVIII века на территории Белгородской области (% от площади административных районов). Для выявленных пространственных сопряжений районов построены линейные интерполяции.

## Список литературы

13. Гедымин А.В., Харитонычев А.Т. Использование старых картографических материалов при изучении ландшафтов // Современные проблемы географии. – М.: Наука, 1964. – С. 298-302.

14. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области. – Белгород: КОНСТАНТА, 2016. – 344 с.

15. Постников А.В., Мельникова Е.Б. Карты и сопутствующие им материалы XVIII-XIX вв. как источники для изучения изменения природной среды центральной России // Использование старых карт в географических и исторических исследованиях. – М.: Московский филиал Географического общества СССР, 1980. – С. 42-65.

16. Соловиченко В.Д., Уваров Г.И. Эродированные почвы и комплекс противоэрозионных мероприятий // Белгородский агромир. – 2011. - № 1. – С. 14-16.

17. Цветков М.А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. - 213 с.

18. Чендев Ю.Г. Естественная и антропогенная эволюция почв Центральной лесостепи: факторы и тренды (Белгородская область): Дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.05. – М., 1994. – 222 с.

19. Чендев Ю.Г., Петин А.Н. Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов (на примере Белгородской области). – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 124 с.

20. Чендев Ю.Г., Геннадиев А.Н., Белеванцев В.Г., Жидкин А.П. Особенности изменения естественной растительности в результате многовекового хозяйственного освоения юга Среднерусской возвышенности // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы VI Междунар. науч. конф. 12-16 октября 2015 г. – Белгород: Изд-во «ПОЛИТЕРРА», 2015, С. 145-154.

21. Чендев Ю.Г., Хохлова О.С., Александровский А.Л. Агрогенная эволюция автоморфных черноземов лесостепи (Белгородская область) // Почвоведение. – 2017. – № 5. – С. 515–531.

22. Belevantsev, V.G., Chendev, Y.G., Terehin, E.A., Lebedeva, M.G., Solovyov, A.B. GIS based analysis of forest cover change in Belgorod oblast, Russia: 1780s-2010s // International Journal of Geoinformatics. – 2019. – Vol. 15. – No. 4. – Pp.11-18.

23. Tishkov, A.A., Belonovskaya, E.A., Zolotukhin, N.I., Titova S.V., Tsarevskaya N.G., Chendev Yu.G. Preserved Sections of Steppes as the Basis for the Future Ecological Framework of Belgorod Oblast // Arid Ecosystems. – 2020. – No. 10. – Pp. 36-43.

УДК 911.8

# ВЛИЯНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Шульгин В.М.[1], Киреева-Гененко И.А.[1, 2]**

*[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*[2]Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Белогорье», г. Белгород, Россия*

*E-mail: 1589399@bsu.edu.ru*

Актуальность исследования обусловлена тем, что строительный комплекс Белгородской области вносит большой вклад в решение важнейших социально-

экономических задач, выполнение программы улучшения качества жизни населения. Это реконструкция и строительство новых мощностей агропромышленного комплекса, горнорудной и перерабатывающей промышленности, реализация программ жилищного строительства, развития дорожной сети и комплексного благоустройства населенных пунктов, направленных на создание комфортной среды обитания.

Необходимо отметить, что в свою очередь строительная индустрия как отдельного региона, так и страны в целом зависит от геоэкологических условий, под которыми понимается комплекс современных природных и антропогенно измененных особенностей территории, определяющих условия функционирования экосистем и материально-энергетического обеспечения жизни населения.

Выбор оценочных критериев геоэкологических условий производится исходя из представления о природной среде как сфере обитания человека и объекте его хозяйственной деятельности. Это предопределяет рассмотрение в качестве ведущих показателей геоэкологических условий климатических факторов, геолого-геоморфологических условий и рельефа, экологических факторов, наличия собственной сырьевой базы.

К климатическим факторам, влияющим на проектирование и строительство зданий, относятся температура и влажность наружного воздуха, ветер и его направление и скорость, солнечная радиация на различно ориентированных поверхностях для различных широт, дневной и годовой ход естественной освещенности (рассеянной и суммарной), яркость ясного неба, облачность, вероятность пасмурного, полуясного и ясного неба, дождевые и снеговые осадки, снеговые нагрузки, вероятность и объем снегопереноса, глубина промерзания грунтов.

Белгородская область расположена на юге Европейской территории России. Климат умеренно-континентальный с жарким сухим летом и изменчивой прохладной зимой. Средняя годовая температура воздуха колеблется от +5,9 до + 6,6 °С. Возрастает температура воздуха с севера на юг. Максимальные значения ее достигают 41 °С, а абсолютные минимумы падают до – 38°С. Годовая амплитуда температуры воздуха – 79°С. Осадков 480-550 мм в год, в основном летом. Среднегодовая влажность воздуха – 76 %. Среднегодовая скорость ветра – 5-7 м/с. Погода и климат Белгородской области в основном обуславливаются преобладающей циркуляцией западных (широтных) воздушных масс, обусловленной взаимодействием Азорского антициклона и Исландской депрессии. Временами он нарушается развитием меридиональной циркуляции, которая вызывает большие колебания и резкие изменения в ходе метеорологических элементов погоды. В зависимости от продолжительности и интенсивности широтных или меридиональных типов циркуляции атмосферы наблюдается обычный, затяжной или активный характер сезонных процессов.

Практическое значение рельефа очень велико. Например, выбор строительных площадок, наиболее удобных створов и районов для гидротехнического строительства, планировка городов сопровождаются детальным изучением рельефа.

В геолого-структурном отношении территория Белгородской области располагается в пределах Воронежского кристаллического массива Восточно-Европейской платформы – крупнейшего устойчивого блока земной коры материкового типа, имеющего древний, докембрийский возраст. Область занимает южную половину Среднерусской возвышенности, по характеру поверхности представляет собой пологоволнистое, частью пологохолмистое плато высотой 200-300 м над уровнем моря, расчлененное сетью глубоких речных долин, балок и оврагов [8].

На территории Белгородской области развит широкий спектр экзогенных геоморфологических процессов (ЭГП) [2, 3]. Некоторые из них отрицательно сказываются на условиях жизни и хозяйственной деятельности человека. В эту

категорию попадают процессы эрозионные, оползневые, эоловые, карстовые, суффозионные, абразионные процессы и явления. Наряду с естественными экзогенными процессами на территории Белгородской области широко распространены техногенные процессы. Их развитие связано, прежде всего, с масштабной разработкой железных руд и обширных месторождений полезных ископаемых, прокладкой различных коммуникаций (дорог и продуктовых трубопроводов), промышленным и гражданским строительством, созданием гидротехнических объектов и т.д. В результате кумулятивного проявления различных видов ЭГП с каждым годом увеличивается площадь непригодных к использованию земель, разрушаются дороги, хозяйственные и жилые постройки. Повышается вероятность возникновения чрезвычайных эколого-геоморфологических ситуаций.

Экологические факторы складываются из данных о состоянии воздуха, воды, наличия стационарных источников химического, физического, бактериологического, визуального загрязнения окружающей среды.

Белгородская область стала второй в экорейтинге субъектов Российской Федерации, составленном по итогам зимы 2020-2021 общероссийской общественной организацией «Зелёный патруль» [1].

На размещение промышленности строительных материалов значительное влияние оказывают сырьевые базы. Это связано со значительной и низкой транспортабельностью минерально-строительного сырья.

Общераспространенные полезные ископаемые (ОПИ) – один из важнейших компонентов ресурсного потенциала Белгородской области, являющийся минерально-сырьевой базой для жилищного, промышленного, дорожного строительства, а также основой для индустрии строительных материалов.

В настоящее время на территории области разрабатывается более 300 месторождений нерудных ОПИ: песка, глины, суглинков, мела. Ввиду неглубокого залегания сырья, а также с учетом экономических выгод, добыча нерудных общераспространенных полезных ископаемых в области ведется открытым способом.

Меловые отложения в пределах Белгородской области развиты повсеместно и представлены отложениями нижнего и верхнего отделов. В сторону регионального наклона пород (на юго-запад) образования нижнего отдела последовательно сменяются отложениями верхнего отдела – сеноманским, туронским и так далее, вплоть до маастрихтских. В том же направлении увеличивается и мощность меловых отложений. Мощность верхнемеловых отложений от Нового Оскола к Валуйкам и Алексеевке сокращается. Минимальные абсолютные высоты установлены на юго-западе, в районе г. Борисовки – 247 м, а у Старого Оскола – 290 м. Погружение меловых отложений неравномерное. Так, на участке с. Касторное – пос. Кочетовка оно составляет 0,7-0,9 м/км, а к юго-западу от линии Обоянь – Нижний Оскол падение увеличивается до 4 м/км. Относительно крутое падение слоев верхнего мела отмечено в районе г. Валуек. Общее залегание сеноманских пород осложняется серией локальных поднятий и погружений, иногда образующих ориентированные группы. Одна из таких групп располагается примерно на одной линии – Скородное, Чернянки, Красного. Кроме того, зафиксированы приподнятые участки к югу от г. Старый Оскол. Более крупные поднятия находятся в районе г. Бирюч.

Рассмотренный выше комплекс геоэкологических условий на территории Белгородской области оказывает влияние на развитие индустрии строительства как собственно строительства (жилищное строительство, дорожное строительство), так и производства строительных материалов.

В настоящее время строительная индустрия является важной, стабильно развивающейся отраслью экономики Белгородской области. Регион демонстрирует высокие темпы роста жилищного и дорожного строительства.

В регионе ежегодно стабильно вводится свыше миллиона квадратных метров жилой недвижимости. При этом в 2020 году в Белгородской области было построено почти 1,5 млн м$^2$ жилья, 82 % из которого – индивидуальное. По итогам 2020 года Белгородчина заняла пятое место среди субъектов РФ по уровню обеспеченности населения жильем в расчете на одного жителя. Этот показатель в Белгородской области выше, чем в среднем по Центральному федеральному округу и по стране [5].

На территории Белгородской области действует 281 предприятие по производству прочей неметаллической минеральной продукции, в том числе 20 крупных и средних [6].

Наличие на территории региона минерально-сырьевых ресурсов обуславливает высокую концентрацию предприятий по производству строительных материалов. В области производятся строительные материалы широкой номенклатуры, которые в полном объёме удовлетворяют потребности строительного рынка, в том числе позволят обеспечить реализацию национальных и федеральных проектов в дальнейшей перспективе.

Промышленность строительных материалов города Белгорода представлена ОАО «Белгородасбестоцемент» – одно из ведущих российских предприятий по выпуску асбестоцементных изделий; ОАО «Белгородский абразивный завод» – один из самых крупных в постсоветском пространстве производитель водостойкой шлифовальной шкурки и изделий из неё; ООО «Белгородская слюдяная фабрика» – изготовление электроизоляционных материалов, переработка натуральной слюды, изготовление слюдопластовых электронагревателей, производство электробытовых товаров, электроинструментов; ЗАО «Белгородский цемент» – ведущий российский производитель высокомарочных цементов; ОАО «Корпорация ЖБК-1» – изготовление железобетонных конструкций и весь комплекс монтажных, проектных и строительных работ [4].

В области осуществляются долгосрочные целевые адресные программы переселения граждан из аварийного жилищного фонда, программы комплексного развития коммунальной инфраструктуры поселений, городских округов области, программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности многоквартирных домов и многие другие. В микрорайонах массовой застройки ИЖС ведется строительство инженерных сетей и сооружений, систем водоснабжения и водоотведения, сетей наружного освещения.

Таким образом, геоэкологические условия Белгородской области оказывают благоприятное влияние на развитие строительной индустрии, однако существует вероятность возникновения опасных эколого-геоморфологических ситуаций. В свою очередь деятельность строительного комплекса оказывает влияние на состояние окружающей среды. Развитие стройиндустрии города на основе увеличения объемов и темпов строительства, освоения новых технологий, видов сырья, материалов, продукции, может вызвать существенное усиление воздействия на окружающую среду. Поэтому важно обеспечить такое развитие отрасли, которое будет осуществляться с соблюдением требований обеспечения экологической безопасности города. В соответствии с этим необходимо решение такой задачи как определение характера воздействия строительной индустрии на состояние окружающей среды Белгородской области.

## Список литературы

1. Белгородская область стала второй в экорейтинге субъектов РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https: // www.belpressa.ru/society/drugoe/36267.html (дата обращения: 23.07.2021).

2. Белоусова Л.И. Оценка эколого-геоморфологических условий города Белгорода [Текст] / Л.И. Белоусова, И.А. Киреева-Гененко, В.И. Петина, Т.Н. Фурманова // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 6. – С. 60-64.

3. Белоусова Л.И. Оценка эколого-геоморфологической опасности территории Белгородской области [Текст] / Л.И. Белоусова, И.А. Киреева-Гененко, В.И. Петина, В.Н. Шевченко, Т.Н. Фурманова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 547.

4. Климашевская А.А. Особенности и направления технологической модернизации предприятий промышленности строительных материалов Белгородской области [Электронный ресурс] / А.А. Климашевская // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. – 2017. – № 2. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-napravleniya-tehnologicheskoy-modernizatsii-predpriyatiy-promyshlennosti-stroitelnyh-materialov-belgorodskoy-oblasti (дата обращения: 30.06.2021).

5. Не сбавлять темпы // Строительная газета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.stroygaz.ru/publication/item/zavidnye-rezultaty (дата обращения: 23.08.2021).

6. Официальный сайт Департамента строительства и транспорта Белгородской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belgorodstroy.ru/ (дата обращения: 23.07.2021).

7. Петина М.А. Пространственная оценка качества окружающей среды в горнодобывающих районах Курской магнитной аномалии как фактора экологической безопасности в регионе [Текст] / М.А. Петина, И.А. Киреева-Гененко, М.А. Симонова // Региональные географические и экологические исследования: актуальные проблемы: сборник материалов Всероссийской молодежной школы-конференции, посвященной 15-летию основания кафедры природопользования и геоэкологии и 10-летию возрождения деятельности Чувашского республиканского отделения ВОО «Русское географическое общество», Чебоксары, 08-13 ноября 2016 г. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2016. – С. 182-188.

8. Хрисанов В.А. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области [Текст]: учеб. пособие по курсу «Геология с геохимией» для студентов ун-тов дневного отд-ния по спец. «География и биология», «Природопользование» и заоч. отд-ний по спец. «География» / В.А. Хрисанов, А.Н. Петин, М.М. Яковчук; Белгор. гос. ун-т, Науч.-исслед. ин-т краеведения. – Белгород: БелГУ, 2000. – 247 с.

# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

УДК 544.77:549.67

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕНТОНИТОПОДОБНЫХ ГЛИН ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАФИНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД

**Везенцев А.И., Воловичева Н.А., Буханов В.Д., Хмыров А.В., Труфанов Д.А.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru*

Процессы сорбции широко используются в различных областях народного хозяйства, причем сфера их применения постоянно расширяется. Важное значение сорбционные процессы имеют для разработки методов защиты окружающей среды. В настоящее время в мировой практике для экологического рафинирования природных сред все большее применение находят минеральные гидроалюмосиликатные сорбенты: различные глины, цеолиты, цеолитсодержащие породы и т.д., которые характеризуются высокой поглотительной способностью, устойчивостью к воздействиям окружающей среды и могут служить прекрасными носителями для закрепления на поверхности различных соединений при их модифицировании.

В качестве сорбционно активных материалов при очистке сточных вод, плодородных почв от различных загрязнений природного и техногенного происхождения все шире используются бентонитовые и бентонитоподобные глины. Использование таких глин в животноводстве, в том числе и птицеводстве, также имеет хорошие перспективы в связи с интенсификацией производства. Успешное применение находит использование разработанных лекарственных препаратов и биологически активных добавок к корму животных на основе минералов группы монтмориллонита, позволяющих эффективно вести профилактику и лечение заболеваний желудочно-кишечного тракта [1, 2].

Основным минералом в составе бентонитовых глин является монтмориллонит. Монтмориллонит относится к слоистым гидроалюмосиликатам структурного типа 2 : 1, элементарный структурный пакет которого состоит из двух кремнекислородных тетраэдрических сеток и одной алюмогидроксильной октаэдрической сетки, расположенной внутри элементарного пакета (рис. 1). Для монтмориллонита характерно изоморфное замещение основных структурообразующих катионов. Изоморфные замещения, локализованные преимущественно в октаэдрических сетках, определяют заряд слоёв, который компенсируется гидратируемыми межслоевыми катионами.

На данный период времени большой научный и практический интерес проявляется в сторону сорбционно-активных материалов на основе природного вермикулита. Этот минерал является экологически чистым, доступным и недорогим сырьем, при этом обладает хорошей способностью к ионному обмену.

Вермикулиты образуются в результате распада слюд. Элементарный пакет структурного типа 2:1 состоит из двух слоев кремнекислородных тетраэдраэдров, между которыми располагается октаэдрический слой. В триоктаэдрических вермикулитах октаэдрические позиции образованы бруситоподобными слоями, а в межслоевом пространстве присутствуют катионы двухвалентных металлов ($Ca^{2+}$ и $Mg^{2+}$) [3-5].

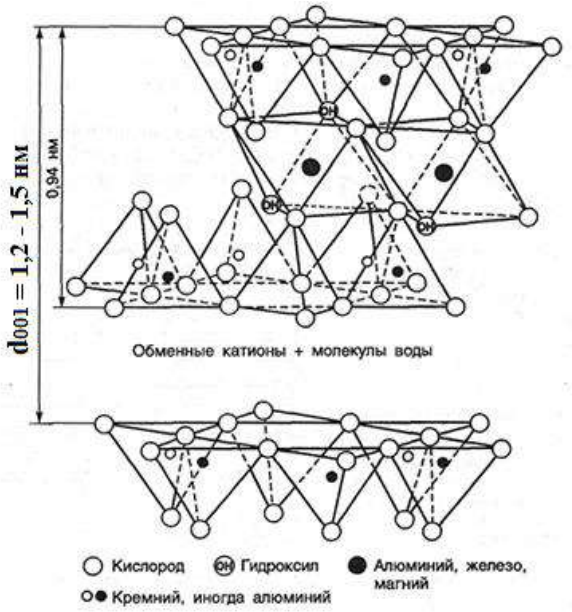



Рис. 1. Схема кристаллической решетки монтмориллонита

Характерной особенностью структуры вермикулита является способность к расширению и наличие электрически неуравновешенной кристаллической решетки с высокой емкостью катионного обмена (рис. 2).

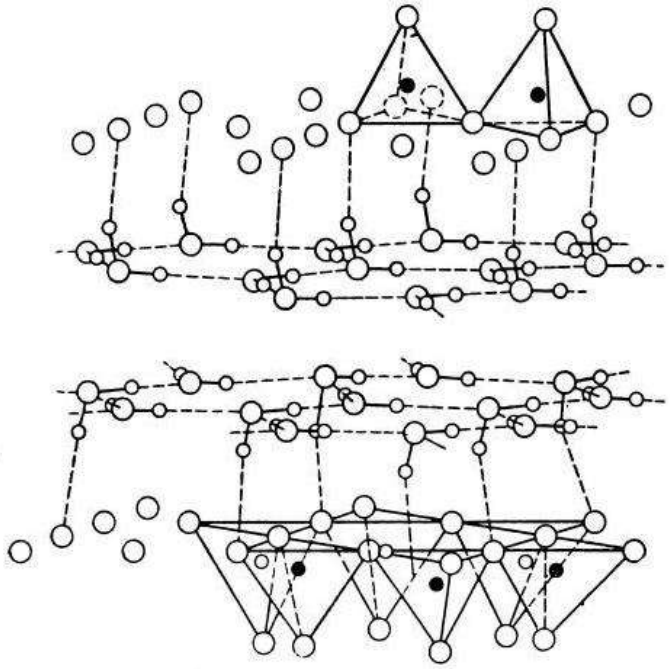


*Рис. 2.* Схематическое изображение участка структуры вермикулита со слоями молекул воды

В Белгородском государственном национальном исследовательском университете, на кафедре общей химии группой ученых под руководством профессора Везенцева А.И. давно и успешно проводится широкий спектр научно-исследовательских работ, направленных на изучение возможности использования природных материалов, представляющих собой моно- и полиминеральные породы на основе слоистых гидроалюмосиликатов, в качестве сорбентов для очистки природных сред, а также организмов животных и человека.

Авторским коллективом детально изучены вещественные составы, структурно-морфологические, текстурные и коллоидно-химические характеристики не только местных бентонитовых и бентонитоподобных глин, но и сырья, отобранного из различных регионов Российской Федерации, а также ближнего и дальнего зарубежья (Вьетнам, Ирак, Эквадор). Указанные материалы прошли лабораторные и производственные испытания как сорбенты для очистки воды от катионов тяжелых (медь, железо, хром, кадмий, свинец, никель) и радиоактивных (Cs-137, Sr-90 и др.) металлов, а также патогенных бактерий и вирусов. В качестве примера в таблице представлены результаты, демонстрирующие высокую поглотительную активность глин некоторых исследованных месторождений и местопроявлений Белгородской области по отношению к катионам тяжелых металлов.

*Таблица*

**Эффективность сорбции ионов тяжелых металлов природными глинами**

| Месторождение / местопроявление | Эффективность, сорбции за 60 мин, % | | |
|---|---|---|---|
| | $Cu^{2+}$ | $Fe^{3+}$ | $Cr^{3+}$ |
| Поляна | 95 | 95 | 95 |
| Нелидовка | 94 | 95 | 94 |
| Верхний Ольшанец | 72 | 90 | 90 |
| Орловка | 70 | 63 | 67 |

Полученные результаты позволяют высоко оценить потенциал местного минерального сырья при использовании его в качестве экологичного сорбента для обеззараживания природных, технических и сточных вод от катионов указанных тяжелых металлов.

Однако успешность применения природных гидроалюмосиликатов не ограничивается аспектами водоочистки. Нами изучена возможность применения бентонитоподобных глин и для экологического рафинирования плодородного слоя почвы. В частности, проведены опытно-апробационные исследования в полевых условиях, направленные на изучение интенсивности роста надземной части растений кукурузы сорта «F1 – Сандрина», в зависимости от дозы предварительно внесенных в почву глинистых сорбентов. Выявлено, что использование нативных глин при очистке почв, содержание, как катионов меди, так и катионов свинца в стебельно-листовой части кукурузы ниже, чем предельно допустимый уровень этих металлов в продукции растениеводства. По мере накопления нового фактического материала бесспорно был установлен факт влияния количества вносимых сорбентов на детоксикационный эффект почвы, который проявлялся снижением концентрации тяжелых металлов в зеленной массе полевых культур.

Таким образом, представленные результаты экспериментальных исследований позволяют сделать вывод, что природное минеральное сырье является перспективным универсальным сорбционно активным материалом для очистки таких компонентов биосферы, как вода и почва.

Отдельного внимания заслуживают опытно-экспериментальные исследования по использованию гидроалюмосиликатов, относящихся к группе монтмориллонита, в практике ветеринарно-профилактических мероприятий. Действие препаратов на основе нетоксичных природных минералов основано на дезактивации патогенных микроорганизмов и выведении продуктов их жизнедеятельности, а также продуктов нарушенного метаболизма и токсичных соединений, полученных из внешней среды. Энтеросорбенты эффективно могут применяться как для лечения, так и для профилактики инфекционных желудочно-кишечных заболеваний. В последнее время появились сообщения об использовании монтмориллонит содержащих глин при такого

рода заболеваниях. Не хуже современных антибиотиков они справляются с болезнетворными микроорганизмами. Но, в отличие от лекарств, сама глина остается химически инертной, а, следовательно, абсолютно безвредной для организма.

Разработанные нами препараты успешно прошли не только лабораторную, но и производственную апробацию и показали высокую антибактериальную активность по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам, таким как Escherichia coli 987 р, Salmonella enteritidis, Staphylococcus intermedius 4432, Staphylococcus hyicus P2, Staphylococcus aureus (рис. 3).

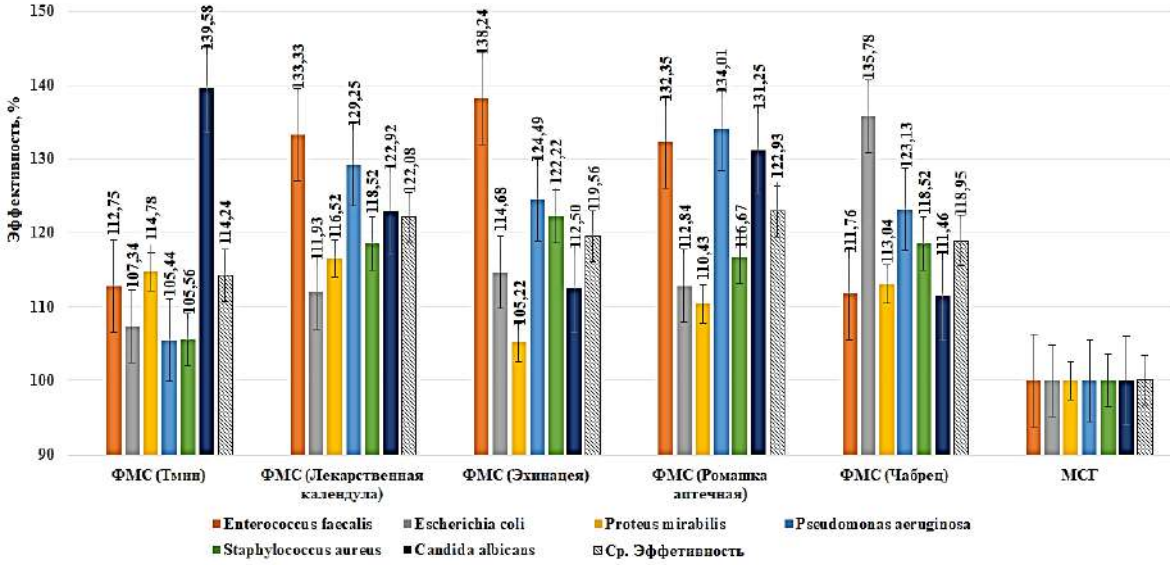



*Рис. 3.* Эффективность подавления роста патогенных и условно-патогенных микроорганизмов экспериментальными сорбентами

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

В заключении необходимо особо подчеркнуть, что проведенные исследования неоспоримо демонстрируют высокую эффективность и широкий спектр использования сорбентов на основе гидроалюмосиликатов. При этом перспективными направлениями являются не только поиск и изучение новой сырьевой базы, но и возможность целенаправленного регулирования свойств нативных минералов. В частности, модифицирование структуры гидроалюмосиликатов позволяет в разы повысить их сорбционную емкость и селективные свойства, тем самым улучшая эффективность сорбентов, получаемых на их основе. Указанное направление является предметом научных исследований, проводимых авторским коллективом в настоящий период времени.

*Работа поддержана грантом № 4-19-01/60 на оказание государственной поддержки внедрения в производство инновационных технологий в рамках технологического проекта полного цикла «Разработка технологии переработки органических отходов сельского хозяйства в адсорбенты и засыпные грунты для мусорных полигонов»*

## Список литературы

1. Воловичева Н.А., Королькова С.В., Везенцев А.И., 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.
2. Буханов В.Д., Везенцев А.И., Нгуен Хоай Тьяу, Покровский М.В., Шапошников А.А., Панькова О.Н., Соколовский П.В., Козубова Л.А., Жеребненко С.В. Влияние концентрации монтмориллонит содержащего сорбента и pH питательной среды на чувствительность Esherichia Coli к антибактериальным препаратам. // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина и фармация. – 2014. – №11(182). – Вып. 26/1. – С. 209-212.
3. Крамаренко В.В. Грунтоведение. – М.: Юрайт, 430 с.
4. J. Addison Vermiculite: a review of the mineralogy and health effects of vermiculite exploitation // Regul. Toxicol. Pharmacol. – 1995. – № 21 – P. 397-405.
5. Nguyen Duc Cuong, Vu Thi Hue, Yong Shin Kim Thermally expanded vermiculite as a risk-free and general-purpose sorbent for hazardous chemical spillages // Clay Minerals. – 2019. – № 54. – P. 235-243.

УДК 543.5

# ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

**Везенцев А.И.[1], Раздобарин А.Е.[1], Севастьянов В.С.[2], Шамгулов Р.Ю., Нгуен Д.Т.[3]**
*[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*[2]Белгородский государственный техноогический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*
*[3] Ханойский институт экологических технологий Вьетнамской академии наук и технологий*
**E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru*

***Аннотация.*** *В работе описаны результаты экспериментальных исследований по изучению вещественного состава (химический, минералогический, гранулометрический), структурно-морфологических и текстурных характеристик продуктов пиролиза твёрдых коммунальных отходов (ТКО) Белгородского мусоросортировочного комплекса ООО “ТК “Экотранс”.*

## Введение

В данное время в мировой практике безотлагательной проблемой является утилизация твёрдых коммунальных отходов. Вопрос о их утилизации состоит в высокой биологической и химической устойчивости, что может привести к быстрому росту накопления бытового мусора. Рециклинг отходов способствует тому, что они вновь поступают в производство аналогичных материалов, что не решает проблему их утилизации. Аналогичные способы утилизации в качестве сжигания или захоронения экологически экономически невыгодны и небезопасны. В виде альтернативы авторы данной статьи разработали способ получения из коммунальных отходов недорогих углеродных адсорбентов методом пиролиза. Пиролиз является одним из перспективных направлений переработки отходов, так как этот метод позволяет получить помимо углеродных адсорбентов пиролизную газовую фазу, которая возможно может быть использована в качестве источника тепловой энергии [1].

## Материалы и методы

Образцы продуктов пиролиза твёрдых коммунальных отходов передал профессор д.т.н. Владимир Семёнович Севастьянов, который является заведующим кафедрой технологических комплексов, машин и механизмов транспортно-технологического института Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. Образцы получали пиролизом твёрдых коммунальных отходов на Белгородском мусоросортировочном комплексе ООО “ТК “Экотранс”. Пиролиз ТКО проводился при температуре около 500 °С в условиях присутствия паров воды и отсутствия кислорода. Продукты имели тёмный цвет, резкий запах, частицы неоднородны (присутствуют частицы с белыми включениями, а также мягкие и твёрдые).

Сотрудниками БГТУ им. В.Г. Шухова выявили, что продукты пиролиза органических твёрдых коммунальных отходов могут использоваться, как эффективные адсорбенты для очистки водных растворов от органических веществ, но в их работах нет сведений о вещественном составе полученных материалов. Цель исследования продуктов пиролиза ТКО определение химического, фазового и гранулометрического составов, структурно-морфологических и текстурных характеристик [2].

## Результаты и обсуждение

Химический состав исследуемых образцов определён методом энергодисперсионного анализа, который был проведён совместно со сканирующей электронной микроскопией. В исследовании использовалась аналитическая система Nova NanoSEM, которая действует на основе сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения. Прибор бы оснащён аналитическим энергодисперсионным спектрометром фирмы EDAX, который может позволить провести установление элементного состава веществ различных точек (областей) образца и выявить графические зависимости и карты распределения элементов по поверхности в исследуемом образце. Измерения проводились в центре коллективного пользования «Технологии и Материалы НИУ «БелГУ». Энергодисперсионный спектр тёмный части анализируемых продуктов пиролиза ТКО приведен на рис. 1.

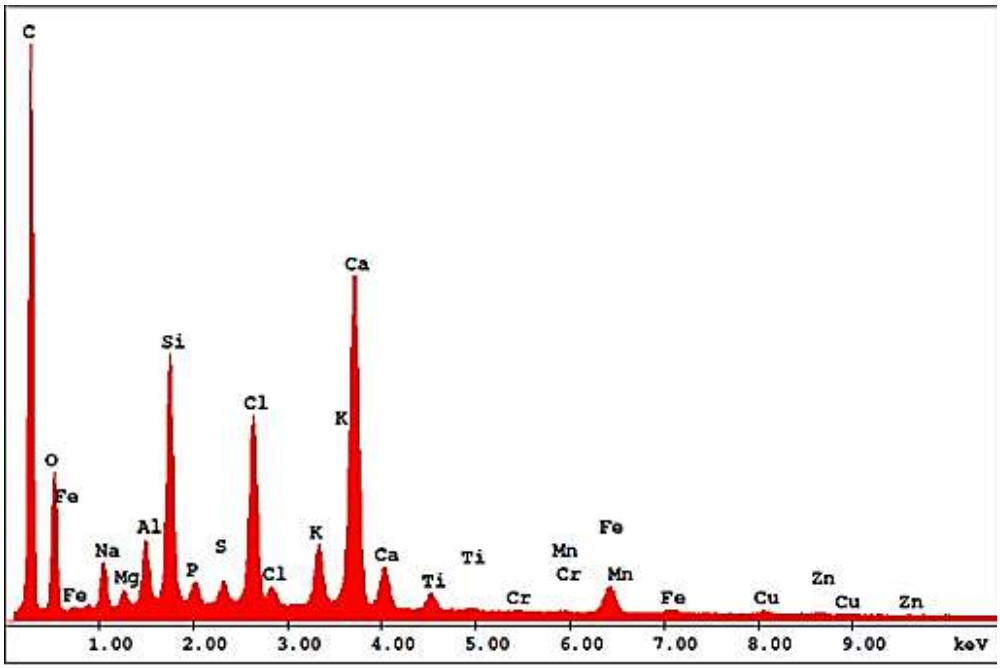



*Рис. 1.* Энергодисперсионный спектр тёмной части продуктов пиролиза твёрдых коммунальных отходов

Изучив результаты энергодисперсионного анализа, был установлен химический состав продуктов пиролиза ТКО тёмной составляющей. В исследуемом материале в большем количестве содержится углерод, содержание которого составляет 66,84 масс. %. Кроме углерода в высоком количестве присутствует кислород (14,35 масс. %), кальций (6,30 масс %), кремний (3,42 масс. %) и хлор (2,71 масс. %). Также был выявлен оксидный химический состав, полученный при анализе другой части (более светлой) материала. Установлено, что в исследуемом материале в преобладающем количестве присутствуют оксиды кальция (27,73 масс. %) и кремния (26,94 масс. %). Также в большом количестве зафиксированы оксид алюминия (6,90 масс. %) и оксид натрия (6,29 масс. %).

При изучении полученных данных сделан вывод о том, что в процессе хранения и транспортировки ТКО в них могли попасть частицы цементного камня, кварцевого песка, мела, пыли других строительных материалов, которые могут давать дифракционные отражения характерные для оксидов кальция и кремния. На основе большого содержания хлора было сделано предположение о использование примесных веществ в ТКО, в составе которых содержится хлор.

Энергодисперсионным анализом было обнаружено в анализируемом материале присутствие частиц на основе углерода и на основе оксидов кальция, кремния, алюминия, натрия и железа.

При анализе химического состава, был сделан вывод вывод о том, что частицы тёмной составляющей энергодисперсионого анализа характерны для продуктов пиролиза органических веществ, а светлой части – для продуктов гидратации клинкерных фаз портландского цемента или строительных материалов.

Химический анализ позволяет выявить фазовый состав исследуемого образца.

Фазовый состав продуктов пиролиза ТКО был определён с помощью рентгеновского дифрактометра SmartLab (Rigaku, Япония). Рентгеновская трубка, которая оснащена Cu-анодом, даёт $K_\alpha$ излучение (U=45 kV, I=200 mA). Дифрактометр оснащён высокоскоростным детектором D/tex Ultra Hi Pix. В данном анализе проводилась фокусировка псевдопараллельного пучка по Бреггу-Брентано. Рентгеновская порошковая дифрактограмма исследуемого образца приведена на рис. 2. Изучение рентгеновской порошковой дифрактограммы позволило идентифицировать фазовый состав анализируемого материала. Результаты рентгенофазового анализа представлены в табл. 1

*Таблица 1.*

**Текстурные характеристики продуктов пиролиза ТКО**

| | |
|---|---|
| Удельная поверхность исследуемого образца по одноточечному методу БЭТ в точке, при относительном давлении P/Po = 0.27: | 0,3335 $м^2/г$ |
| Удельная поверхность исследуемого образца по пятиточечному методу БЭТ: | 0,2281 $м^2/г$ |
| Объем пор в образце при относительном давлении P/Po =0.98: | 0.000288-0,001148 $см^3/г$ |
| Размер пор: | 90.7-165.1 Å |

Метод РФА позволил выявить преобладающий компонент в продуктах пиролиза твёрдых коммунальных отходах, которым является аморфный углерод. Кроме того были зафиксированы такие фазы как: низкотемпературный тригональный кварц, кальцит, калиймагневый дигидрокарбонат, галит.

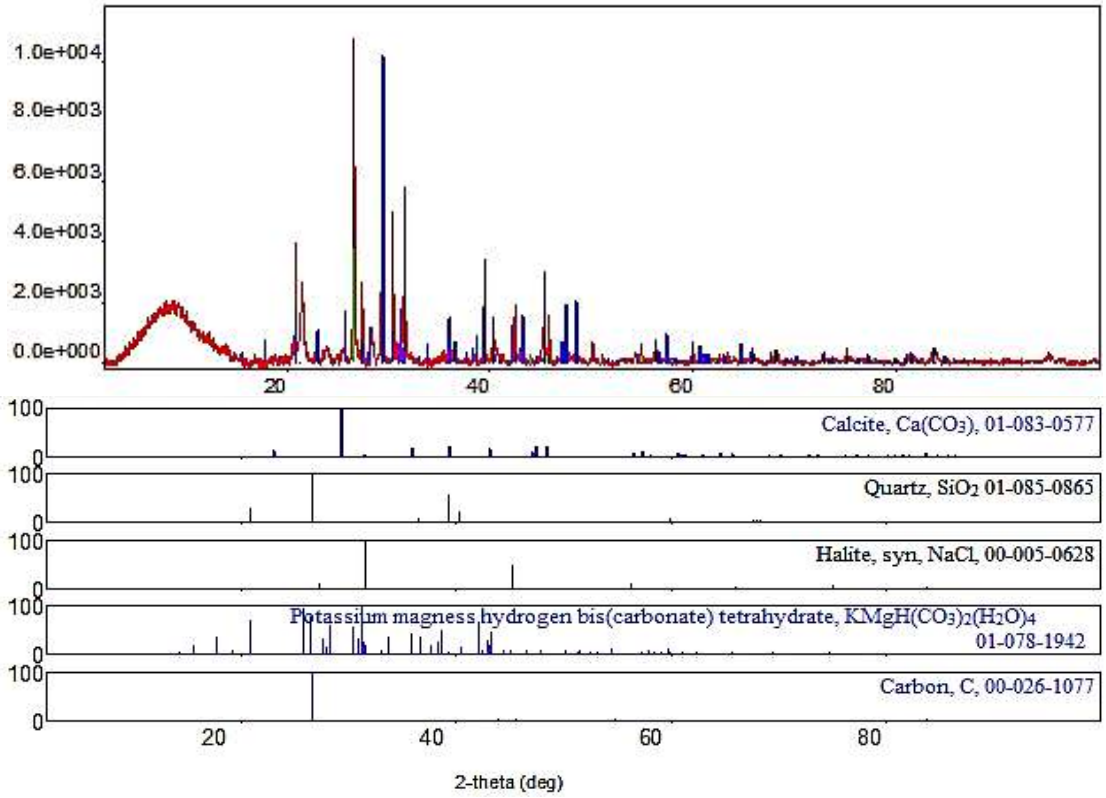



*Рис. 2.* Рентгеновская порошковая дифрактограмма продуктов пиролиза твёрдых коммунальных отходов

Обнаружение фазы низкотемпературного тригонального кварца, подтверждает предположение о содержании, кварцевого песка в твёрдых коммунальных отходах. Другие фазы могли быть образованы во время взаимодействия паров воды с минеральными и органическими соединениями в углеродсодержащем материале, и с продуктами их термической деструкции.

Для установления гранулометрического состава в этом исследовании определяли распределение частиц анализируемого материала по размерам в суспензиях и аэрозолях с использованием лазерного анализатора размеров частиц «Analysette 22 NanoTec», диапазон измерений размеров частиц которого находится в пределах от 0,01 до 2000 мкм. В данном анализаторе, использовался физический принцип рассеяния электромагнитных волн, который позволяет определить распределение частиц по размерам посредством лазерной дифракции. Результаты распределения частиц продуктов пиролиза ТКО по размерам приведены на рис. 3.

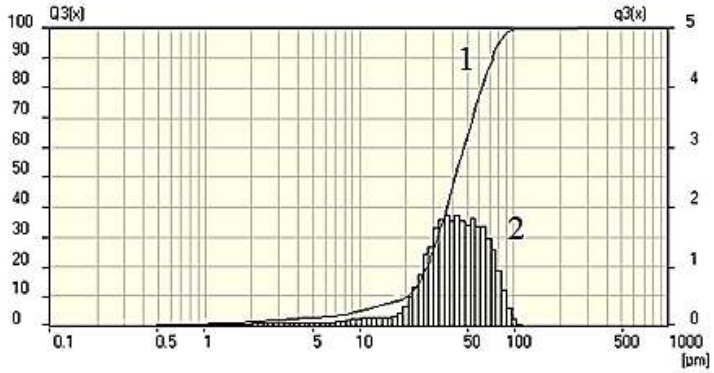



*Рис. 3.* Распределение частиц по размерам продуктов пиролиза твёрдых коммунальных отходов

На рисунке 3 под № 1 указана интегральная кривая, которая обозначает каждую точку на кривой, показывающую сколько % продуктов пиролиза ТКО имеет размер меньший либо равный данному. Под № 2 обозначена гистограмма, которая указывает на количество образца с данным размером частиц.

В ходе лазерного анализа было установлено, что средний размер частиц, продуктов пиролиза ТКО составляет 44,07 мкм, удельная площадь поверхности – 2847,45 см$^2$/см$^3$.

Метод лазерного анализа позволяет определить размер частиц без учёта их формы, поэтому были изучены структурно-морфологические характеристики продуктов пиролиза ТКО, методом сканирующей электронной микроскопией. Полученные фотографии приведены на рис. 4.

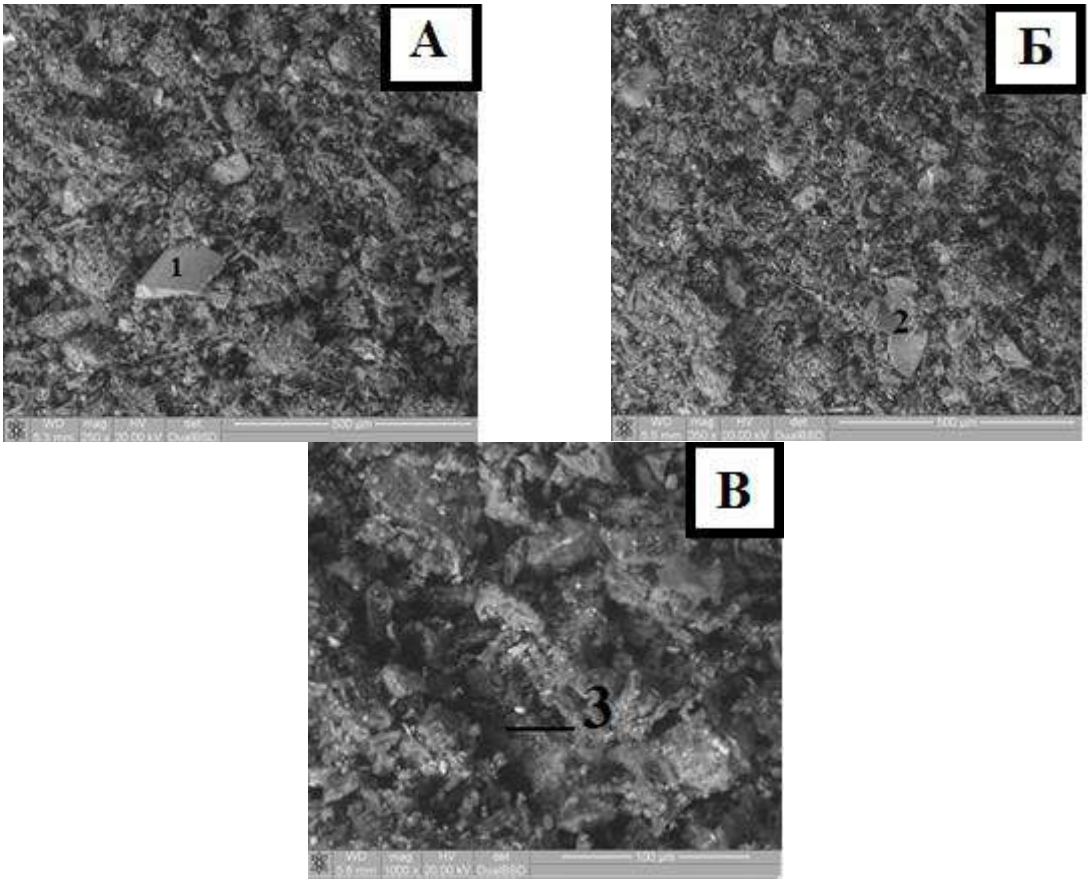



*Рис. 4.* Электронные микрофотографии продуктов пиролиза ТКО

На данных изображениях были зафиксированы частицы разной формы размером от 1 мкм. Также были зафиксированы крупные частицы величиной до 68 мкм (рис. 4 А). Были зафиксированы окристаллизованные частицы низкотемпературного тригонального кварца (рис. 4 Б). Установлены щелевидные поры размером от 10 мкм до 80 мкм (рис. 4 В).

Математический расчёт удельной поверхности, проведённый методом лазерного анализа, который основан на экспериментальных исследованиях, не учитывает поры в исследуемых образцах. По этой причине было проведено исследование текстурных характеристик образцов, методом низкотемпературной адсорбции азота. С помощью газо-адсорбционного анализатора TriStar II 3020 производства Micromeritics (США) произвели измерение пористости и удельной поверхности исследуемого образца. На рис 5. приведены изотермы адсорбции-десорбции азота исследуемым материалом.

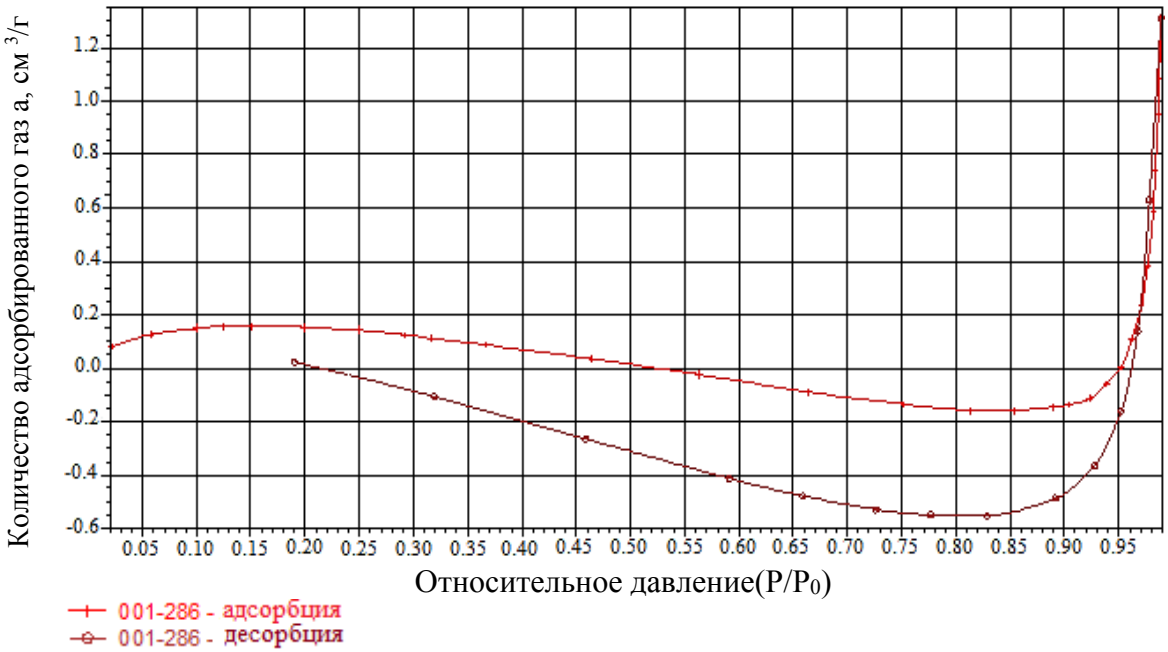



*Рис. 5.* Изотермы адсорбции-десорбции азота продуктами пиролиза ТКО

По классификации адсорбционных изотерм Брунаэра, полученные изотермы можно отнести к IV типу, что указывает о явлении физической адсорбции. При изучении данной изотермы были зафиксированы петли капиллярно-конденсационного гистерезиса, которые по классификации ИЮПАК относятся к H1[3]. В таблице 1 приведены результаты исследования продуктов пиролиза ТКО, методом низкотемпературной адсорбции азота.

Установлено, что преобладающая часть пор представлена макропорами. Данные результаты могут свидетельствовать о углеродном составе материала. Удельная поверхность образцов продуктов пиролиза ТКО по одноточечному методу БЭТ составила 0,3335 м$^2$/г, в то время как по пятиточечному 0,2281 м$^2$/г. При относительном давлении $P/P_0$ = 0,98, был установлен удельный объём пор, который составляет от 0.000288 см$^3$/г до 0,0011 см$^3$/г, при анализе размера пор в продуктах пиролиза ТКО, был выявлен их размер, составляющий от 90.7 Å до 165,1 Å.

## Выводы

Выявлено, что в световой части продуктов пиролиза ТКО в наибольшем количестве зафиксированы оксиды кальция (27,73 масс %), кремния (26,94 масс %), алюминия (6,90 масс %) и натрия (6,29 масс %). Составляющая чёрной части представлена углеродом (66,84 масс.%), кальцием (6,30 масс %) и кремнием (3,42 масс. %).

Рентгенофазовый анализ позволил установить наличие аморфного углерода, кальцита, низкотемпературного тригонального кварца и аксцессорных фаз, образованных в ходе термической обработки ТКО и взаимодействия их с парами воды.

Установлено, что средний размер частиц продуктов пиролиза ТКО равен 44,07 мкм.

Основываясь на данных сканирующей электронной микроскопии было установлено, что большая часть продуктов пиролиза ТКО в своём составе представлены частицами изометричной формы. В исследуемом образце были выявлены поры величиной от 10 мкм до 80 мкм.

Установлена величина удельной поверхности частиц продуктов пиролиза ТКО, методом низкотемпературной адсорбции азота, которая составляет 0,3335 м$^2$/г, выявлены поры размером от 90,7 Å до 165,1 Å.

## Список литературы

1. Сыч Н.В., Картель Н.Т., Чен К. Получение активных углей с регулируемой пористой структурой при переработке ПЭТ-отходов // Химия, физика и технология поверхности. – Вып. 14, 2008. – С.437-442.
2. Шамгулов Р.Ю., Севастьянов В.С., Облонский В.В. Инновационные разработки при переработке твёрдых коммунальных отходов // Безопасность, защита и охрана природной среды: фундаментальные и прикладные исследования. – Белгород: 2020, – С.280-284.
3. Половнева С.И., Ёлшин В.В., Носенко А.А. Удельная поверхность активных углей в процессах десорбции и реактивации // Фундаментальные исследования. – № 2. – 2015. – С. 1187-1193.
4. Экспериментальное исследование выполнено в соответствии с Соглашением о предоставлении гранта из бюджета Белгородской области на основании государственной поддержки внедрения в производство инновационных технологий в рамках технологических проектов полного цикла № 4-19-01/160

УДК 553.262.2

# НОВЕЙШИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭРОЗИОННОЙ СИТУАЦИИ

**Данилова К.А., Севрюков М.С., Павлюк Я.В.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: danilova@bsu.edu.ru*

Традиционные методы оценки эрозии почв ограничены их трудозатратностью и качеством данных. Неэффективно в экономическом и временном аспекте прогнозировать почвенные риски на большие пространства (например, в региональном масштабе). Повышение сложности и экономической эффективности пространственных технологий улучшает оценку, мониторинг и контроль эрозионных процессов. В частности, дистанционное зондирование обеспечивает однородные данные на большой пространственной протяженности с возможностью повторного посещения в разновременном масштабе, облегчая выполнение исследований.

Для исследования водной эрозии почв, ее последствий для окружающей среды и хозяйственной деятельности наиболее актуально использование геоинформационных технологий. В частности, ГИС используется для разработки способов предотвращения эрозионных процессов, имеющих ярко выраженный пространственно-распределенный характер.

Геоинформационные технологии представляют собой наиболее эффективный инструмент исследований, оценки, прогноза и обоснования управленческих решений в настоящее время.

Использование данных аэрофотосъемки позволили создать высокоточные разновременные цифровые модели рельефа на исследуемом участке (рис. 1). Разрешение итоговой цифровой модели рельефа составило 3 см. Использование цифровых моделей рельефа с БПЛА позволяет в полуавтоматизированном режиме получать векторный формат размывов – линейных эрозионных форм. Результат напрямую зависит от разрешения цифровой модели рельефа: для векторизации промоин глубиной 1 м необходима цифровая модель рельефа разрешения не менее 5 м., для борозд глубиной 50 см. необходима цифровая модель рельефа разрешения не менее 2,5 м., для эрозионных

форм глубиной 5 см. необходима цифровая модель рельефа разрешения не менее 0,25 м., а для микроручейковой сети глубиной 1 см. необходима цифровая модель рельефа разрешения не менее 0,05 м. (рис. 1). Достоверность векторизации проверяется с использованием данных аэрофотосъемки (рис. 2).

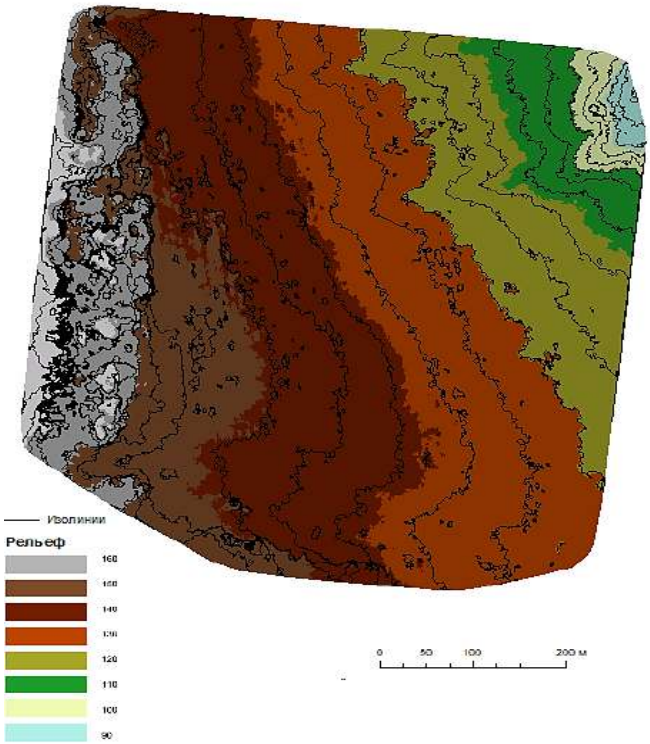



*Рис. 1*. Цифровая модель рельефа исследуемого участка, полученная по результатам съемки с беспилотного летательного аппарата (система координат UTM37N) (карта автора)

*Рис. 2.* Ортофотоплан исследуемого участка (Май 2020 г.) (карта автора)

Векторизация эрозионных форм различной глубины проводилась в ArcGIS, где автомтизирована возможность выделения эрозионных форм с помощью блока инструментов Гидрология. Для выделения эрозионных форм различных глубин задается пороговое значение числа ячеек, в которые возможен сток.

Это реализует возможность анализа территории не только качественно, но и количественно. Многократная съемка позволяет оценить динамику этих показателей.

Выполненное исследование позволили оценить изменения промоин на исследуемом участке. Так, сумма длин эрозионных форм составляла 1077,9 м. по данным БПЛА, по данным топокарты – 1000 м. Таким образом, разница длины составил 7 %. При этом, общее число эрозионных форм изменилось на 77 м.

Анализ рисунка эрозионных форм показал, что расположение русел размывов не меняется и обуславливается самим рельефом, а также климатическими факторами. При этом, осадки определяют разветвленность сети и длину сети промоин. Это свидетельствует о развитии потяжинной сети, что обусловлено высокой сельскохозяйственной нагрузкой (рис. 3.3) (Golosov, 2015).

Корректная оценка степени развития эрозии с использованием разновременных цифровых моделей рельефа невозможна без точной пространственной привязки данных. Система координат была считана с данных аэрофотосъемки в WGS 1984 UTM Zone 37N, данные топокарты были перепривязаны в такой же системе координат. Это обеспечило возможность сравнения полученных результатов.

Беспилотные летательные аппараты позволяют максимально полно оценить все эрозионно-аккумулятивные процессы, протекающие на исследуемом участке (Cyr, 1995; Gindraux, 2017). Результаты, полученные с беспилотных летательных аппаратов, позволяют оценить развитие эрозионных процессов, в частности микроручейковой эрозии, а также отмечать развитие эрозионной сети на основе интеграции разновременных картофотоматериалов (рис. 3-4).

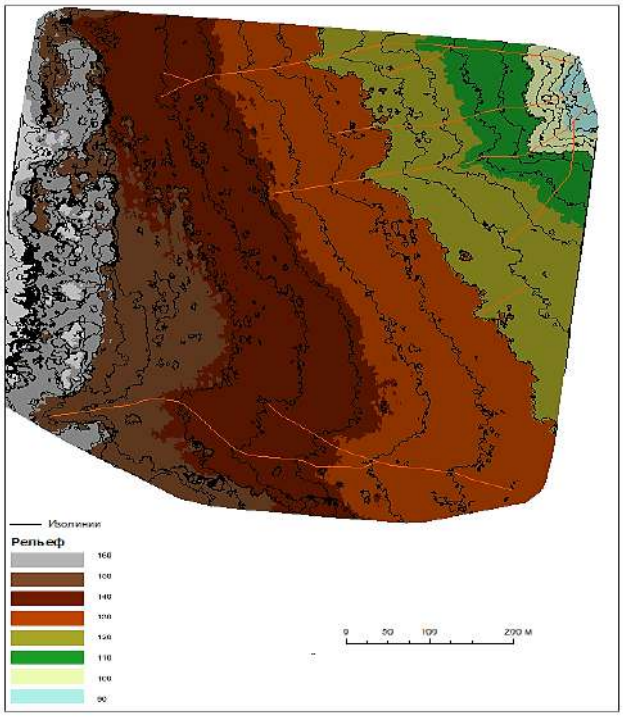



*Рис. 3.* Векторизация эрозионных форм, полученных с помощью цифровой модели рельефа с беспилотного летательного аппарата (карта автора)

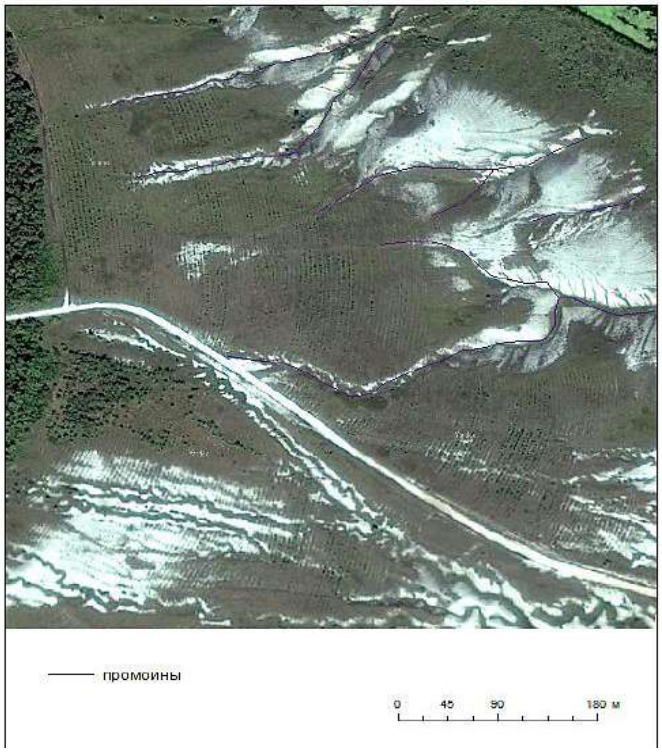



*Рис. 4*. Структура ручейковой сети на исследуемом участке, выделенная по космоснимку высокого разрешения (Google, 2019 г.) (карта автора)

Анализ карты развития микроручейковой эрозии позволяет прогнозировать развитие эрозионных процессов и их интенсивность для организации почвоводоохранных мероприятий – их структуры и первооочередности.

Использлвание данных БПЛА определяет возможность создания высокоточных моделей местности. По ним с высокой точностью можно определить развитие ручейковой эрозии и овражной на современном этапе. Использование аэрофотосъемки позволяет определить изменение эрозионной ситуации на любой момент времени, например, после экстремальных гидрометеорологических ситуаций. Использование космоснимков же зачастую ограничено наличием облачности. Данные аэрофотосъемки позволяют не только визуально определять ситуацию, но и строить ЦММ, которые более достоверно определяют наличие ручейковой эрозии.

ЦММ позволяют в ручном и автоматизированном режиме выделять сеть тальвегов. Сравнение результатов с прошлыми исследованиями по топокартам, космоснимкам высокого разрешения, данным с БПЛА прошлых периодов позволяет проводить мониторинг интенсивности развития эрозии. Возможность создания морфометрических карт в автоматизированном режиме также определяет эффективность применения новейших методов в эрозиоведении. ГИС-технологии позволяют настроить автоматизированный режим обработки данных с БПЛА и получать картину эрозионной ситуации.

Нами установлено, что при сравнении топографических данных и данных, полученных с БПЛА длина эрозионных форм на исследуемом участке изменяется на 15-20 %. При этом следует учитывать, что такой результат включает разность точности используемых материалов и разницу представленных периодов картофотоматериалов.

Нами были сделаны выводы, что использование дистанционных методов исследования наряду с ГИС обработкой данных и их представления значительно облегчает, удешевляет и оптимизирует работы по оценке эрозионных процессов.

## Список литературы

1. Андроников, В.Л. Аэрокосмические методы изучения почв. М.: Колос, 1979. – 280 с.
2. Ермолаев, О.П. Геоинформационное картографирование эрозии почв в регионе Среднего Поволжья / О.П. Ермолаев // Почвоведение. – 2017. – № 1 – С. 130–144.
3. Ермолаев, О.П. Методические подходы к мониторингу процессов эрозии на сельскохозяйственных землях Европейской части России с помощью материалов космических съемок / О.П. Ермолаев, Р.А. Медведева, Е.В. Платончева // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. – 2017. – Т. 159 – No 4.
4. Ермолаев, О.П. Оценка интенсивности и динамики эрозии методом наземного лазерного сканирования / О.П. Ермолаев, А.М. Гафуров, Б.М. Усманов // Почвоведение. – 2018. – No 7 – С. 893–906.
5. Заславский, М.Н. Эрозиоведение: [Учеб. для геогр. и почв. спец. вузов] / М. Н. Заславский. - М. : Высш. шк., 1983. - 320 с.
6. Киприянов, В.А. Заметки о распространении оврагов в южной России / В.А. Киприянов // Журнал Главного Управления путей сообщения. – 1857. – Т. 26 – С. 139–150.
7. Королюк, Т.В., Щербенко, Е.В. Распознавание почвенного покрова ... 2003. № 3. С. 275-288.
8. Методы изучения эрозионных процессов / М. С. Кузнецов – М: Изд-во Моск. ун-та, 1986.– 104 с.
9. Оньков, И.В. Оценка точности высот SRTM для целей ортотрансформирования космических снимков высокого разрешения / И.В. Оньков // Геоматика. – 2011. – No 3 – С. 40–46.
10. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки / Г. А. Ларионов – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1993. – 200 с.

УДК 502.36

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МОЛОЧНОГО ЗАВОДА

**Кайдалова А.С., Боровлев А.Э.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: borovlev@bsu.edu.ru*

***Аннотация.*** *Рассмотрены проблемные вопросы обеспечения экологической безопасности очистных сооружений молочного завода. Представлены результаты исследований на основе метода парогазовой деструкции для переработки илов полей фильтрации. Показана эффективность и экологическая безопасность предложенного метода переработки илов полей фильтрации молочного завода.*

***Ключевые слова:*** *очистные сооружения, биологическая переработка, деструктор, экологическая безопасность, ил очистных сооружений.*

Молочная промышленность – отрасль, на предприятиях которой для повышения экологической безопасности требуется принятие ряда технических мероприятий, направленных на поддержание равновесия между биосферой и антропогенными нагрузками.

Молокозаводы, несмотря на то, что они относятся к пищевой промышленности, вносят достаточно ощутимый вклад в общее загрязнение окружающей среды. Особую опасность представляют сточные воды, которые содержат большое количество физико-химических, а также биологических загрязнителей.

В настоящее время изучены в промышленных условиях перспективные типы очистных сооружений для полной биологической очистки стоков, которые реализованы и успешно применяются на многих предприятиях. Очистные сооружения (ОС), используя эффективные технологии водоочистки, генерируют при этом отходы, которые сами по себе представляют угрозу еще большего загрязнения окружающей среды. Образование таких отходов – проблема предприятий всех без исключения молокозаводов, эксплуатирующих локальные очистные сооружения, затрагивающая технические и социально-экологические аспекты.

Отходы, образующиеся в виде илового осадка – ил избыточный биологических очистных сооружений в смеси с осадком механической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, представляющий собой сложноорганизованный конгломерат живых организмов на неживой основе, связанных метаболическими и трофическими процессами.

В настоящее время решение проблемы ила на предприятиях осуществляется несколькими методами:

- депонирование на иловых картах;
- биологическая переработка илов очистных сооружений анаэробными микроорганизмами в метантенках;
- термические методы (технологическое сжигание или пиролиз илов) [1].

Так как технология переработки ила на иловых картах – растянутый по времени процесс (ил разлагается на ОС в течении 11-12 месяцев и более), а также требует использование больших площадей (карт), то данный метод не является опцией, заслуживающей внимания.

Биологическая переработка илов очистных сооружений анаэробными микроорганизмами в метантенках для использования на предприятиях молочной промышленности также имеет ряд сложностей, так как продуктом переработки ила является нативный биогаз и его использование в качестве топлива без предварительной очистки не представляется возможным, также, как и его сжигание в факеле.

Исходя из выше изложенного, логически будет использование экологически безопасных методов утилизации, значительно сокращающие первоначальные объемы иловых осадков, а именно, термические.

Целью данной работы является обоснование экологически безопасного метода утилизации ила очистных сооружений молочного завода. В указанных целях нами использован один из современных способов утилизации ила очистных сооружений – метод парогазовой деструкции с противотоком, который вследствие своей низкозатратности и низкой чувствительности к составу топлива, может рассматриваться как один из возможных путей решения проблемы отходов.

Нами проведен анализ работы автономного замкнутого деструктора низкого давления ДНД-350 производства ЗАО «СДМ-Орел» при сжигании ила с полей фильтрации очистных сооружений Ялуторовского молочного завода Тюменской области.

Автономный замкнутый деструктор низкого давления предназначен для переработки экологически чистым способом любых углеродсодержащих отходов большой влажности в сырьевые ресурсы, воздействием на них самопроизвольно образующимися в загрузочной камере деструктора разрядами статического электричества с получением побочного продукта в виде тепловой энергии и парогазовой

смеси, пригодной для сжигания как в существующих водогрейных котлах, а также для работы газопоршневых и дизельных электростанций.

В качестве окислителя при переработке отходов используется кислород, получаемый в процессе термической конверсии воды, содер жащейся в отходах, воздействием разрядами статического электричества, накапливаемыми на внутренней поверхности загрузочной камеры. Дополнительно для получения избытка кислорода при протекании термохимической конверсии допускается увлажнять отходы до 100% абсолютной влажности промышленными стоками.

Деструктор предназначен для предварительного разложения углеродосодержащего сырья с абсолютной влажности до 100% на молекулярном уровне с последующим проведением термохимической конверсии, при которой выделяется тепловая энергия и дальнейшей утилизацией этой тепловой энергии в теплообменнике.

Твердое топливо, обильно смоченное водой, подается в деструктор, где происходит термохимическая конверсия, а полученная тепловая энергия направляется в топку водогрейного котла. Система вакуумирования обеспечивает постоянный вывод легких фракций парогазовой смеси и подача ее в водогрейный теплообменник.

Газификацию осуществляют в реакторе-газификаторе шахтного типа при реализации сверхадиабатического режима горения в «плотном» слое.

Специфической особенностью данного процесса является такая его организация, что выделяющееся при горении тепло не выводится из реактора (твердые и газообразные продукты выходят из реактора при относительно низких температурах), а концентрируется в зоне газификации. Это приводит к дополнительному разогреву зоны газификации. Следствиями этого являются: наличие высоких скоростей химических реакций, возможность осуществления процесса при высоком содержании негорючей (минеральной) части или влаги. Кроме того, возможность использования значительного количества пара в составе газообразного окислителя приводит к появлению значительного количества водорода в продуктах газификации за счет эндотермической реакции и, как следствие, к повышению химического КПД процесса.

При проведении эксперимента по сжиганию ила с полей фильтрации исходная влажность предоставленных образцов составляла около 80% масс. Физико-химические свойства осадка приведены в таблице 1.

В таблице 2 представлены условия и результаты экспериментов по обезвреживанию илов полей фильтрации с использованием реактора диметром (d) 626 мм при удельном расходе воздуха (А) 640 м3/час. Использовался ил разной степени влажности от 60 до 95 %.

Эксперименты показали перспективность использования метода парогазовой деструкции для переработки илов полей фильтрации. Целесообразно перерабатывать таким способом предварительно отжатый иловый осадок с влажностью – 75-90%. Вид ила после автономного замкнутого деструктора низкого давления представлен на рисунке.

Работа деструктора низкого давления сопровождается выбросами в атмосферу. Основной источник выделения загрязняющих веществ в окружающую среду – автономный замкнутый деструктор низкого давления (печь). Выброс загрязняющих веществ (газов) в атмосферу осуществляется посредством дымовой трубы. Всего в атмосферу будет выбрасываться 7 загрязняющих веществ (ЗВ) от 1 организованного источника, а именно: азота диоксид; аммиак, взвешенные вещества, сера диоксид, сероводород, углерод оксид, фенол, образующих согласно [2] три группы веществ, обладающих комбинированным вредным действием: 6003 (Аммиак, сероводород); 6010 (Азота диоксид, сера диоксид, углерод оксид, фенол); 6043 (Сера диоксид и сероводород).

*Таблица 1*

**Физико-химические свойства осадка из иловых площадок полей фильтрации**

| № п/п | Наименование | | Ед. изм. | Осадок в условиях иловых | Осадок после механического обезвоживания |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Влажность объемная | | % | 87 | 60 |
| 2 | Влажность весовая | | % | 670 | 150 |
| 3 | Зольность (минеральная часть сухого вещества) | | % | 60 | 60 |
| 4 | Химический состав минеральном части осадка | $SiO_2$ | % от зольности | 32 | 32 |
| | | $AI_2O_3$ | | 9.3 | 9.3 |
| | | $Fe_2O_3$ | | 13.6 | 13.6 |
| | | CaO | | 15.6 | 15.6 |
| | | $Mg_2O$ | | 3.6 | 3.6 |
| | | $K_2O$ | | 2.8 | 2.8 |
| | | $Na_2O$ | | 4.7 | 4.7 |
| | | $SO_3$ | | 7.2 | 7.2 |
| | | ZnO | | 0.3 | 0.3 |
| | | CuO | | 0.3 | 0.3 |
| | | NiO | | 1.0 | 1.0 |
| | | $Cr_2O_3$ | | 1.9 | 1.9 |
| 5 | Органическая часть сухого вещества | | % | 40 | 40 |
| 6 | Элементный состав органической части осадка | C | % | 4.7 | 7.9 |
| | | H | | 0.6 | 1.1 |
| | | S | | 0.1 | 0.1 |
| | | N | | 0.6 | 1.3 |
| | | O | | 2.0 | 4.4 |

*Таблица 2*

**Условия и результаты экспериментов с илами полей фильтрации**

| N | Влажность материала W, % масс. | Плотность загрузки, р, кг/м$^3$ | Максимальные температуры в волне горения, Tm, $^0$C | Теплота сгорания, Q, кДж/м$^3$ | Состав продукт-газа, % об. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $CO_2$ | CxHy | CO | $H_2$ |
| 1 | 95 | 530 | - | 3294 | 13.6 | 1.41 | 8.6 | 14.5 |
| 2 | 95 | 530 | - | 3588 | 16.1 | 1.79 | 9.0 | 15.0 |
| 3 | 90 | 580 | 1160 | 3911 | 8.7 | 1.32 | 12.7 | 15.8 |
| 4 | 90 | 580 | 1010 | 3973 | 9.6 | 1.13 | 14.1 | 15.7 |
| 5 | 85 | 650 | 1070 | 4255 | 14.8 | 1.42 | 13.7 | 17.3 |
| 6 | 85 | 650 | 1070 | 3973 | 9.6 | 1.13 | 14.1 | 15.7 |
| 7 | 75 | 750 | 1000 | 4122 | 9.7 | 1.74 | 12.1 | 16.2 |
| 8 | 75 | 750 | 960 | 2743 | 6.6 | 1.04 | 8.2 | 11.2 |
| 9 | 70 | 750 | 980 | 2668 | 10.6 | 1.22 | 7.2 | 11.0 |
| 10 | 70 | 630 | 990 | 2279 | 11.3 | 1.18 | 6.9 | 7.6 |
| 11 | 65 | 630 | 800 | 2250 | 15.4 | 1.35 | 6.4 | 7.2 |
| 12 | 65 | 720 | 1000 | 3729 | 12.1 | 1.68 | 10.7 | 14.7 |
| 13 | 60 | 720 | 1000 | 2640 | 15.0 | 1.48 | 6.9 | 9.9 |
| 14 | 60 | 700 | 1110 | 3742 | 13.3 | 1.65 | 16.7 | 7.5 |

*Рис.* Ил после автономного замкнутого деструктора

Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ при работе деструктора низкого давления составит 0,2678652 г/с.

Согласно результатов расчетов рассеивания выбросов указанных ЗВ, выполненных в соответствии с [3] по унифицированной программе для ЭВМ – УПРЗА Эколог (версия 4.6), расчетные приземные концентрации ЗВ не превышают 0,1 ПДК. Таким образом на основании проведенных расчетов рассеивания согласно [4] выбросы от деструктора указанных 7 ЗВ могут быть приняты в качестве допустимых.

В конструкции и технологической схеме работы деструктора использованы все доступные меры, позволяющие минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, обеспечить соблюдение современных нормативных требований и повысить экологическую безопасность.

Изменение состояния окружающей среды при использовании данного деструктора ожидается без превышения допустимых норм при условии выполнения рекомендаций и решений данных материалов.

Выполненные оценки и ориентировочные расчеты дают возможность заключить, что эксплуатация деструктора позволит обеспечить более высокую экологическую безопасность очистных сооружений молочного завода.

## Список литературы

1. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. Учеб пособ. – М.: Мир, 2006. – 504 с.

2. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утв. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2). Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 29.06.2021).

3. Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (утв. Приказом Минприроды РФ от 06.06.2017 г. № 273). Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 29.06.2021).

4. Методика разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (утв. Приказом Минприроды РФ от 11 августа 2020 г. № 581). Электронный ресурс. Доступ из СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 29.06.2021).

УДК 502.2

# ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА. РАЙОННЫЙ ФОН

**Корнилов А.Г., Кичигин Е.В., Павлюк Я.В., Динькаева Г.Т., Корнилова Е.А., Дорошенко М.В., Усачев Д.В.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: kornilov@bsu.edu.ru*

Горнодобывающее производство оказывает мощное комплексное воздействие на все компоненты окружающей среды, приводя к их трансформации, а нередко и к полной деградации. Загрязнению подвергается воздушная среда; происходит коренное преобразование литогенной основы, рельефа, трансформируются и загрязняются поверхностные и подземные воды, почвенный покров, угнетается и истребляется растительный и животный мир, видоизменяются ландшафты и т.д. Для принятия взвешенных своевременных решений в области охраны окружающей среды в районах активной горной добычи и на территориях, к ним прилегающим, необходима актуальная и достоверная информация об их экологическом состоянии [1].

Современная система оценки экологического состояния территорий базируется на нормативных показателях содержания загрязняющих веществ в компонентах среды (ПДК, ОДК), а также на расчетах коэффициентов концентрации указанных ингредиентов по кратности превышения фоновых значений [2]. Это определяет актуальность задачи определения фонового содержания тяжелых металлов и иных загрязняющих веществ в почвах района исследования, каковым в данном случае является Старооскольско-Губкинский горнопромышленный район.

Для определения районных фоновых показателей в качестве объекта исследования выбрано 2 участка Государственного природного комплексного (ландшафтного) заказника «Губкинский» в Белгородской области (далее – заказник), расположенных по профилю преобладающих ветров относительно крупного горнопромышленного предприятия – АО «Лебединский ГОК на расстоянии 5-10 км и 10-15 км соответственно.

По данным Новых Л.Л. (НИУ «БелГУ») [3] территория заказника подвержена существенному антропогенному воздействию в виде сельскохозяйственной деятельности, в связи с чем, вместо черноземов функционируют агрочерноземы, а на части территории существуют почвоподобные тела, характерные для селитебных ландшафтов. В частности, преобладают агрочерноземы типичные, частично слабосмытые, занимающие 60-70 % площади, эти почвы являются антропогенно-измененными, так как с поверхности имеют пахотный горизонт Ар, свойства которого существенно отличаются от свойств природных

черноземов; 26 % площади занято комплексом балочных почв, в котором представлены темно-серые лесные почвы, черноземы выщелоченные, типичные и типичные карбонатные разной степени смытости, развитые на склонах балок, и дерново-намытые гумусированные почвы на делювиальном наносе, занимающие днища балок и др.

К источникам негативного воздействия на окружающую среду заказника можно отнести АО «Лебединский ГОК», а также непосредственно на территории заказника – экстенсивное сельскохозяйственное производство (растениеводство, частное животноводство населения), что определяет основные виды антропогенного воздействия: умеренная интенсивность атмохимического переноса от промышленных предприятий, причем фактически (формально) такое воздействие на территории заказника не было зарегистрировано, периодический и малоинтенсивный выброс загрязняющих веществ от автотранспорта и сельскохозяйственной техники, бытовые источники отопления в населенных пунктах. Промышленные источники загрязнения атмосферного воздуха на территории заказника, а также автомагистрали с интенсивным транспортным потоком отсутствуют, поэтому уровень загрязнения атмосферного воздуха на этой территории Росгидрометом относится к фоновому.

Отбор образцов почвы производился с учетом орографических особенностей местности и с учетом ожидаемой структуры поля загрязнения, на нормативном удалении от автомобильных дорог (согласно п. 4.10, п. 4.16, п. 4.19 СП 11-102-97; п. 2. ГОСТ 17.4.3.01-83, п. 2.2. ГОСТ 17.4.4.02-84, СНиП 11-02-96). Всего отобрано 39 проб.

Было проведено картографирование результатов измерений, рассчитаны коэффициенты концентрации каждого элемента, рассчитан суммарный показатель загрязнения (Zc), определяющий опасность загрязнения почв.

Как было выше сказано, пробные площади достаточно удалены от источников загрязнения (отвалы и хвостохранилища Лебединского и Стойленского ГОКов). В частности, границы участка 2 расположены в 5-10 км от объектов АО «Лебединский ГОК», а границы участка 1 – в 10-15 км. Соответственно, значения практически всех показателей являются фоновыми для данного района. Случаев превышения установленных норм не зафиксировано.

К источникам негативного воздействия на почвенный покров заказника «Губкинский» можно отнести расположенный в более чем 10 км от участка корректировки и расширения границ № 1 Лебединский ГОК, а также непосредственно на территории заказника – экстенсивное сельскохозяйственное производство (растениеводство, частное животноводство населения), что определяет основные виды антропогенного воздействия: умеренная интенсивность атмохимического переноса от промышленных предприятий (причем формально такое воздействие на территории заказника не зарегистрировано), периодический и малоинтенсивный выброс загрязняющих веществ от автотранспорта и сельскохозяйственной техники, бытовые источники отопления в населенных пунктах, эрозия, некоторое переуплотнение почв, агрохимическая мелиорация. Крупных промышленных источников загрязнения почвенного покрова на территории заказника «Губкинский» нет.

Для дифференциации уровней антропогенного воздействия между участком 1 и 2 был дополнительно определен «расчетный фон» – по уровню содержания загрязняющих веществ в наименее загрязненных пунктах.

При рассмотрении карта-схемы распределения значений суммарного показателя химического загрязнения (Zc) относительно «расчетного фона», на глубине 0-5 см, представленной на карта-схемах (рис. 1 и 2), было выделено 2 зоны:

1) зона преимущественно фонового содержания тяжелых металлов (Zc = 1-2);

2) зона умеренного воздействия горнопромышленного комплекса (Zc = 3-4).

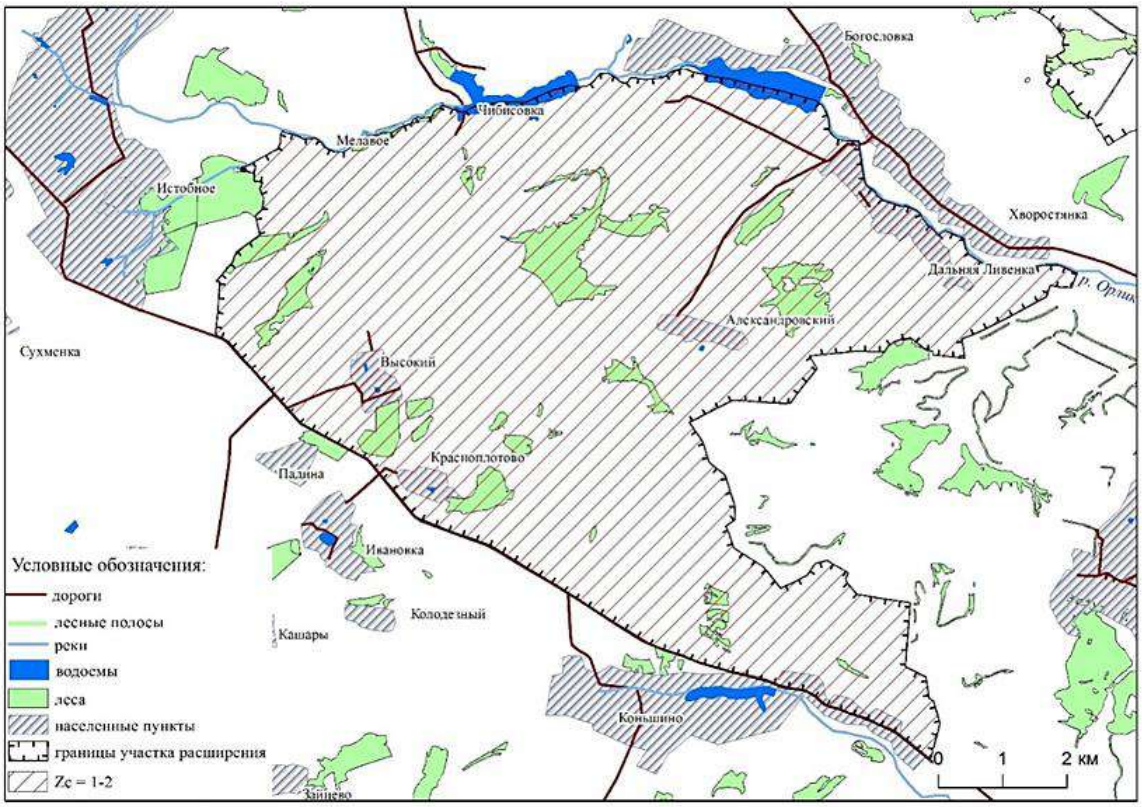



*Рис. 1.* Экологическая ситуация на участке № 1 Губкинского заказника по значению суммарного показателя химического загрязнения почв (Zc) на глубине 0-5 см

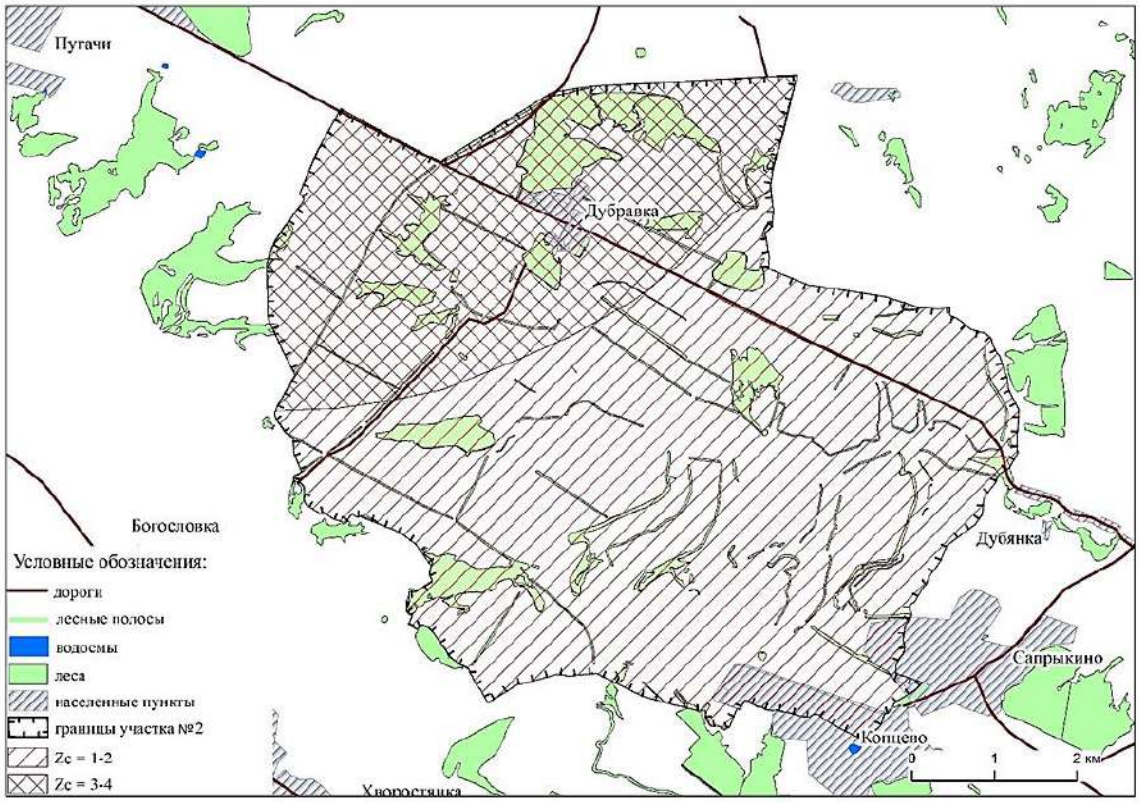



*Рис. 2.* Экологическая ситуация на участке № 2 заказника «Губкинский» по значению суммарного показателя химического загрязнения почв (Zc) на глубине 0-5 см

Сверхнормативного значения показателя Zc не выделено, т.е. и первая и вторая зоны относятся к зоне допустимого загрязнения согласно действующей нормативной документации [2, 4].

Зона умеренного воздействия горнопромышленного комплекса характеризуется повышенным уровнем атмохимического воздействия, связанного с интенсивным транспортным обслуживанием отвала скальной вскрыши АО «Лебединский ГОК» на относительно небольшом удалении от границ заказника «Губкинский».

Для образцов почвы с глубины от 5 до 20 см картина складывается аналогичная.

После первого этапа выделения в качестве условного фона точек с наименьшими значениями показателя Zc для выявления картины дифференциации суммарной оценки геохимической ситуации и построения соответствующей карты геохимической ситуации, на втором этапе, для района с наименьшими площадными значениями средние по всем пунктам опробования данные были приняты за фактический районный фон.

Определены следующие значения фоновых концентраций по валовому содержанию тяжелых металлов и иных ингредиентов в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном районе: бор – 49; кадмий – 0,5; кобальт – 4; медь – 45; мышьяк – 6; никель – 55; свинец – 11; стронций – 97; хром – 75; цинк – 52.

## Список литературы

1. Корнилов А.Г., Вендина Т.Н., Колмыков С.Н., Корнилова Е.А. Современная эколого-геохимическая ситуация в районе Лебединского месторождения железистых кварцитов региона КМА // Горный журнал. – 2021. – № 7. – С. 91-95.

2. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест.

3. Новых Л.Л. Почвенный покров // Эколого-экономическое обоснование расширения с корректировкой границ особо охраняемой природной территории регионального значения – государственного природного комплексного (ландшафтного) заказника регионального значения «Губкинский». – Т.1. – 2019. Фонды НИУ «БелГУ».

4. СанПиН 2.1.7.1287-2003 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы».

УДК 528.8

# РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ГЕОПОРТАЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Шайдурова А.В., Павлюк Я.В.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: asya120500@mail.ru*

Геопортал – это веб-платформа, которая представляет глобальный взгляд на пространственные данные и позволяет пользователям получать доступ к предлагаемым услугам. Точно так же поставщики данных могут использовать геопортал, чтобы сделать свои геопространственные ресурсы обнаруживаемыми, просматриваемыми и доступными для других.

Разработка веб-приложения экологического состояния рек Белгородской области, требуется не только для визуализации факторов влияния на экологическое состояние, но и преследует цели: популяризации экологического мышления среди молодежи, путем изучения данных геопортала на учебных занятиях в школах и высших учебных

заведениях, так как данные представлены доступно, а также использование уже обработанных данных в профессиональных сферах.

Цель работы – оценить перспективы представления экологических показателей в общем доступе в формате геопортала.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Анализ литературных источников по теме исследования;
2. Разработка концептуальной и физической модели базы данных разрабатываемой информационной системы;
3. Оформление и анализ слоев базы данных информационной системы;
4. Создание картографического приложения «Экологического состояния рек Белгородской области».

Для реализации поставленной цели были разработаны концептуальная и логическая схемы базы данных.

Представлены блоки информации по водным объектам, в частности линейные объекты рек и площадные объекты водоемов, точечные объекты истоков.

Блок информации по хозяйственному использованию речных бассейнов: лесистость, распаханность (наиболее устойчивыми являются реки, бассейны которых имеют максимальный коэффициент лесистости (р. Айдар, р. Котла, р. Нежеголь и р. Короча) и минимальной распаханности. По нашим данным, это бассейновые структуры таких рек как (р. Котл и р. Нежеголь), урбанизированность (Северский донец, Оскол), зарегулированность речного стока, предприятия водопользователи, водоохранные зоны и процент их распашки, свалки в водоохранных зонах.

Блок информации по развитию деградационных процессов представлен площадными объектами речных водосборов в которых содержится информации о сокращении длины речной сети за последние 200 лет, развитию эрозионной сети (представлено количественными характеристиками разницы густоты горизонтального расчленения территории) и представлены данные отдельно по оврагам (наиболее неблагоприятная обстановка по поступлению наносов в речную систему складывается в тех бассейновых структурах, в которых наиболее высокая густота овражной сети).

Блок информации по загрязнению рек представлен слоями пунктов отбора проб воды, классу качества воды в реках (наиболее грязной рекой является Осколец и Липовый Донец) и содержанию загрязнителей в воде и донных отложениях водотоков (содержание тяжелых металлов, кислотности и фенолов).

Проведена интегральная экологическая оценка рек (рис.1), которая представляет собой сумму нормированных показателей, используемых в исследовании.

*Рис.1.* Интегральный показатель Экологического состояния рек

Определены факторы положительно и отрицательно влияющие на экологическое состояние рек. Это учтено при использовании метода «функция желательности». Таким образом сформирован слой экологического состояние рек, в которой в атрибутах указаны числовые характеристики каждого бассейна по суммарному воздействию факторов.

Построена ER-модель экологического состояния рек Белгородской области (рис.2). Построенная модель позволяет определить логическую схему базы данных геопортала. Также это является обязательной частью для процедуры регистрации созданной базы данных.

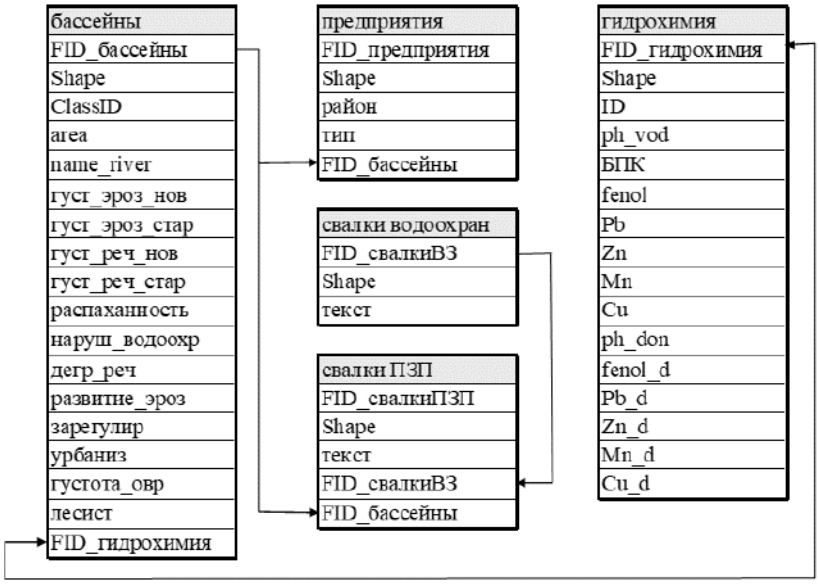



Рис. 2. *ER*-модель базы данных экологического состояния рек Белгородской области

Выполнена реализация разработанной базы данных в физическую модель в формате слоев геопортала. Слои представлены в виде векторных объектов формата SHP с пространственной привязкой WGS 1984 UTM 37 Zone, что позволяет интегрировать все слои в единую систему. Перевод информации в атрибутивную форму географических объектов автоматически координирует данные в пространстве.

Выполнено оформление и анализ слоев базы данных информационной системы в программе ArcGIS Online (рис.3).

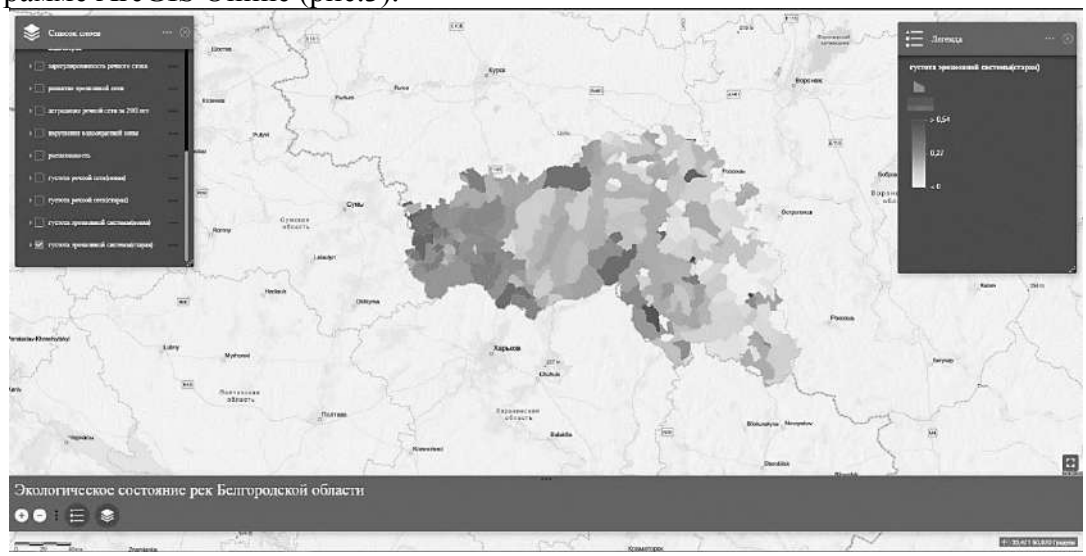



*Рис 3.* Веб-приложение «Экологическое состояние рек Белгородской области»

Определены стили картографических произведений и их представление на геопортале. Инструменты платформы ESRI позволили реализовать открытый доступ созданного геопортала для всех пользователей по ссылке.

Портал реализует понятное и удобное в работе веб-приложение, доступное каждому, в котором есть возможность включать, отключать и комбинировать нужные слои, просматривать легенду, а также просматривать атрибуты каждого объекта любого из слоев. Наличие блоков информации по водным объектам, хозяйственному использованию водосбоных территорий, развитию деградационных процессов позволяют оценить современное экологическое состояние рек Белгородской области. Наличие карты и базы данных по интегральной экологической оценке облегчает понимание пользователей.

## Список использованных источников

1. Дмитриев, В.В. Экологическая оценка, оценка качества среды, экологическое нормирование. Основные определения [Текст] / В.В. Дмитриев, Г.Т. Фрумин // С.-Петерб. гос. ун-т, Рос. гос. гидрометеорол. ун-т. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 10-29.
2. Иванова, Н. Земледельческое освоение территории и отмирание рек европейской части России [Текст] / Н. Иванова, В. Голосов, А. Панин // Геоморфология. – 1996. – № 4. – С. 53-60.
3. Иванова, Н.Н. Динамика протяженности малых рек: факторы и количественные оценки / Н.Н. Иванова, Г.А. Ларионов // Причины и механизмы пересыхания малых рек. – Казань, 1996. – С. 37-42.
4. 11. Лисецкий, Ф.Н. Реки и водные объекты Белогорья [Текст]: моногр. / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, Ж.А. Буряк [и др.] // Рус. геогр. о-во, НИУ «БелГУ». – Белгород: Константа, 2015. – 361 с.
5. Михайлов, В.Н. Общая гидрология [Текст]: учеб. для геогр. спец. вузов / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский. – Москва: Высш. шк., 1991. – 368 с.
6. Советов, Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов. – М.: Высшая школа, 2015. – 343 с.
7. Стружкин, Н.П. Базы данных. Проектирование / Н.П. Стружкин, В.В. Годин. – М.: Юрайт, 2016. – 478 с.
8. ESRI, GIS Portal Technology, ESRI White Paper, 2013. – Режим доступа: http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/geospatial-portal-technology.pdf. – Систем. требования: IBM; Internet Explorer.

# ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

## ПРОГНОЗ ВОДОПРИТОКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЕ КАРЬЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Агарков Н.Б. [1,2], Хаустов В.В.[1], Лукьяненко Н.А.[1,2]**
*[1] ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*[2] ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород, Россия*
*E-mail: nikolayagarkov@yandex.ru*

***Ключевые слова:*** *прогноз водопритоков, подземные воды, математическое моделирование, месторождение, осадки, водоносный комплекс, геофильтрационная модель, параметры водопроявлений, водораздел, отработка карьера.*

Железорудное месторождение расположено в 20-25 км от границы с Финляндией. Рельеф местности сформирован за счет сочетания денудационно-тектонических и аккумулятивных форм, при этом в формировании рельефа большую роль сыграла деятельность ледника и представляет собой всхолмленную равнину с абсолютными отметками 160,0-280,4 м и относительными превышениями от 10-20 м до 80 м. Местные возвышенности разделены пониженными заболоченными участками.

Гидрографическая сеть района относится к бассейну моря и изобилует многочисленными озерами, ламбинами и ручьями. Территория промузла лежит на водоразделе четырех озерно-речных систем.

В геологическом строении района принимают участие докембрийские кристаллические образования и отложения четвертичной системы. В разрезе встречаются магматические и ультраметаморфические комплексы верхнеархейского возраста.

В разрезе выделяют два структурных этажа: саамский – выступы регенерированного фундамента и лопийский – зеленокаменные и купольно-блоковые структуры. К наиболее древним (саамским) разрывным нарушениям относятся глубинные блокоразделяющие разломы северо-восточного и северо-западного направления, по которым происходило неоднократное внедрение интрузивных пород. К позднеархейским разрывным нарушениям относятся субсогласные с простиранием складчатых и купольно-блоковых структур взбросовые и надвиговые зоны, с которыми связано внедрение плагиопорфиров и интрузий гранит-лейкогранитового комплекса. На ранние структуры наложена система нарушений северо-западного до субширотного направления. К самым молодым нарушениям отнесены разломы субмеридионального направления типа сбросов, которые сопровождаются интенсивным катаклазом, кварцевыми жилами, процессами диафтореза, развитием линейных кор химического выветривания. Палеозойская тектоно-магматическая активизация выражена на площади зоной разломов северо-восточного простирания.

По условиям залегания и характеру циркуляции выделяются два водоносных комплекса: поровые воды, приуроченные к четвертичным отложениям, и трещинные, трещинно-жильные, приуроченные к кристаллическим породам. Подземные воды в осадочных и кристаллических породах гидравлически взаимосвязаны между собой и представляют единую водоносную систему с общим зеркалом подземных вод. Питание

подземных вод осуществляется за счет атмосферных осадков, выпадающих в пределах района работ [4].

Водоносный комплекс четвертичных отложений развит повсеместно. По условиям залегания грунтовые воды в четвертичных отложениях подразделяются на воды: в торфяно-болотных отложениях, в флювиогляциальных и моренных (ледниковых) образованиях.

Подземные воды торфяников формируются в период весенних и осенних паводков. Во время весеннего паводка, а также в период длительных дождей, уровень воды в торфяниках сливается с уровнем поверхностных вод, а в межень опускается ниже его на 0,1-0,5 м.

Воды ледниковых отложений приурочены к песчаным и крупнообломочным литологическим разностям пород супесчано-песчаного состава с неравномерным содержанием гравийно-галечникового материала и валунов мощностью от 3-4 до 20 м. Развиты почти повсеместно, подстилают торфяно-болотные отложения и залегают непосредственно на породах кристаллического фундамента, что обеспечивает их гидравлическую связь с нижележащими водами трещиноватой зоны кристаллических пород и единый уровень.

Водоносный комплекс кристаллических пород играет основную роль в обводнении месторождения. Воды комплекса связаны с распространением моноклинально залегающих слоев, представленных рудно-кристаллической толщей и отдельными пластами железистых кварцитов среди плагиопорфиров, сланцев, безрудных кварцитов и других вмещающих пород. Водоносность пород связана с трещиноватостью (главным образом выветривания и отдельности). В целом трещиноватость слабая и весьма слабая, большинство трещин являются закрытыми, выполнены мелкоземом и покрыты гидроокислами. Свойства кристаллических пород водоносного комплекса характеризуются неравномерным и неоднородным характером степени трещиноватости пород и в плане, и в разрезе. Водоносный комплекс преимущественно безнапорный.

Водоносный комплекс кристаллических пород характеризуется слабой водообильностью и низкой водопроницаемостью. Наиболее водоносными являются породы до глубины 40-50 м от поверхности, где развита интенсивная экзогенная трещиноватость и зоны дезинтеграции. Высокая трещиноватость также отмечается на глубинах до 70-100 м и на контакте рудной залежи с вмещающими породами. Ниже водонасыщенность пород с глубиной уменьшается. Коэффициенты фильтрации на глубине 0-100 м составляют от 0,08 м/сут до 0,7 м/сут (средний – 0,3 м/сут), на глубине 100-200 м – от 0,002 до 0,1 м/сут (средний – 0,05 м/сут), на глубине 340,0-1060,0 м – 0,0002 м/сут.

Формирование притока подземных вод в карьеры зависит от климатических факторов, фильтрационных свойств пород, а также от площади и глубины карьеров в связи с их строительством и эксплуатацией. Основная доля водопритоков в карьеры приходится на атмосферные осадки, а составляющая за счет подземных вод в большей степени зависит от притоков из интервала глубин 0,0-100,0 м. Ниже глубины 200 м находятся практически монолитные породы.

По химическому составу подземные воды сульфатно-гидрокарбонатные, кальциево-магниевые, умеренно жесткие с минерализацией 0,08-0,15 г/дм$^3$. По мере увеличения глубины происходит постепенное увеличение минерализации от 0,48 до 0,62 г/дм$^3$, также отмечается изменение состава вод на хлоридно-натриевые.

Железорудное месторождение отрабатывается карьерами № 1, № 2, № 3, № 4. Дно карьера № 1 по состоянию на 08.2018 г. находилось на абсолютной отметке -120 м, карьера № 4 – на отметке -32 м, карьера № 2 – на отметке +102 м, карьера № 3 на отметке – +177…+178 м. Прилегающая к карьерам территория в значительной степени занята

отвалами. В 2018 г. среднегодовой объем откачиваемых вод (без учета работы поверхностных водоотливов и подкачивающих насосов) из карьера № 1 составил 354 м$^3$/ч, из карьера № 4 – 225 м$^3$/ч, из карьера № 2 – 189 м$^3$/ч.

В последние 3-5 лет средний минимальный (за холодный период года) объем откачиваемых вод из карьера № 1 составляет 239,3-268,4 м$^3$/ч, из карьера № 4 – 138-168,6 м$^3$/ч, из карьера № 2 – 123-130,2 м$^3$/ч.

Для более качественного построения геофильтрационной модели были выполнены работы по тепловизионной инфракрасной съемке основаны на восприятии тепловизором температур от участков бортов карьера в виде цветовой гаммы и ее дальнейшей интерпретации – в выделении аномальных участков, относящихся к обводнению. Слой атмосферы, через который ведется наблюдение, не должен сильно рассеивать и ослаблять этот сигнал.

Компьютерная обработка результатов инфракрасной съемки позволяет получить цветной снимок. На снимке диапазон температур охватывает снимаемый объект и, в первую очередь, обводненные участки.

При диагностическом обследовании бортов основополагающим критерием являлась разница температур воды, выходящей на борт карьера и окружающих пород.

В период проведения тепловизионной съемки выбирается такой диапазон температур, который позволяет видеть более четко обводненные участки на борту карьера. Тепловизионная съемка осуществляется с противоположных бортов карьера методом наложения смежных фрагментов, снимаемых участков со сменой позиций съемки. Параллельно аналогичным способом производится фотосъемка снимаемых участков цифровым фотоаппаратом для их идентификации.

Тепловизионная инструментальная съемка выполнялась с помощью тепловизора Infametrics-760.

Результаты выполненной тепловизионной съемки использовались для оконтуривания на ней наиболее обводненных участков и учитывались при геофильтрационном моделировании.

Разработка численной модели района месторождения железистых кварцитов осуществлялась с помощью программы MODFLOW, входящей в пакет лицензионной комплексной программы GMS – Groundwater Modeling System, версии 5.1.

В качестве основы для моделирования использована топооснова масштаба 1:10000, на которую была нанесена исходная информация. Обработка полученной информации осуществлялась с использованием модулей программного комплекса GMS – 2D ScatterPoint, 2D Grid, Map.

В результате анализа и обработки имеющихся исходных данных и путем вычисления (вычитания мощности соответствующего слоя от известных отметок дневной поверхности или подошвы вышележащего слоя) в модуле 2D Grid были построены карты изолиний кровли и подошвы расчетных слоев.

Границы области моделирования определены исходя из наличия естественных гидродинамических контуров и объектов техногенной нагрузки, влияющих на режим подземных вод в районе карьера № 1.

Исследуемая область фильтрации размерами 12,0 х 15,8 км разбита прямоугольной сеткой. В разрезе выделено 8 расчетных слоев. Размеры призм составили по осям X и Y – от 25х25 м до 50х50 м (сгущение сетки – в районе карьера № 1), по оси Z – равны мощности рассматриваемого слоя.

Исследуемая область фильтрации размерами около 12,0 х 15,8 км разбита прямоугольной сеткой (рис. 1). В разрезе выделено 8 расчетных слоев (рис. 2).

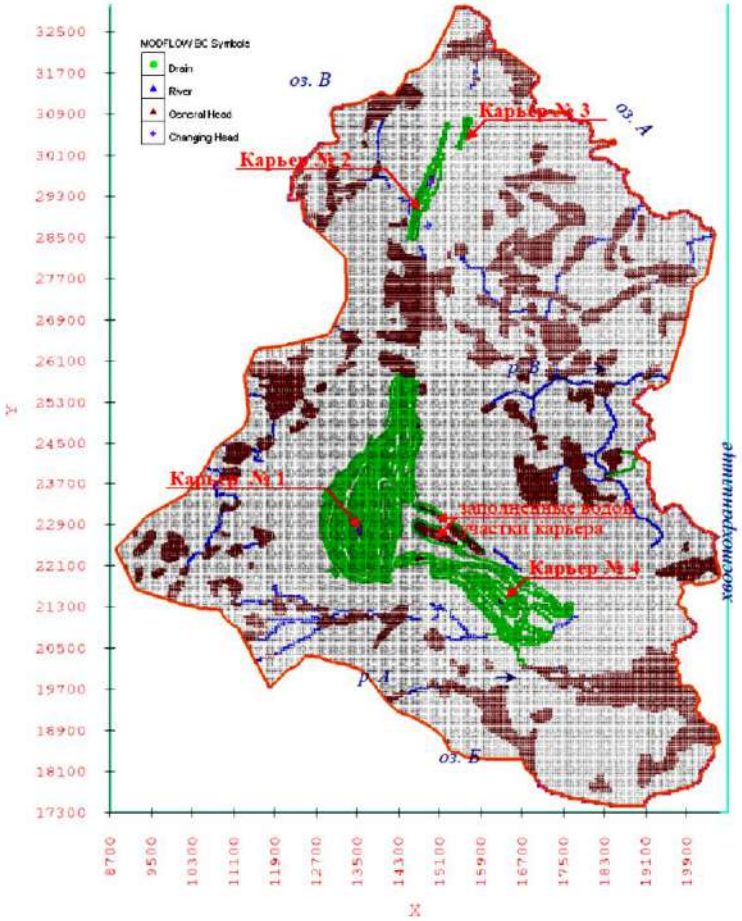



*Рис. 1.* Схема геофильтрационной модели в плане

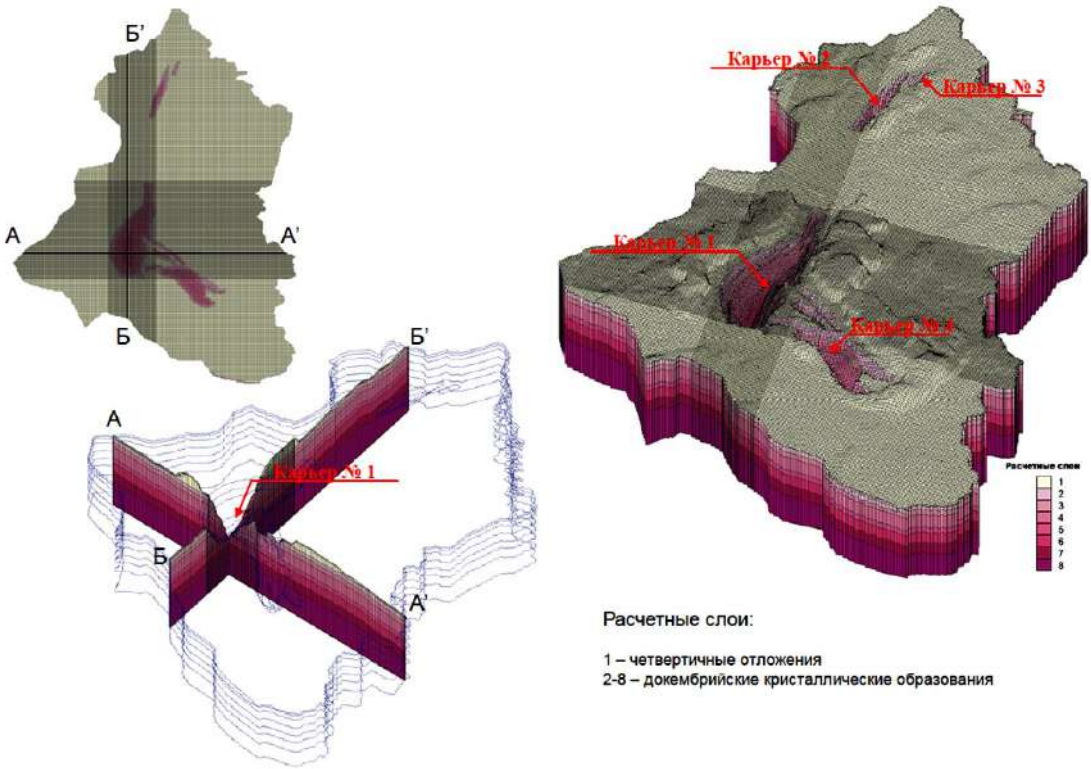



*Рис. 2.* Схема геофильтрационной модели в аксонометрии

Размеры призм составили по осям X и Y – от 25x25 м до 50x50 м (сгущение сетки – в районе карьера № 1), по оси Z – равны мощности рассматриваемого слоя.

Основой для расчетной схематизации по вертикали являются результаты предыдущих работ, выполнявшихся в исследуемом районе, и опытно-фильтрационные работы, проведенные в 2018 г. на карьере № 1 [2,3,5].

Расчетная схема представлена следующими слоями:

- первый – обводненные моренные, торфяно-болотные и техногенные отложения (отвалы). Мощность слоя по территории составляет в основном 6 м, на участках отвалов до 120-121 м;
- второй – наиболее обводненная приповерхностная зона трещиноватых кристаллических пород в интервал глубин 6-50 м от естественной поверхности, мощность слоя 44 м;
- третий – в интервале глубин 50-100 м от естественной поверхности, мощность слоя 50 м;
- четвертый – в интервале глубин 100-220 м от естественной поверхности, мощность слоя 120 м;
- пятый – в интервале глубин 220-270 м от естественной поверхности, мощность слоя 50 м;
- шестой – в интервале глубин 270-370 м от естественной поверхности, мощность слоя 100 м;
- седьмой – в интервале глубин 370-470 м от естественной поверхности, мощность слоя 100 м.

Проходящие по водоразделам внешние границы модели представлены непроницаемым контуром (граничное условие II рода, Q=0). Границы, проходящие по водотокам и берегам водоемов, реализованы граничным условием I рода (H=const). Водоемы, входящие в область моделирования, отображены граничным условием III рода (General Head): Q=f (H, A). Линейные водотоки заданы граничными условиями III рода (River): Q=f (H, A). Уступы карьеров № 1, № 4, № 2 и № 3 заданы граничными условиями III рода (Drain) – Q=f (H, A). Дно карьеров № 1, № 4 и № 2 реализовано граничными условиями I рода (H=const). Заполненные водой участки карьера № 4 заданы граничным условием III рода (General Head). Нижняя граница модели задана непроницаемой и реализована граничными условиями II рода (Q=0). За нижнюю границу модели принята абс. отм. -510 м [6,7].

При создании модели использовались массивы моделирования: коэффициентов фильтрации, инфильтрационного питания, абсолютных отметок кровли и подошвы выделенных расчетных слоев, абсолютных отметок поверхности земли и техногенных объектов.

На модели учитывалось влияние тектонических нарушений, отличающихся по своим фильтрационным свойствам от окружающей территории (рис. 3): тектонические нарушения, показанные на геологической карте месторождения и на геологической карте докембрийских образований железорудного района. Также повышенные фильтрационные свойства заданы на участке озера Б, выделены водоносные зоны тектонических трещин.

Коэффициенты фильтрации пород по площади модели составили: 1 слой – 0,5 м/сут; 2 слой – 0,01 (локально 0,001) – 0,4 м/сут; 3 слой – 0,006 (локально 0,001) – 0,08 м/сут; 4 слой – 0,0025 (локально 0,001) – 0,076 м/сут; 5 слой –0,0001 – 0,069 м/сут; 6 слой – 0,0001 – 0,018 м/сут; 7 слой – 0,0001 – 0,0082 м/сут; 8 слой – 0,0001 м/сут. В зонах тектонических нарушений коэффициенты фильтрации составили от 0,0001 до 2 м/сут.

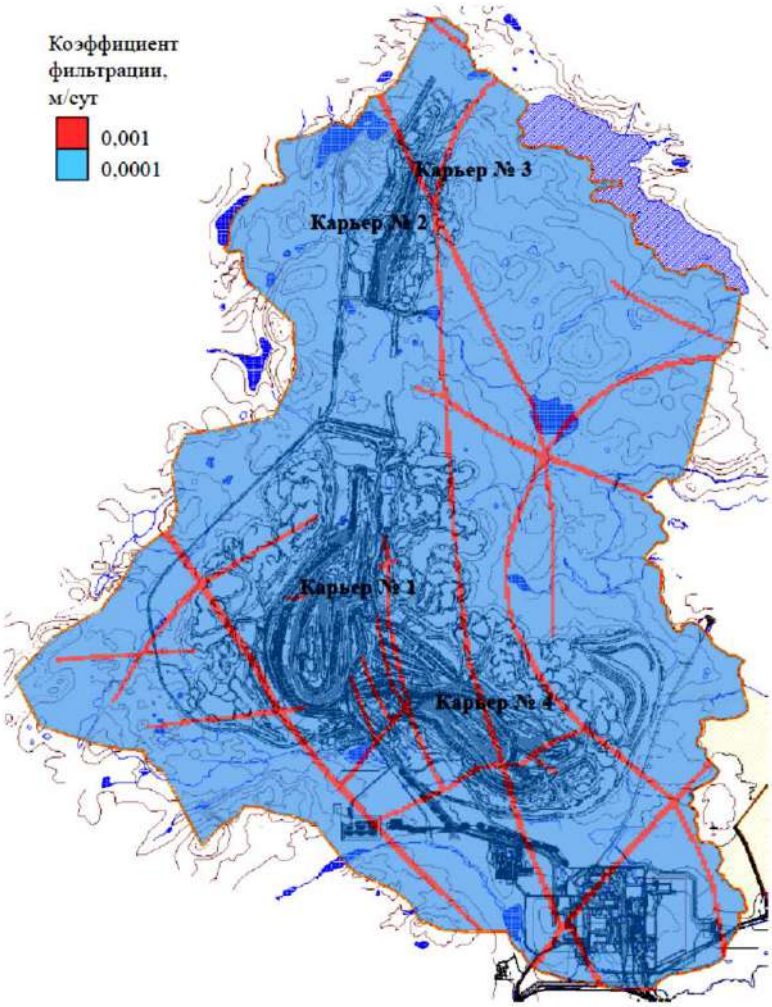



*Рис. 3.* Коэффициент фильтрации расчетного слоя

Величина инфильтрации по площади модели составила 0,0002-0,0004 м/сут, на участках отвалов – 0,0005-0,00075 м/сут.

Калибровка численной модели геофильтрации заключалась в поиске оптимальных параметров, соответствующих минимальному расхождению модельных и фактических значений притоков подземных вод в карьеры. В результате было достигнуто минимальное отклонение модельных и фактических притоков подземных вод. Относительная погрешность модельного притока в карьер № 1 составила 3,5%.

На основании решенной «обратной задачи» выполнен прогноз распределения уровней и притоков подземных вод в карьер № 1 при его отработке на 01.2026 г. при абсолютной отметке дна карьера -132 м. Прогнозная задача решена в стационарной постановке, исходя из предпосылки, что водоемы на участках карьера № 4 сохраняются с прежней абсолютной отметкой зеркала воды (+168 м). Прогнозный приток подземных вод в карьер № 1 составил 296 м$^3$/ч, в карьер № 4 - 151 м$^3$/ч.

На конец отработки при абсолютной отметке дна карьера № 1 – -410 м, карьера № 4 – -170 м, карьера № 2 – -30 м прогнозный приток составил: № 1 – 450 м$^3$/ч, № 4 – 222 м$^3$/ч.

Согласно результатам выполненных прогнозных расчетов, влияние увеличения проводимости болотных отложений на объем притоков подземных вод в карьер № 1 на конец отработки оценивается как незначительное и составляет 2-2,4 %.

Из гидрографических объектов наиболее существенное влияние на приток подземных вод в карьер № 1 на конец отработки оказывают заболоченные территории, непосредственно примыкающие к северному, северо-западному и северо-восточному бортам карьера № 1. Уменьшение притока подземных вод в карьер № 1 при отключении на модели этих объектов составляет 20,9 % от базового прогнозного варианта.

Благодаря методу математического моделирования была разработана геофильтрационная модель исследуемого района, произведен прогноз вод в карьер № 1 при его развитии, произведен прогноз влияния гидрографии на параметры водопроявлений в прибортовой зоне карьера.

**Список использованных источников**

1. СНиП 2.06.14-85 «Защита горных выработок от поверхностных и подземных вод». М., Госстрой РФ, 2004.
2. Кинцельбах В. Моделирование массопереноса и фильтрации подземных вод на основе компьютерных технологий. – Штутгарт, 1984. – 233 с.
3. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1976. – 407 с.
4. Горьковец В.Я., Раевская М.Б., Белоусов Е.Ф. Геология и металлогения Костомукшского железорудного месторождения. – П.: Карелия, 1981.
5. Ломакин Е.А., Мироненко В.А., Шестаков В.М. Численное моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1988. – 228 с.
6. Костенко В.Д., Хаустов В.В., Лушников Е.А. Об использовании математических моделей в геолого-гидрогеологических исследованиях // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – №1. – С. 81-92.
7. Агарков Н.Б., Хаустов В.В., Маликов А.М., Карпенко Н.Г. Оптимизация сети мониторинга на основе моделирования массопереноса //Горный журнал. – 2020. – №12. – С. 91-94.

УДК 622.512

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОПРИТОКОВ К СИСТЕМЕ ОСУШЕНИЯ МИХАЙЛОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА

**Еланцева Л.А., Фоменко С.В., Афанасьев А.Ю.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: elantseva@bsu.edu.ru*

В геологическом строении месторождения принимают участие два структурных комплекса: сильно дислоцированный метаморфизованный кристаллический фундамент и перекрывающий осадочный чехол мощностью 200-600 м [1-3].

Характерная особенность месторождения состоит в том, что железистые кварциты протерозойского возраста образуют погребенную гряду, возвышающуюся над поверхностью кристаллического фундамента более чем на 170 м, и прорезают всю водоносную систему до нижнемеловых песков в центральной части месторождения (рис. 1).

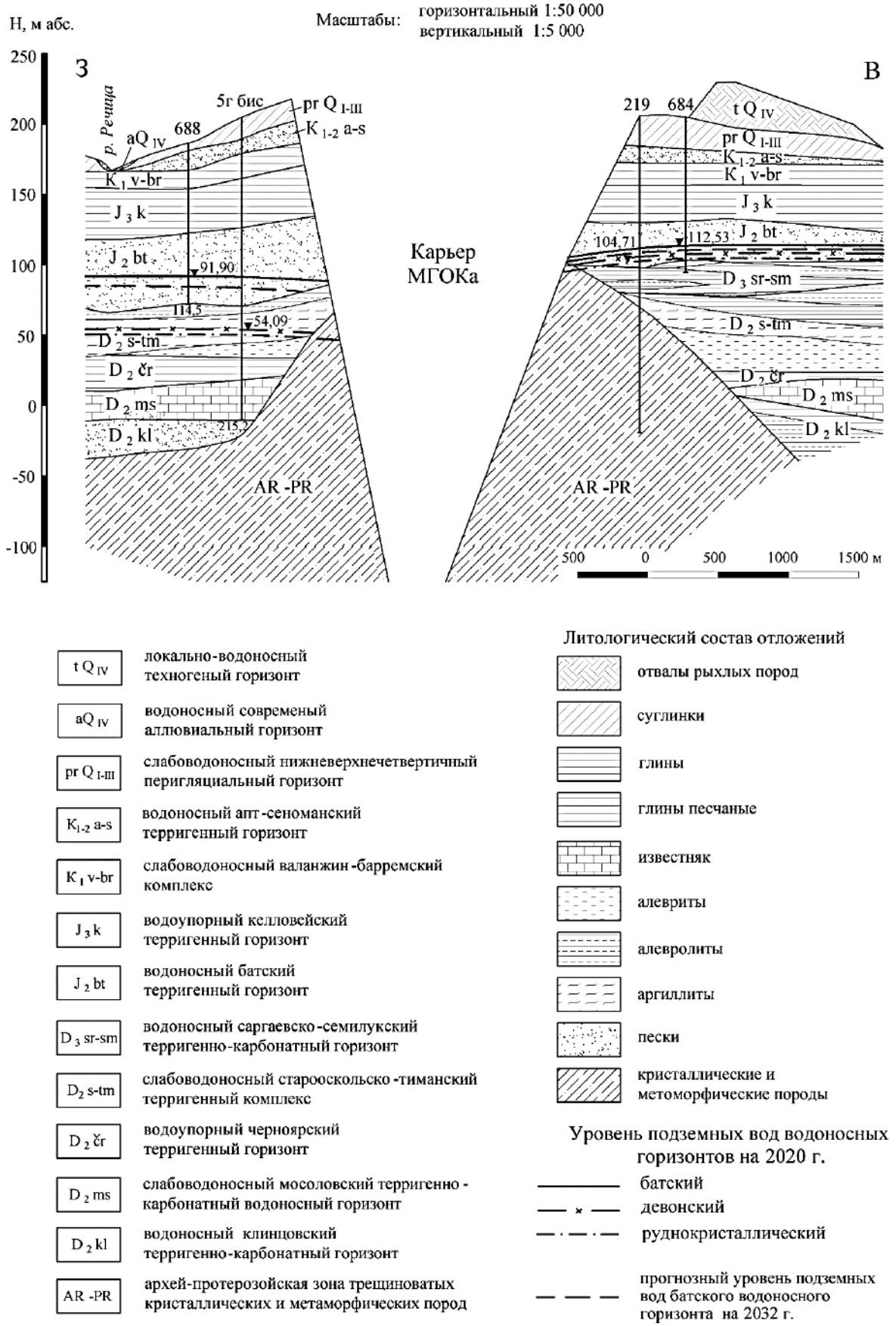



*Рис. 1.* Гидрогеологический разрез Михайловского железорудного месторождения

Гидрогеологические условия месторождения сложные. Естественный режим подземных вод в пределах месторождения в результате мероприятий по осушению существенно нарушен. Питание горизонтов, залегающих выше слабопроницаемых пород верхнеюрского возраста, происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и талых вод, разгрузка – в гидрографическую сеть. Только на отдельных локальных участках в районе карьера образовались незначительные по глубине (до 10-15 м) и площади (от сотен метров до 1-2 км в диаметре) депрессионные воронки. Характер воронок постоянен, водоотбор полностью компенсируется атмосферным питанием подземных вод.

Режим водоносных горизонтов, расположенных ниже верхнеюрских глин, обусловлен незначительными естественными ресурсами из-за затрудненных условий их восполнения. Непосредственное налегание юрских песков и девонских отложений на участки местных выступов докембрийского фундамента и приуроченных к ним богатым рудам создали благоприятные условия для гидравлической связи между всеми водоносными горизонтами нижнего комплекса.

Основную роль в обводнении месторождения играет батский водоносный горизонт, как наиболее водообильный. Батский водоносный горизонт приурочен к опесчаненной части континентальных образований, выполняющих осевые части ложбин стока – древней речной сети. Древняя переуглубленная долина огибает железорудное месторождение с севера и запада. Водовмещающие отложения представлены песками (от тонкозернистых до гравелистых разностей), местами глинистыми, и алевритами. В толще песков прослеживаются прослои и линзы песчано-слюдистых глин мощностью до 3-5 м, встречаются прослои песчаников. В северной части месторождения прослежена зона, где водовмещающие пески мощностью до 6-10 м представлены крупнозернистой фракцией с большим содержанием гравия. Коэффициент фильтрации песков достигает значений 15-22 м/сут, водопроводимость – 450-650 м$^2$/сут.

На фильтрационный режим подземных вод нижних горизонтов оказывают влияние подземные воды верхней гидравлической зоны путем перетока воды на участках отсутствия юрских глинистых отложений (область питания водоносных горизонтов и долины рек).

К настоящему моменту результатом воздействия горного предприятия и работы системы крупных водозаборов явилось серьезное истощение запасов подземных вод в пределах развивающихся региональных депрессионных воронок. Глубина воронок достигает десятки и сотни метров с радиусами, превышающими сотни километров.

Так, в батском водоносном горизонте воронка депрессии в районе отработки Михайловского месторождения имеет в плане эллипсовидную форму, вытянутую в северо-восточном и юго-западном направлениях, с относительно крутыми уклонами крыльев в приконтурной части карьера и более пологими по периферии. Воронка по большой оси достигает 80-90 км, по малой – 60-70 км, при этом её контур достиг области питания водоносного горизонта. Глубина депрессионной воронки изменяется от 75 до 110 м. На значительной территории вокруг карьера батский водоносный горизонт приобрел безнапорный характер. Зона безнапорного режима распространилась с севера на юг на 18-20 км, с запада на восток – на 12 км. Горизонт в естественных условиях характеризовался напорным режимом, напоры возрастали в юго-западном направлении и достигали более 200 м.

Депрессионные воронки в морсовском водоносном горизонте вытянуты вдоль гребнеобразных выступов фундамента, являющихся границами обводненных пород. Контур депрессионной воронки к западу от карьера и в районе водозабора «Погарщина» достиг границ распространения морсовского горизонта, на востоке ограничивается поднятием кристаллического фундамента. В целом темп снижения депрессионных

воронок в подкелловейских водоносных горизонтах при достигнутом объеме водоотлива замедляется. Величина общего снижения уровней в водоносной зоне трещиноватых архейско-протерозойских кристаллических пород с начала осушения составляет 53-109 м.

Михайловское железорудное месторождение разрабатывается открытым способом (карьером).

Сбор дождевых и талых вод, а также подземных вод надкелловейских отложений осуществляется прибортовыми дренажными канавами, по которым вода отводится к отстойникам и зумпфам водосбросных скважин и перепускается в горные выработки подземного дренажного комплекса (ПДК). Осушение подкелловейского водоносного комплекса осуществляется системой подземных горных выработок и пробуренных из них восстающих скважин на батский водоносный горизонт [4-5].

Шахтный водоотлив образуется из подземных вод, поступающих из восстающих скважин и из трещинных зон кристаллических пород, а также из поверхностных вод, попадающих из карьера через водосбросные скважины и от насосных установок открытого карьерного водоотлива.

В настоящее время среднегодовой шахтный водоотлив изменяется в пределах 2250-2450 м$^3$/ч: порядка 400 м$^3$/ч дренажных вод поступает из надкелловейского водоносного комплекса, около 1200 м$^3$/ч – из батского водоносного горизонта, а 650-850 м$^3$/ч составляют притоки из девонских и руднокристаллических отложений, «проскок» вод из бата и атмосферные осадки. Причем основной объем дренажных вод формируется в северо-западной части карьера. По северо-западному борту карьера выявлены так называемые «проскоки» воды из батского водоносного горизонта по линиям высачивания, которые самотеком перетекают на нижележащие горизонты, что приводит к возникновению оползневых явлений на борту карьера.

В связи с расширением ПДК возникла необходимость определения прогнозного водопритока в карьер из батских песков, что весьма актуально с использованием численной модели фильтрации подземных вод.

Гидрогеологические условия района характеризуются нестационарным режимом фильтрации пространственного безнапорного потока подземных вод батского водоносного горизонта. Решение задачи фильтрации подземных вод осуществлялось с использованием лицензионной программы MODFLOW системы GMS, которая реализует методом конечных разностей пространственную фильтрацию подземных вод в многослойной толще для областей различной конфигурации. На разработанной численной гидродинамической модели проведены прогнозные расчеты с целью оценки водопритока к системе дренажа карьера из батских отложений.

Прогнозная задача решалась на период проектного развития карьера до 2032 г., характеризующегося расширением карьера в северо-западном направлении. Прогнозное моделирование проводилось с учетом сооружения дополнительного дренажного штрека для размещения восстающих скважин на батские пески, поскольку существующие дренажные сооружения (штреки с восстающими скважинами) будут подработаны и выведены из эксплуатации.

Изменение внешнего дренажного контура в сторону увеличения на участке северо-западного направления развития карьера приводит к увеличению водопритока к дренажной шахте. Водоприток из батских отложений к дренажным восстающим скважинам составит 1500 м$^3$/ч, «проскок» через контур дренажных восстающих скважин – 200 м$^3$/ч.

Прогнозное распределение уровня подземных вод батского водоносного горизонта и удельные водопритоки на бортах карьера приводятся на рисунке 2.

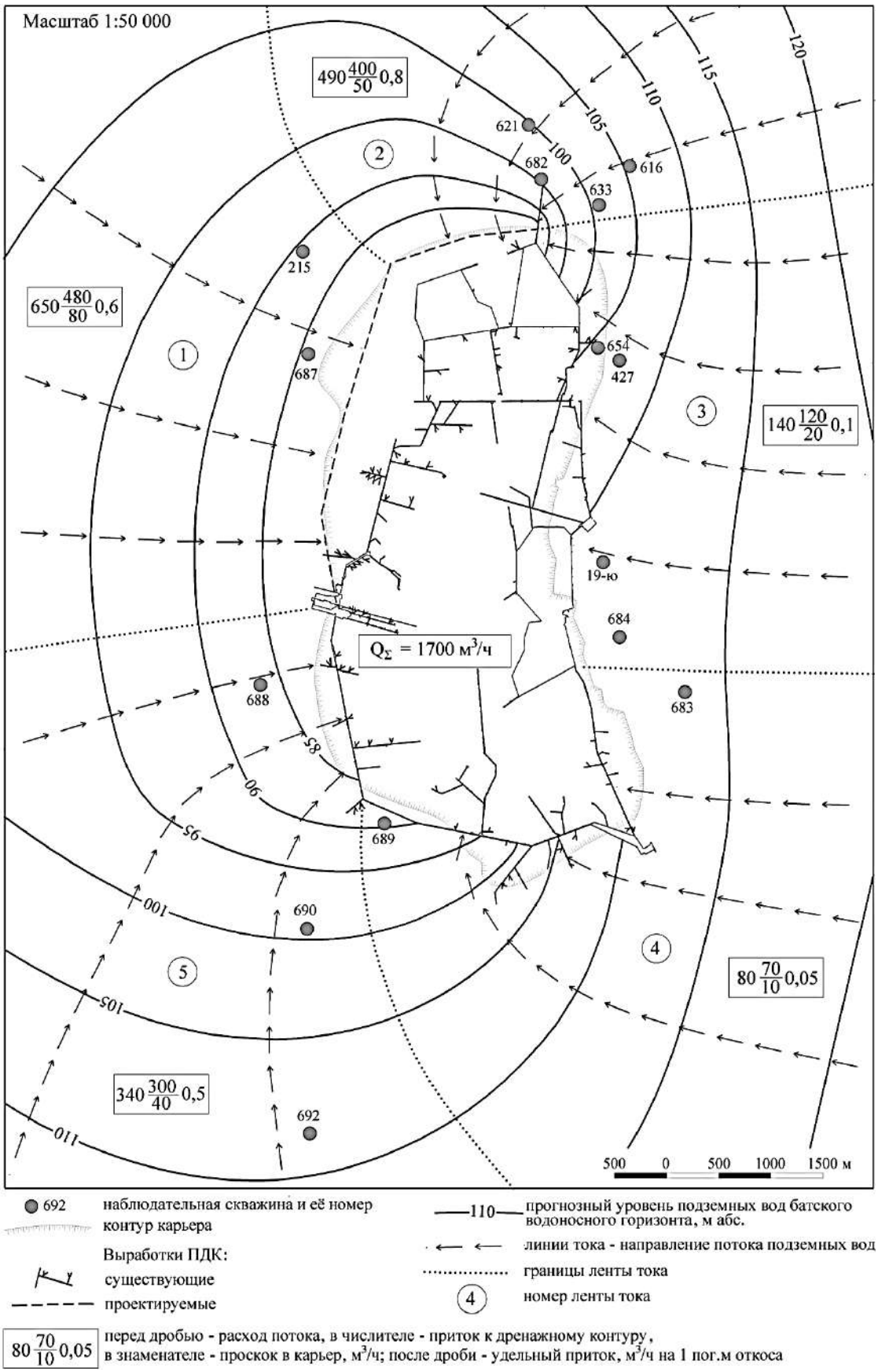



*Рис. 2.* Прогнозный уровень подземных вод и удельные водопритоки на бортах карьера из батского водоносного горизонта

Основная доля поступления воды из горизонта приходится на северо-западный и западный борта карьера (более 87 %). Удельный приток на бортах карьера составит 0,6-0,8 $м^3$/ч на 1 пог. м откоса.

Следует отметить, что сооружение дренажного штрека обеспечит перехват более 90 % подземных вод на северо-западном борту карьера. Это создаст благоприятные и безопасные условия отработки северо-западного борта карьера, уменьшит приток дренажных вод из батских песков («проскок» через контур дренажных восстающих скважин) к карьерному водоотливу, а это практически исключает риск возникновения оползневых явлений на северо-западном борту карьера.

## Список литературы

1. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. Том II. Гидрогеология и инженерная геология. Под ред. А.Т. Бобрышева. – М.: Недра, 1972. – 479 с.

2. Гидрогеология СССР. Том IV. Воронежская, Курская, Белгородская, Брянская, Орловская, Липецкая, Тамбовская области. Под ред. А.В. Сидоренко. – М.: Недра, 1972. – 499 с.

3. Орлов В.П., Соколов Н.А., Шевырев И.А. Железные руды КМА. Под ред. В.П. Орлова. – М.: Геоинформарк, 2001. – 615 с.

4. Козуб А.В., Исмагилов Р. И., Бадтиев Б.П., Кушнерчук В.В., Вольхин О.Б. Опыт освоения и осушения месторождения в сложных гидрогеологических условиях // Горная промышленность. – 2019. – № 5 (147). – С. 12-17.

5. Писарев О. И., Гладченко Е.С. Принципиальные решения по осушению месторождения [Электронный ресурс]. 2017. URL: https://glavportal.com. (Дата обращения: 10.05.2021).

УДК 622.02:531

# ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД

**Овчинников А.В.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: ovchinnikov@bsu.edu.ru*

Температура окружающей среды и влажность влияет на разрабатываемость горных пород в процессе их добычи [1-3]. Физические свойства горных пород в значительной мере зависят от влияния теплового поля, но характер зависимости прочности пород от температуры неоднозначен и сложен [1, 4, 5]. С уменьшением температуры ниже 0 ºС прочность, особенно осадочных горных пород, возрастает. С увеличением температуры прочность пород меняется по-разному вследствие дифференциации минералов по коэффициентам теплового расширения [6]. Насыщение горных пород водой изменяет их свойства в различных направлениях [1]. С увеличением влажности плотность горных пород возрастает: максимальной она будет в случае полного заполнения пор водой [1, 5]. Влажность пород всегда уменьшает прочностные свойства [6], сказывается на морозостойкости, теплоемкости и других свойствах скальных и полускальных пород. Полускальные породы могут иметь, по сравнению со скальными породами, большую

влажность – до 15–20 % и выше. Для них влияние влажности на прочностные свойства существенно выше, и поэтому ее необходимо учитывать [7].

В данной статье рассмотрим лишь некоторые аспекты влияния температуры и влажности на физические свойства горных пород, на примере белого писчего мела, которые были установлены в ходе диссертационного исследования [8], где выявлены новые закономерности изменения физических свойств мела под воздействием тепло-влажностных полей и дан прогноз на их основе закономерностей изменения параметров разрабатываемости мела и энергоемкости его разрушения.

Понижение температуры ниже 0 ºС приводит к промерзанию пород в Центрально-Черноземной зоне России иногда до 1,5 м [9]. Влажный мел, замерзая резко увеличивает прочность и это приближает мерзлую породу по свойствам к скальной с известными отрицательными последствиями при разработке. Влажность природного мелового массива определяет энергоемкость его разрушения и кусковатость разрушенного мела. Резко ухудшается работа механизмов из-за липкости увлажненного мела. На карьерах имеет место явления высушивания и дополнительного увлажнения за счет атмосферных осадков. Участками повышенной прочности могут оказаться любые участки высушенных пород [10, 11].

Изменение физических свойств белого писчего мела под влиянием теплового поля изучено довольно слабо. На резкое изменение свойств мела при замерзании обращает внимание Каппхан М., Вахтанова А.Н. и Селезнев В.Н. и указывают, что в зимний период мел промерзает, и по своим свойствам приближается к скальным породам [10, 12]. Горькова И.М. и Сергеев Е.М. отмечают, что мел благодаря слабой цементации и большой влагоемкости имеет малую морозоустойчивость и после 3-20 циклов замораживания и оттаивания он распадается на отдельные агрегаты диаметром 1-3 мм [13, 14].

Воздействие влажностного поля существенным образом оказывает влияние на физические свойства мела и на это в своих работах обращает внимание Вахтанова А.Н., Сотников Л.Л., Горькова И.М., Сергеев Е.М., Павленко В.М., Иванов Н.С., Бушинский Г.И., Леонычев А.В. и другие [10, 11, 13, 14-19].

Таким образом, было установлено, что оценка влияния теплового поля на физические характеристики ранее проводились для разнообразных горных пород. Среди карбонатных горных пород исследовалось влияние температуры на физические свойства мрамора, известняка и доломита. Изучение мела в данном аспекте не проводилось. Влажностное поле оказывает значительное влияние на изменение физических характеристик осадочных горных пород и в том числе мела. При увлажнении мела резко снижаются его характеристики прочности, он разупрочняется, проявляет свойства пластичности и липкости. Изучались физические характеристики мела в воздушно-сухом состоянии, а также в интервале влажности от 15 % до полной влагоемкости. Данные исследования проводились в основном с инженерно-геологической целью использования меловых пород в качестве оснований зданий и сооружений. Комплексного изучения характера изменения физических свойств мела в широком диапазоне изменения температуры и влажности ранее не проводилось. Следовательно, актуальным явилось исследование динамики изменения физических свойств мела как с естественной влажностью (14-15 %), так и при полной его влагоемкости (38-40 %) под влиянием теплового поля в диапазоне температур от -30 °С до +40 °С, а также под влиянием влажностного поля.

Оценка влияния теплового и влажностного полей на физические характеристики белого писчего мела проведено на образцах, отобранных в карьере по добыче мела месторождения «Зелёная Поляна» г. Белгорода. Исследуемый мел обладает тонкозернистой структурой, массивной, жильчатой и органогенно-обломочной текстурой, является

высокопористой, монодисперсной, мономинеральной, однородной по химическому составу горной породой и относится к разновидности чистого мела [20-22].

Ржевским В.В. и Новиком Г.Я. развиты принципы относительной оценки трудности разрушения горных пород в массиве [1, 23], учитывающие свойства породы (плотность, пределы прочности при сжатии, растяжении и сдвиге) и показатель трещиноватости массива. Согласно Ржевскому В.В. разрабатываемость пород заключается в их отделении от массива, разрушении и последующем перемещении в отвалы, склады или к потребителю, что осуществляется при выполнении производственных процессов: подготовки пород к выемке, выемки и погрузки пород, их перемещения и складирования. Сама сущность производственных процессов, в совокупности составляющих горные работы, состоит в преодолении сопротивления пород отделению от массива, разрушению и перемещению. Затраты энергии и труда при выполнении единичного объема горных работ (на 1 м$^3$ горной массы) зависят от показателей трудности разрушения породы, климатических условий разработки и других факторов [24]. В связи с этим, в данной статье рассмотрим влияние температуры и влажности на плотность, пределы прочности при сжатии, растяжении и сдвиге.

Изменение физических характеристик мела под влиянием теплового и влажностного полей изучено в лабораториях НИУ «БелГУ» комплексом экспериментальных методов в соответствии с действующими ГОСТ:

- предел прочности при одноосном сжатии установлен методом одноосного сжатия на гидравлическом прессе ПРГ-1-70 и установке одноосного сжатия ГТ 0.5.1;

- предел прочности при одноосном растяжении изучался методом раскалывания цилиндрических образцов сжатием по образующим (бразильский метод) на прессе ПРГ-1-70 и на установке одноосного сжатия ГТ 0.5.1;

- предел прочности при сдвиге установлен методом одноплоскостного среза на сдвиговом приборе ВСВ–25М, а также методом одноосного сжатия путем определения сопротивления недренированному сдвигу.

По результатам испытаний 110 образцов мела с естественной влажностью (таблица 1) установлены полиномиальные зависимости второй степени относительных изменений физических свойств от температуры (рисунок 1):

$$\Delta\rho = -0{,}001T^2 - 0{,}0431T + 101,\ R^2=0{,}87;$$

$$\Delta\sigma_{сж} = 0{,}094T^2 - 5{,}103T + 133{,}348,\ R^2=0{,}96;$$

$$\Delta\sigma_{р} = 0{,}276T^2 - 12{,}591T + 180{,}210,\ R^2=0{,}97;$$

$$\Delta\tau_{сдв} = 0{,}054T^2 - 2{,}170T + 116{,}285,\ R^2= 0{,}90,$$

где $\Delta\rho$ – изменение плотности, %; $\Delta\sigma_{сж}$ – изменение прочности при сжатии, %; $\Delta\sigma_{р}$ – изменение прочности при растяжении, %; $\Delta\tau_{сдв}$ – изменение прочности при сдвиге, %; $T$ – температура, ºС.

Влияние теплового поля на мел с естественной влажностью выражается в: увеличении предела прочности при одноосном сжатии на 282 %, при одноосном растяжении на 714 %, при сдвиге на 140 % при температуре -30 ºС; увеличении пределов прочности на 16-54 % при температуре +30 и +40 ºС.

В результате испытаний более 100 образцов мела при полной влагоемкости (таблица 2) установлены полиномиальные зависимости второй степени (рисунок 2) относительных изменений характеристик от температуры:

$$\Delta\sigma_{сж} = 0{,}301T^2 - 13{,}663T + 204{,}99,\ R^2=0{,}96;$$

$$\Delta\tau_{сдв} = 0{,}295T^2 - 13{,}468T + 204{,}3,\ R^2=0{,}96;$$

где $\Delta\sigma_{сж}$ – изменение прочности при одноосном сжатии, %; $\Delta\tau_{сдв}$ – изменение прочности при сдвиге, %; $T$ – температура, ºС.

*Таблица 1.*

**Изменение физических характеристик образцов мела с естественной влажностью 14-15 % под влиянием теплового поля**

| Температура, ºС | Плотность образцов, г/см$^3$ | Предел прочности при сжатии, МПа | Предел прочности при растяжении, МПа | Предел прочности при сдвиге, МПа |
|---|---|---|---|---|
| -30 | 1,57 | 6,74 | 1,70 | 1,22 |
| -20 | 1,57 | 5,81 | 1,39 | 0,97 |
| -10 | 1,57 | 4,25 | 0,69 | 0,73 |
| 0 | 1,57 | 1,93 | 0,22 | 0,52 |
| +10 | 1,56 | 1,55 | 0,21 | 0,49 |
| +20 | 1,56 | 1,30 | 0,13 | 0,55 |
| +30 | 1,54 | 1,62 | 0,21 | 0,67 |
| +40 | 1,53 | 1,40 | 0,19 | 0,50 |

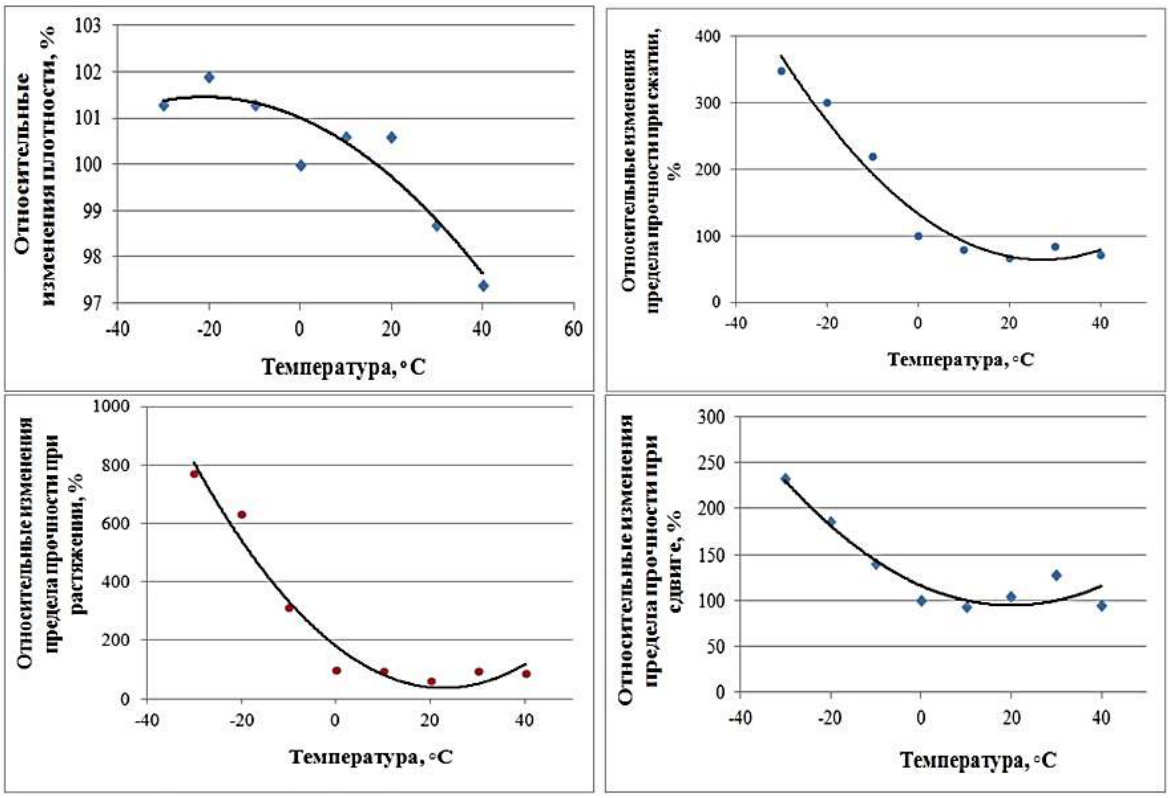



*Рис. 1.* Графики зависимостей относительных изменений характеристик физических свойств мела с естественной влажностью от температуры

**Таблица 2.**

**Изменение физических характеристик образцов мела при полной влагоемкости под влиянием теплового поля**

| Температура, ºС | Плотность образцов, г/см$^3$ | Предел прочности при сжатии, МПа | Предел прочности при растяжении, МПа | Предел прочности при сдвиге, МПа |
|---|---|---|---|---|
| -30 | 1,85 | 11,73 | 6,47 | 5,87 |
| -20 | 1,86 | 9,76 | 5,77 | 4,88 |
| -10 | 1,85 | 5,74 | 3,50 | 2,88 |
| 0 | 1,86 | 1,41 | 0,24 | 0,71 |
| +10 | 1,87 | 1,26 | 0,21 | 0,63 |
| +20 | 1,87 | 1,05 | 0,17 | 0,52 |
| +30 | 1,86 | 1,46 | 0,22 | 0,74 |
| +40 | 1,84 | 1,66 | 0,27 | 0,83 |

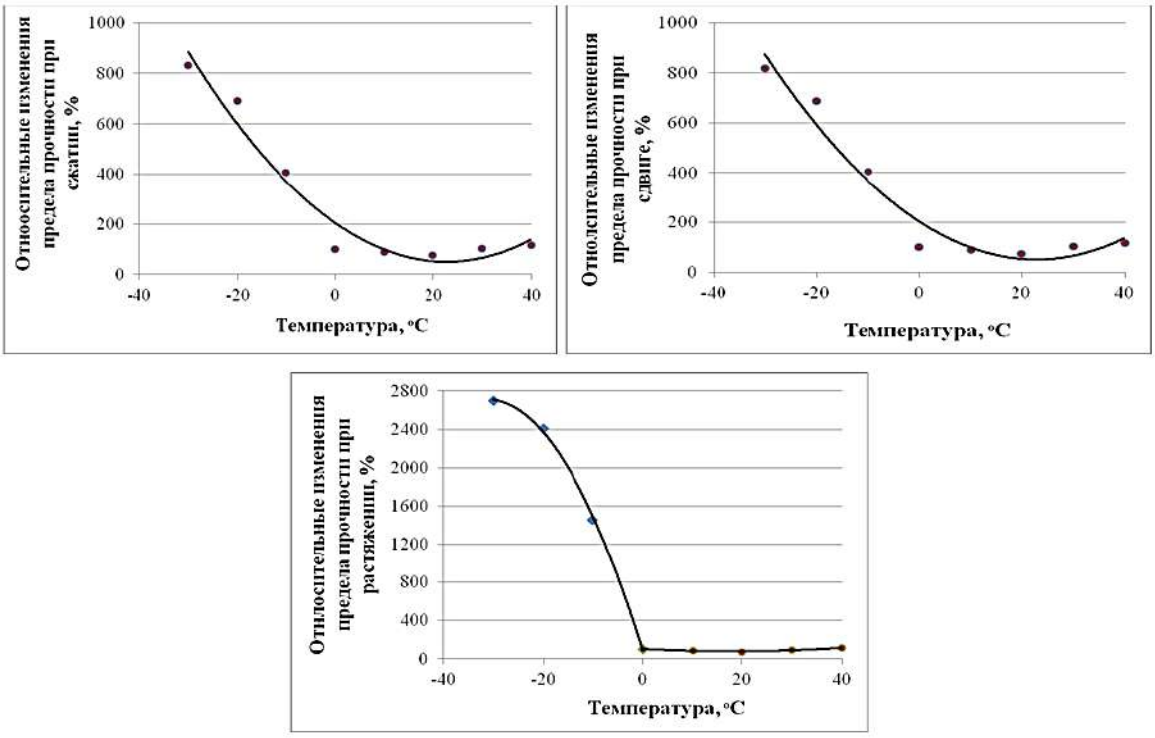



*Рис. 2.* Графики зависимостей относительных изменений характеристик физических свойств мела при полной влагоемкости от температуры

Влияние теплового поля на мел при полной влагоемкости проявляется в: увеличении предела прочности при одноосном сжатии на 757 %, при одноосном растяжении на 2625 % при температуре -30 ºС; увеличении пределов прочности на 58 % при температурах +30 и +40 ºС.

Относительные изменения предела прочности при одноосном растяжении образцов мела при полной влагоемкости от температуры аппроксимируются кусочной полиномиальной функцией второго порядка (рисунок 2) в диапазоне температур:

от -30 ºС до 0 ºС $\Delta\sigma_p = -2{,}667T^2 - 167{,}34T + 87{,}905$, $R^2$=0,999;

от 0 ºС до +40 ºС $\Delta\sigma_p = 0{,}074T^2 - 2{,}685T + 101{,}55$, $R^2$=0,90,

где $\Delta\sigma_p$ – прочность при растяжении, %; $T$ – температура, ºС.

Испытано более 160 образцов (таблица 3) с целью исследования влияния влажности на физические свойства мела и установления закономерностей их изменения (рисунок 3).

В результате, установлены экспоненциальная зависимость относительных изменений плотности, а также полиномиальные зависимости третьей и пятой степени относительных изменений характеристик физических свойств мела от влажности с достоверностью $R^2$=0,997, $R^2$=0,81, $R^2$=0,94, $R^2$=0,96, $R^2$=0,83, $R^2$=0,83 соответственно:

$$\Delta\rho = 100{,}06e^{0{,}0084W};$$

$$\Delta\sigma_{сж} = -0{,}00008W^5 + 0{,}0077W^4 - 0{,}277W^3 + 4{,}29W^2 - 26{,}148W + 89{,}887;$$

$$\Delta\sigma_p = -0{,}000109W^5 + 0{,}011W^4 - 0{,}3934W^3 + 5{,}948W^2 - 34{,}669W + 93{,}775;$$

$$\Delta\tau_{сдв} = -0{,}000066W^5 + 0{,}00656W^4 - 0{,}236W^3 + 3{,}643W^2 - 22{,}3W + 99{,}06,$$

где $\Delta\rho$ – изменение плотности, %; $\Delta\sigma_{сж}$ – изменение прочности при сжатии, %; $\Delta\sigma_p$ – изменение прочности при растяжении, %; $\Delta\tau_{сдв}$ – изменение прочности при сдвиге, %; $W$ – влажность, %.

*Таблица 3.*

**Изменение физических характеристик образцов мела под влиянием влажностного поля**

| Влажность, % | Плотность образцов, г/см$^3$ | Предел прочности при сжатии, МПа | Предел прочности при растяжении, МПа | Предел прочности при сдвиге, МПа |
|---|---|---|---|---|
| 0,20 | 1,37 | 2,51 | 0,38 | 0,785 |
| 0,68 | 1,38 | 1,47 | 0,24 | - |
| 2,09 | 1,39 | 1,14 | 0,12 | 0,421 |
| 5,10 | 1,42 | 1,15 | 0,15 | 0,499 |
| 11,22 | 1,52 | 1,22 | 0,18 | 0,490 |
| 20,86 | 1,65 | 1,15 | 0,15 | 0,484 |
| 31,20 | 1,78 | 1,06 | 0,15 | 0,480 |
| 38,54 | 1,88 | 0,68 | 0,12 | 0,336 |

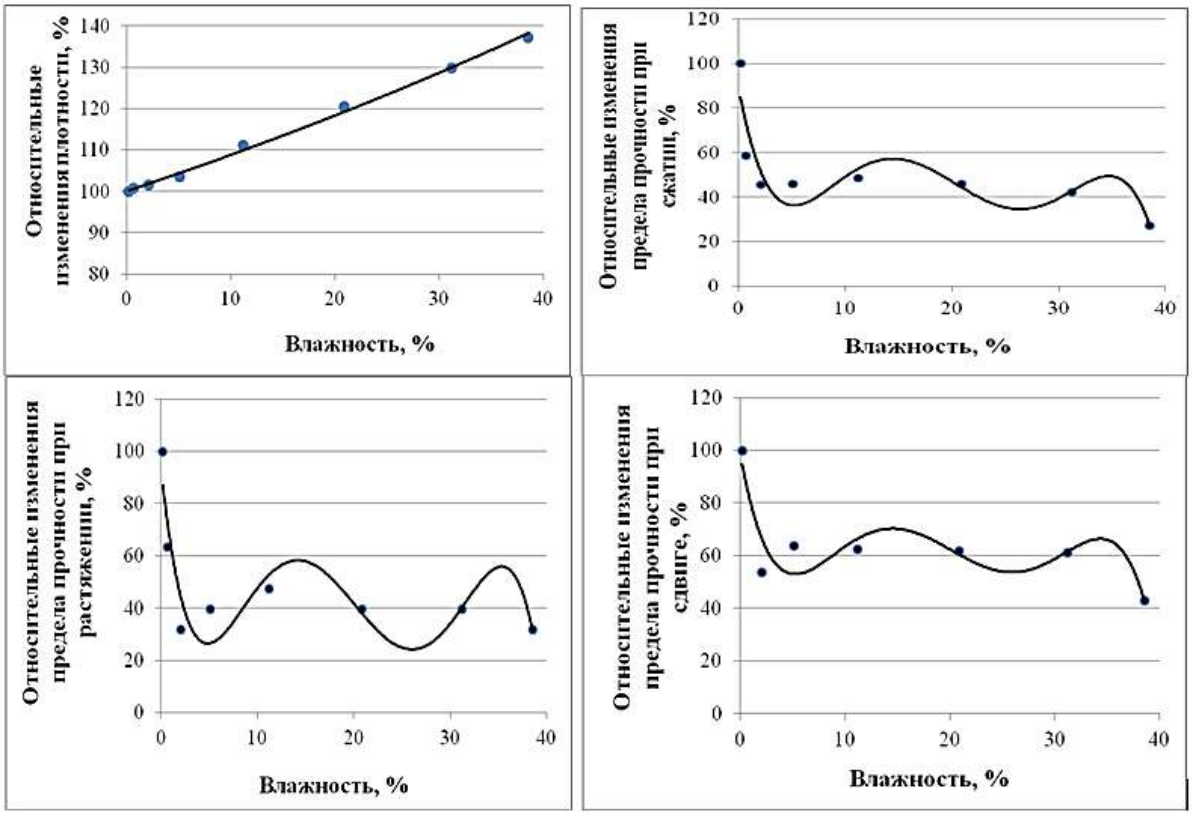



*Рис. 3.* Графики зависимостей относительных изменений характеристик физических свойств мела от влажности

Влажность увеличивает плотность мела на 38 %, приводит к ослаблению структурных связей в породе и снижает пределы прочности на 57-73 %. Влажность существенно влияет на процесс добычи мела, и один из основных факторов, затрудняющих его разрабатываемость, это липкость, которая активно начинает себя проявлять, начиная с влажности 20 %, а также увеличивается на 40 % при понижении температуры до 0 ºС; при влажности более 30 %, мел проявляет пластичные свойства и переходит из категории полускальных пород в мягкие дисперсные.

Установленные закономерности изменения физических свойств мела выявлены на примере одного месторождения г. Белгорода, мел которого отличается высоким содержанием карбоната кальция, низкими значениями глинисто-песчаной примеси

(нерастворимого остатка), и обладает пониженными значениями прочностных свойств; если рассматривать мел месторождений других регионов, то можно увидеть весьма широкий диапазон изменения их физических характеристик, где отмечаются более высокие значения прочности мела, поэтому стоит ожидать увеличение параметров его разрабатываемости и энергоемкости разрушения под влиянием теплового и влажностного полей.

## Список литературы

1. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. Учебник для вузов. М.: Недра, 1984. 359 с.

2. Тангаев И.А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. М.: Недра, 1986. 231 с.

3. Рогатин Н.Н. Технология и механизация открытых горных работ. Учебник для вузов. М.: Недра, 1982. 277 с.

4. Зерцалов М.Г. Геомеханика. Введение в механику скальных грунтов. Учебник. М.: АСВ, 2014. 352 с.

5. Грунтоведение. Учебник для вузов / В.Т. Трофимов и др. М.: МГУ, 2005. 1024 с.

6. Петрофизика: Справочник. В трех книгах. Книга первая. Горные породы и полезные ископаемые / Под ред. Н.Б. Дортман. М.: Недра, 1992. 391 с.

7. Руппейнейт К.В. Деформируемость массива в расчетах устойчивости горных пород. М.: Недра, 1991. 104 с.

8. Овчинников А.В. Оценка влияния тепло-влажностных полей на физические характеристики мела для прогноза его разрабатываемости: автореф. дис. … кан-та техн. наук. Тула. 2020. 16 с.

9. Гончаров С.А. Термодинамика. Учебник. М.: МГГУ, 2002. 440 с.

10. Вахтанова А.Н., Селезнев В.Н. Значение инженерно-геологических особенностей пород над рудной толщи при разработке их комплексами непрерывного действия (на примере КМА) // Инженерная геология. М.: Наука, 1979. № 4. С.65–71.

11. Сотников Л.Л. Исследование технологических процессов для формирования в карьере качественного мелового сырья: автореф. дис. … д-ра техн. наук. М. 1996. 44 с.

12. Каппхан М. Добыча мела в зимних условиях // Строительные материалы. М.: Стройматериалы, 2011. № 2. С. 25–29.

13. Горькова И.М., Душкина Н.А., Окнина Н.А., Рябичева К.Н., Сафохина И.А., Чепик В.Ф. Природа прочности и деформационные особенности мела и некоторых мелоподобных пород // Труды лаборатории гидротехнических проблем им. Ф.П. Саваренского. М.: АН СССР, 1962. Т. XLIV. 132 с.

14. Сергеев Е.М. Инженерная геология. М.: МГУ, 1982. 248 с.

15. Павленко В.М., Кононенко Е.А., Яковлев С.С. Пути совершенствования буровзрывной подготовки мелов к гидромониторному размыву // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, 2002. № 11. С. 162-163.

16. Иванов Н.С., Мясников Н.Ф. Производство и потребление мела. Белгород: Полиграф-интерн, 2000. 264 с.

17. Бушинский Г.И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины. М.: АН СССР, 1954. 296 с.

18. Леонычев А.В. Проблемы использования мело-мергельных пород в качестве основания сооружений и их решение: автореф. дис. … д-ра техн. наук. М. 1995. 48 с.

19. Anne Duperret, Said Taibi, Rory N. Mortimore, Martin Daigneault., 2005, Effect of groundwater and sea weathering cycles on the strength of chalk rock from unstable coastal cliffs of NW France. Engineering Geology, Elsevier, 78, p. 321-343.

20. Овчинников А.В. К вопросу о микроскопическом исследовании структурно-текстурных особенностей мела // Материалы IV Международной научной конференции «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах». Москва-Белгород: КОНСТАНТА, 2010. С. 406-408.

21. Овчинников А.В. Физико-механические характеристики белого писчего мела // Доклады XIII Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле». М.: МГРИ-РГГРУ, Т.2, 2017, С. 200-201.

22. Овчинников А.В. Состав и литологическая характеристика мела на примере месторождения «Зеленая поляна» (г. Белгород) // Материалы IX Всероссийского совещания «Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии». Белгород: ПОЛИТЕРРА, 2018. С. 204-207.

23. Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ. М.: Недра, 1978. 541 с.

24. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. Учебник. М.: Недра, 1975. 574 с.

УДК 556.3

# ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕНАЖНЫХ ВОД И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ ТЫРНАУЗСКОГО ВОЛЬФРАМО-МОЛИБДЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Хаустов В.В., Лукьяненко Н.А., Агарков Н.Б**.
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: khaustov@bsu.edu.ru*

Изучение условий формирования химического состава подземных вод является важнейшим аспектом гидрогеологии. Только на основе знаний факторов и процессов формирования химизма подземных вод могут успешно решаться все гидрогеохимические задачи.

Тырнаузское вольфрамо-молибденное месторождение находится в высокогорной части Кабардино-Балкарской Республики в 43 км восточнее горы Эльбрус. Долгие десятилетия высокогорный Тырныаузский вольфраммолибденовый комбинат (ТВМК) являлся флагманом в своей отрасли. Однако в начале девяностых годов прошлого столетия по технологическим и, прежде всего, экономическим причинам преуспевающее горное производство прекратило свое существование и в настоящее время месторождение не отрабатывается.

В геологическом строении рассматриваемой территории принимают участие протерозойские кристаллические сланцы и гнейсы комплекса основания, отложения раннегерцинского эвгеосинклинального, позднегерцинского орогенного, раннеальпийского субплатформенного комплексов (сланцы, гнейсы, известняки, мрамора, конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, роговики, туффиты, порфиры), позднеальпийские вулканиты, а также интрузии герцинского и альпийского этапов развития (порфиры, граниты, диориты, липариты).

Гидрогеологические условия района определяются структурными, фациально-литологическими и геоморфологическими особенностями. Район характеризуется, в основном, наличием трещинной, пластово-трещинной и карстово-трещинной циркуляцией подземных вод.

Из анализа условий питания, разгрузки подземных вод и водоносности пород в пределах Тырныаузского месторождения по характеру условий циркуляции трещинно-карстовых вод выделяют следующую вертикальную зональность [1, 2]:

- зона инфлюации и транзита подземных вод мощностью до 80-100 м, где происходит полное поглощение атмосферных осадков и талых вод;
- зона активного местного водообмена мощностью до 600-800 м, где формируются запасы трещинно-карстовых вод;
- зона затрудненного водообмена, которая залегает намного ниже (предположительно на 200-300 м) местного базиса эрозии в оконтуривающих и подстилающих мраморы породах.

В пределах рудного поля Тырнаузского вольфрамо-молибденного месторождения прослеживаются две гидрохимические зоны, в которых подземные воды различаются по химическому составу, а также по условиям питания, циркуляции и разгрузки.

Пространственного разделения отмеченных гидрогеохимических зон на месторождении не наблюдается, так как на границе между ними прослеживается участок (подзона) смешанных вод. Подзона смешения подземных вод верхней и нижней гидрогеохимической зоны располагается примерно на глубине 300–500 м от дневной поверхности, имеет уклон в сторону понижения рельефа.

На основании методов математической статистики в работе [3] показана гидрогеохимическая разнонаправленность процессов формирования химического состава подземных вод нижнего и верхнего гидрогеохимических этажей Тырнаузского месторождения, а также приведена закономерность формирования химического состава подземных вод.

Характеристика состава, минерализации, pH, Eh, температуры и газового состава подземных вод выделенных гидрогеохимических зон в пределах рудного поля Тырнаузского месторождения приведена в табл. 1 [3].

*Таблица 1*

**Характеристика подземных вод выделенных гидрогеохимических зон в пределах рудного поля Тырнаузского месторождения**

| Гидрогеохимическая зона | Минерализация, г/дм$^3$ | Состав | Тип | Eh, мВ | pH | Температура, ºС | Газовый состав | Газонасыщенность, мл/дм$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Верхняя | 0,2 – 0,4 | $HCO_3$–Na, $HCO_3$–Ca, $HCO_3$–Ca–Mg, $HCO_3$–Mg–Ca | сульфатный | +180…+260 | 7,4…8,7 | от 3–5 до 7–9 | $N_2$, редко $N_2$–$CO_2$ | 20 - 30 |
| Нижняя | 0,5 – 6,5 | $HCO_3$–Cl–Na, $HCO_3$–Na, Cl–$HCO_3$–Na | карбонатный | +10…+120 | 6,4…8,9 | 8,8…17,5 | $N_2$–$CO_2$ или $CO_2$–$N_2$, реже $CO_2$ | 500 и более |

В микрокомпонентном составе подземных вод крайних типов наблюдается общее и особенное. Отличие глубоких подземных вод заключается в присутствии высоких концентраций щелочей и галогенов; общее двух гидрогеохимических зон подземных вод – обогащение их тяжелыми металлами при разрушении рудной минерализации. Отмечаются следующие ассоциации микроэлементов в водах, циркулирующих в скарнированных мраморах и роговиках: вольфрам, молибден, мышьяк, медь, цинк; в

гипербазитах – молибден, мышьяк, вольфрам, сурьма, марганец, никель, медь; в мраморах – следы мышьяка, молибдена, меди.

*Формирование подземных вод верхней гидрогеохимической зоны.* Пресные подземные воды верхней гидрогеохимической зоны рудного поля Тырныаузского месторождения являются типичными метеорными водами.

Изменения химического состава инфильтрационных вод, связанные с разработкой Тырныаузского месторождения, проявляются весьма заметно при их фильтрации в горные выработки. Эти изменения связаны с формированием внутренних зон аэрации, и как следствие – интенсификация окисления сульфидов, усиление взаимосвязи всех видов подземных вод рудного поля, возникновение очагов перетекания, прорывы воды. По результатам опробования вод родников можно свидетельствовать о загрязнении подземных вод, прилегающих к месторождению, тяжелыми металлами и об ореоле распространения этого загрязнения.

Метеорные подземные воды преимущественно сульфатного типа, сульфатно-натриевого подтипа (по классификации Курнакова – Валяшко). Особенности сульфатных вод свидетельствуют о формировании их за счет процессов растворения горных пород, окисления сульфидов при подчиненной роли газовой компоненты и биоимических реакций. Химическая активность горных пород оказывает непосредственное влияние на процессы их взаимодействия с природными водами в зоне гипергенеза, определяя при этом:

– обогащение природных вод тяжелыми металлами;

– условия миграции и выпадения из водных потоков различных компонентов солевого состава;

– химический состав и pH природных вод и другое.

Главными факторами формирования химического состава подземных вод верхней гидрогеохимической зоны являются: климатические условия; литологический состав вмещающих горных пород; минералогический состав руд месторождения; антропогенное воздействие вследствие разработки месторождения.

*Формирование подземных вод нижней гидрогеохимической зоны.* Тырныаузское месторождение расположено в тектонически мобильном поясе, в области молодого вулканизма (вулкан Эльбрус), где, благодаря специфическим гидрогеологическим, гидрогеохимическим и гидрогеотермическим условиям, возникают особые геохимические процессы формирования глубинных вод. Анализ геологических условий выходов подземных вод показывает, что подавляющее большинство их разгружается непосредственно в зонах крупных нарушений или вблизи от них.

Общей отличительной особенностью большинства углекислых вод Эльбрусского вулканического района, в том числе и Тырныаузского месторождения, является повышенное относительное и абсолютное содержание хлор-иона. Даже в случае низкой минерализации воды (1-2 г/дм$^3$) концентрация хлора в них составляет 300-600 мг/дм$^3$, а при повышенной минерализации (13,1 г/дм$^3$) содержание хлора составляет 5 г/дм$^3$ [3].

*Формирование химического состава подземных вод подзоны смешения.* Подзона смешения подземных вод располагается на глубине 300-500 м от поверхности земли. При смешении водных растворов с различной концентрацией солей получаются воды нового ионно-солевого состава, из которых в осадок выпадают сульфат или (и) карбонат кальция.

На сегодня известны и изучены процессы химического, электрохимического и биохимического окисления сульфидных минералов. В последнее время признается большая роль в гипергенных процессах микроорганизмов, которые принимают активное участие в окислении, рассеянии и переотложении химических элементов. К элементам, энергию которых, вероятно, могут использовать микроорганизмы, относится молибден.

Было также установлено, что бактерии, окисляющие сурьму, широко развиты в зоне окисления Тырныаузского месторождения.

Таким образом, наряду с окислением сульфидных минералов кислородом атмосферы происходит существенное их окисление в результате деятельности микроорганизмов.

*Формирование рудной минерализации в подземных водах выделенных гидрохимических зон.* Подземные воды выделенных гидрогеохимических зон в пределах рудного поля Тырныаузского месторождения благодаря реализации разнообразных физико-химических и биологических процессов обогащаются рудогенными металлами. В дальнейшем эти воды дренируются горными выработками месторождения, где происходит окисление руды и дополнительное их обогащение и увеличение концентраций тяжелых металлов. По этой причине дренажные воды представляют экологическую опасность при выходе их на поверхность и при поступлении в поверхностные водотоки.

Результаты изменения химического состава подземных вод приняты по материалам геолого-гидрогеологической службы Тырныаузского ВМК.

Отбор проб воды на химический анализ выполнялся гидрогеологической службой комбината. Контроль за качеством воды осуществлялся в лаборатории санитарно-эпидемиологической станции Кабардино-Балкарской АССР. Пробы воды отбирались периодически в течение года.

Контроль показателей по микрокомпонентам принят по нормам СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

Данные по химическому составу дренажных вод и поверхностных водотоков в 1976 г. приведены в табл. 2.

Для поверхностных водотоков максимальные значения микрокомпонентов превышали ПДК: по мышьяку – в 2 раза; по вольфраму – в 6,6 раза; по молибдену – в 3,6 раза; по кремнекислоте – в 1,8 раза.

Таким образом, из результатов химических анализов дренажных вод и вод поверхностных водотоков в 1976-1977 гг. следует:

1. На верхних горизонтах месторождения распространены воды различного состава с преимуществом гидрокарбонатов, сульфатов, магния и кальция с минерализацией до 433 мг/дм$^3$. Воды весьма мягкие и нейтральные по кислотности. В этих водах фиксировалось максимальное содержание аммония – до 10 мг/дм$^3$, мышьяка – до 0,85 мг/дм$^3$, сероводорода – до 1,7 мг/дм$^3$, вольфрама – до 0,6 мг/дм$^3$, молибдена – до 0,5 мг/дм$^3$, кремнекислоты – до 40,0 мг/дм$^3$, фтора – до 9,0 мг/дм$^3$.

2. На средних горизонтах были развиты так же разнообразные воды, но преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно-магниевые с высокой минерализацией (до 2047 мг/дм$^3$). За счет попадания в подземные воды продуктов разложения взрывчатых веществ, часто применяемых на руднике в больших количествах, максимальное содержание аммония повышалось до 40,4 мг/дм$^3$, нитритов – до 0,44 мг/дм$^3$. В воде содержался: сероводород до 2,38 мг/дм$^3$, мышьяк – до 0,75 мг/дм$^3$, молибден – до 5,6 мг/дм$^3$, вольфрам – до 2,9 мг/дм$^3$, кремнекислота – до 38,5 мг/дм$^3$ и фтор – до 1,8 мг/дм$^3$.

3. На нижних горизонтах месторождения по преимуществу были развиты: гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые воды с минерализацией до 1014 мг/дм$^3$, жесткость доходила до 5,97 мг.экв/дм$^3$. Отмечалось максимальное содержание аммония – до 10 мг/дм$^3$. В воде содержался: мышьяк – до 0,45 мг/дм$^3$, вольфрам – до 2,6 мг/дм$^3$, молибден – до 1,1 мг/дм$^3$, кремнекислота – до 48 мг/дм$^3$ и фтор – до 1,8 мг/дм$^3$.

4. Воды поверхностных водотоков были гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые с минерализацией до 405 мг/дм$^3$, мягкие (до 4,0 мг.экв/дм$^3$). Отмечалось максимальное содержание мышьяка – до 0,25 мг/дм$^3$, вольфрама – до 3,3 мг/дм$^3$, молибдена до 0,9 мг/дм$^3$, кремнекислоты до 22 мг/дм$^3$ и фтор – до 1,5 мг/дм$^3$.

*Таблица 2*

**Данные по химическому составу дренажных вод и поверхностных водотоков (1976 г.)**

| Место отбора проб | Наименование водотоков и абс. отм. горизонтов | Минерализация средняя, мг/дм$^3$ | Жесткость общая в мг.экв./дм$^3$ | pH | Микрокомпоненты, максимальные значения, мг/дм$^3$ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Аммоний, $NH_4$ ПДК-2,0 | Нитриты, $NO_2$ ПДК-3,0 | Сероводород, $H_2S$ | Мышьяк, As, ПДК-0,05 | Вольфрам, W ПДК-0,05 | Молибден, Mo ПДК-0,25 | Кремнекислота, $SiO_2$ ПДК- 10,0 |
| Верхние горизон-ты | гор.2613 и 2537 м шт. – 4 гор.2470 и 2400 м шт. – 3 | 368 | 4,64 | 7,26 | 10,08 | 0,0048 | 0,43 | 0,60 | 0,30 | 0,30 | 3,5 |
| Средние горизон-ты | гор.2390 – 2314 м шт. – 2 гор.2317 шт. – 2 | 875 | 4,34 | 7,85 | 4,0 | 0,44 | 1,70 | 0,40 | 2,90 | 1,25 | 13,0 |
| Нижние горизон-ты | гор.2247 – 2015 м шт. – 4 гор.2173 – 2006 м шт. – 2 | 1014 | 5,97 | 7,83 | 10,0 | 0,40 | 1,53 | 0,32 | 2,60 | 0,80 | 18,0 |
| Поверхностные водотоки | руч. Тырныауз-Су руч. Б.Мукулан руч. М.Мукулан руч. Змейка | 379 | 3,47 | 7,82 | 0,70 | 0,28 | 1,02 | 0,10 | 3,30 | 0,90 | 18,0 |

10,08 – значения превышающие ПДК по нормам СанПиН 2.1.3684-21

*Таблица 3*

**Данные по химическому состав дренажных вод и вод поверхностных водотоков (1977 г.)**

| Место отбора проб | Наименование водотоков и абс. отм. горизонтов | Минерализация средняя, мг/дм$^3$ | Жесткость общая в мг.экв./дм$^3$ | pH | Микрокомпоненты, максимальные значения, мг/дм$^3$ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Аммоний, $NH_4$ ПДК- 2,0 | Нитриты, $NO_2$ ПДК- 3,0 | Сероводород, $H_2S$ | Мышьяк, As, ПДК- 0,05 | Вольфрам, W ПДК- 0,05 | Молибден, Mo ПДК- 0,25 | Кремнекислота, $SiO_2$ ПДК- 10,0 |
| Верхние горизонты | участок «Северный» шт. 15 рудник «Молибден» шт. 4 | 433 | 5,41 | 6,84 | 0,6 | 0,125 | 1,7 | 0,85 | 0,2 | 0,5 | 40,0 |
| Средние горизонты | участок «Северный» шт. 18 рудник «Молибден» шт. 7 | 2047 | 6,17 | 7,1 | 40,4 | 0,125 | 2,38 | 0,20 | 0,75 | 5,6 | 38,5 |
| Нижние горизонты | участок «Северный» шт. 21 рудник «Молибден» шт. 12 | 871,5 | 5,15 | 8,1 | 0,5 | 4,0 | 1,17 | 0,45 | 0,74 | 1,1 | 48,0 |
| Поверхност. водотоки | р. Баксан руч. Малый и Большой Мукулан, родники АН-1, АН-2, Чильмиян отвалы шт. 16 | 405 | 4,0 | 7,88 | 0,1 | 0,04 | 0,68 | 0,25 | 0,60 | 0,55 | 22,0 |

40,0 – значения превышающие ПДК по нормам СанПиН 2.1.3684-21

## Список литературы

1. Игнатович Н.К. О закономерностях распределения и формирования подземных вод // Доклады АН СССР. – 1944. – том 65. – №3. – с. 133-136.

2. Плотников Н.И. Северо-Украинская (Южно-Русская) мульда. Гидрогеологический очерк глубоких подземных вод. – М.: ОНТИ, 1934. – с. 148.

3. Хаустов В.В. Подземные воды и глубинная геодинамика Тырныауза. – Курск: изд-во КурскГТУ, 2009. – 180 с.

УДК 622.8

# ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ КРУПНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ НА ОТВАЛАХ

**Храмцов Б.А., Бабушкин К.С.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: khramtsov@bsu.edu.ru*

Анализ крупных техногенных аварий в Российской федерации за последние 30 лет на отвалах, при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, свидетельствует о том, что они происходят с периодичностью в среднем 6 лет. Данные по нарушениям устойчивости откосов отвалов, с учётом их объемов, приведены в таблице 1.

Вопросам нарушения устойчивости откосов уступов, бортов карьеров и отвалов посвящены научные работы[1-9], выполненные учёными России, в которых охарактеризованы виды оползневых процессов, влияние на устойчивость откосов инженерно-геологических и гидро-геологических условий, физико-механических свойств пород и технологических процессов, влияние подземные и поверхностные воды, недостаточная геологическая изученность, наличие поверхностей ослабления в массиве, неверно выбранные параметры откосов, отклонение от проектных параметров, процессы выветривания и выпадение атмосферных осадков.

*Таблица 1*

Нарушение устойчивости бортов карьеров и отвалов

| № п/п | Местоположение оползня | Объёмов, млн. м$^3$ | Год |
|---|---|---|---|
| 1 | Внешний отвал «Ингулетцкого ГОКа» | 20,0 | 1988 |
| 2 | Внешний отвал «Норильского ГМК» | 60,0 | 1992 |
| 3 | Внешний отвал №7 «АО Михайловский ГОК» | 20,0 | 1997 |
| 4 | Внутренний отвал разреза «Северная депрессия» | 3,0 | 2005 |
| 5 | Внешний отвал №7 «АО Михайловский ГОК» | 20,0 | 2015 |
| 6 | Внешний отвал Елбашинский АО «Сибирский антрацит» | 20,0 | 2020 |

Устойчивость отвалов определяется их геометрическими параметрами, физико-механическими свойствами пород, отсыпаемых в отвалы и прочностными характеристиками пород их оснований. Поэтому в результате несоответствия основных технологических параметров отвалов (высот ярусов и отвалов, углов наклона ярусов и генеральных углов откосов отвалов, длины рабочего фронта и его скорости подвигания, порядка отсыпки в пространстве и во времени, способа отвалообразования), конкретным инженерно-геологическим условиям, обусловливающим прочность породных масс отвалов и их оснований, происходит нарушение устойчивости откосов.

Наиболее опасным и довольно распространенным видом деформаций отвальных масс являются оползни. Для оползней отвалов характерны три стадии развития деформаций откосов [1, 5, 6]:

- скрытая, характеризующаяся периодом от начала развития микроподвижек в массиве до появления видимых признаков формирования оползня;

- активная, охватывающая период с момента появления видимых признаков разрушения массива до начала стадии затухания деформаций;
- затухающая, которая характерна для периода смещения оползневых масс с уменьшающейся скоростью до полного прекращения смещения.

Для активной стадии развития оползней надподошвенного и подошвенного типов характерно быстрое смещение породных масс, представляющее большую опасность для людей и горнотранспортного оборудования.

Наиболее опасный вид деформаций откосов как оползни всегда возникает при несоответствии (превышении) параметров отвала физико-механическим свойствам пород в теле и основании отвала, то есть тогда, когда по поверхности скольжения сдвигающие силы превышают силы сопротивления сдвигу и происходит нарушение предельного равновесия.

Наибольшее влияние геологические условия оказывают на устойчивость внешних отвалов при размещении их на наклонном слоистом основании, падающем в сторону откоса, когда сопротивление сдвигу по слоистости (контакту) меньше сопротивления сдвигу пород в отвале.

При возникновении деформаций развиваются, как правило, подошвенные и подподошвенные оползни.

В любом случае отвалы следует рассматривать как сложные инженерные сооружения вместе с основанием, на которое они отсыпаются.

Приведенный в работах [1, 2] опыт, свидетельствует о существенном влиянии гидрогеологических факторов на состояние устойчивости отвалов. К ним относятся: наличие водоносного горизонта в основании отвала; избыточное поровое давление, развивающееся в породах отвала и его основании; высачивание воды на откос, вызывающее оплывание пород и влажность пород.

На железнодорожном отвале рыхлой вскрыши №7 АО «Михайловский ГОК» начиная с 90-х годов прошлого столетия постоянно происходили оползневые процессы, которые в 1997 году привели к крупной техногенной аварии общим объёмом 20 млн.м$^3$. Экономические затраты на ликвидацию аварии вылились в огромную сумму, которая составила десятки миллионов рублей, а может быть и более, хотя в документах по расследованию аварии сумма ущерба составила менее одного млн. рублей. Результаты данной техногенной аварии до настоящего времени не ликвидированы полностью, потому что в районе оползня до сих пор происходит сдвижение отвальных масс в сторону русла рек Чернь и Речица. Проследить изменение русла реки Речица можно на основе космических снимков за 2015 и 2021 года (рис. 1-2).

Анализ космических снимков свидетельствует о том, что техногенные массы отвала переместили русло реки Речицы в сторону деревни Остапово. Для обеспечения свободного течения реки Речица был прорыт канал в сторону реки Чернь. Данный канал приходится постоянно поддерживать в рабочем состоянии, так как в результате оползневого процесса идёт его постоянное разрушение, что требует больших экономических затрат. Кроме экономических затрат был нанесён экологический ущерб окружающей природной среде, который обусловлен полным перекрытием техногенными массами пойм рек Речица и Чернь.

В качестве примера рассмотрим аварии, которые произошли на внешнем железнодорожном отвале №7 АО «Михайловский ГОК» в 2015 году и внешнем отвале Елбашенский АО «Антрацит» в 2020 году.

Многие из вышеперечисленных факторов, которые приводят к возникновению крупных техногенных аварий в виде оползней при эксплуатации отвалов и их реконструкции, были выявлены в результате проведения расследования аварий на АО «Михайловский ГОК» и АО «Антрацит».

*Рис. 1.* Снимок 2015 года

*Рис. 2.* Снимок 2021 года

Данные аварии на внешних отвалах привели к образованию крупных оползней объёмом 20 млн.м$^3$ тогда, когда на отвалах производилась отсыпка верхних ярусов по проектам разработанных с целью увеличения их приёмной емкости. То есть осуществлялась реконструкция отвалов.

При разработке новых проектных решений связанных с реконструкцией отвалов небыли детально изучены инженерно-геологические и гидрогеологические условия их формирования, которые изменились на момент реконструкции отвалов. В основании отвалов произошло скопление воды, появился водоносный горизонт, наличие которого существенно снизило физико-механические свойства глин и суглинков залегающих в их основании, а так же способствовало появлению порового давления. Поэтому геометрические параметры внешних отвалов на АО «Михайловский ГОК» и АО «Антрацит» были рассчитаны в проекте без учёта изменений инженерно-геологических и гидрогеологических условий, что привело к ошибочному решению при выборе

безопасных параметров откосов ярусов и генеральных углов наклона отвалов, а так же их высот на придельном контуре.

Параметры техногенных оползней на внешнем железнодорожном отвале №7 и внешнем отвале Елбашенский отличаются незначительно друг от друга: объём оползней составил 20 млн.м$^3$, длина фронта 700-800 метров, глубина оползней 400-500, высота 100-120 метров, генеральные углы наклонов откосов отвалов 6-8 градусов, углы наклона осадочных пород залегающих в основании изменяются от 0 до 3 градусов.

В соответствии с разработанными проектами высоту отвалов было рекомендовано увеличить на 50-60 метров.

Причины аварий в первую очередь заключаются в отсутствии практических и теоретических навыков главных специалистов горных предприятий в области обеспечения устойчивости откосов отвалов; низком уровне контроля за состоянием устойчивости откосов со стороны геолого-маркшейдерской службы горных предприятий; отсутствием специалистов геомехаников на горных предприятиях, владеющих методами оценки устойчивости откосов; не выделением руководством компаний средств для решения горно-технических проблем и научных исследований в области устойчивости откосов при разработке месторождений полезных ископаемы открытым способом; в недостаточной подготовке специалистов геомехаников и геолого-маркшейдерской службы для решения вопросов обеспечения безопасности ведения горных работ в области управления устойчивостью откосов при строительстве, эксплуатации и реконструкции отвалов; использовании проектными организациями отличающихся друг от друга подходов, методов и методик при выборе безопасных параметров откосов отвалов.

В ноябре 2020 года Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ были утверждены «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов», выполнение которых позволит на более высоком уровне решать вопросы по обеспечению безопасности ведения горных работ при формировании отвалов. В данных правилах чётко прописаны требования к инженерно-геологическим исследованиям, определению физико-механических свойств пород, залегающих в основании отвалов и техногенных масс при их формировании, а так же рекомендовано расчёты безопасных параметров откосов ярусов отвалов, осуществлять только лишь методом алгебраического сложения сил [10].

Выполнение требований новых правил проектными и научно-исследовательскими организациями позволит, осуществлять расчёты при выборе безопасных параметров откосов ярусов отвалов по одной и той же методике на всех этапах проектирования, эксплуатации и реконструкции отвалов, и тем самым повысить безопасность ведения горных работ при их формировании.

## Список литературы

1. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. – М.: Недра, 1965. – 377 с.

2. Ильин А.И., Гальперин А.М., Стрельцов В.И. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах. – М.: Недра, 1985. – 248 с.

3. Попов И.И., Окатов Р.П. Борьба с оползнями на карьерах. – М.: Недра, 1980. – 240 с.

4. Певзнер М.Е. Борьба с деформациями горных пород на карьерах. – М.: Недра, 1978. – 265 с.

5. Демин А.М. Закономерности проявлений деформаций откосов в карьерах. – М.: Наука, 1981. – 144 с.

6. Туринцев Ю.И., Половов Б.Д., Гордеев В.А. Геомеханические процессы на открытых горных работах. – Сведрловск, 1984. – 56 с.

7. Крячко О.Ю. Управление отвалами открытых горных работ. – М.: Недра, 1989. – 255 с.

8. Храмцов Б.А., Абдул Батен Абдул Захир, Ростовцева А.А. Разработка и совершенствование методов расчета устойчивости откосов / материалы XII-ой национальной конференции с международным участием по открытой и подводной добыче полезных ископаемых, 26-30 июня, Варна, Болгария, 2013. – С. 297-301.

9. Управление устойчивостью отвалов рыхлой вскрыши железорудных карьеров КМА. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. – № 2. – С. 66-72.

10. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 13 ноября 2020 года N 439. // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации: [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573140211 (дата обращения: 28.09.2021).

# МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

УДК 504.06

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭСТЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА

**Абрамова Л.В.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: abramova_l@bsu.edu.ru*

Белгородская область, как староосвоенный и плотнозаселенных регион, расположенный в юго-западной части России, привлекателен для потоков мигрантов, что требует оценки рекреационного потенциала региона [4, 10]. Решению данного вопроса поможет проведение комплексной оценки эстетических ресурсов пейзажей на уровне административной единицы субъекта – на примере Белгородского района.

На протяжении нескольких лет на кафедре географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности НИУ «БелГУ» проводятся инициативные исследования, посвященные изучению и оценке эстетических и рекреационных ресурсов. Исследования посвящены изучению, как отдельных населенных пунктов и их типов [1, 3], так и территориям, обладающим уникальными свойствами [5, 6, 11-12].

В своем исследовании в рамках проведения научно-исследовательской работы, написания и подготовки выпускной квалификационной работы автор использовал методику, разработанную на кафедре, при проведении описанных исследований. Объект исследования – населенные пункты Белгородского района Белгородской области.

Комплексная методика эстетической оценки объединяет два подхода: физико-географический и социально-психологический, при этом доля субъективизма значительна снижена. Социально-географическая часть исследования включала проведение анкетирования (используемая анкета разработана с учетом критического восприятия существующих проектов [2, 7-9]), при этом учитывались аспекты, которые преимущественно влияют на респондента). В анкетировании были задействованы три группы населения по происхождению и длительности проживания на данной территории: коренные жители (знают своих предков в двух поколениях, родились и выросли на этой земле); местные жители (родились и выросли здесь, но знают, что родители были приезжими.); и собственно приезжие (родившиеся за пределами не только территории исследования, но и региона, страны).

Результаты исследования показали, что восприятие ландшафтов респондентами можно выразить как минимум на двух уровнях: эстетический облик родного ландшафта, формирующий психологическую самоидентификацию респондента с данными ландшафтами и эстетический облик ландшафта мировой значимости. Соответственно идеала-образа будет также два: 1) «родные» ландшафты, в которых проходило становление личности респондента, или в которых он проживает в течение длительного периода. Необходимо обратить внимание на тот момент, что представления о идеальности этих ландшафтов для респондентов с различной длительностью проживания на исследуемой территории сильно отличаются; 2) ландшафты, которые характеризуются контрастностью с привычной средой обитания человека и сочетанием различных природных и культурных сред; эти ландшафты наиболее привлекательны и с рекреационной точки зрения. В тоже время данные объекты респонденты не могут рассматривать их как постоянное место жительства.

Параллельно с этим видом работ проводится оценка эстетики ландшафтов по шкале оценки пейзажной выразительности, при этом использовались отдельные составляющие методик различных авторов: М.Ю. Фроловой, Л.И. Мухиной, К.И. Эрингиса, А.-Р.А. Будрюнаса [8]). Все показатели оцениваются по многоступенчатой градации от 0 до 3 баллов. Максимально возможное количество баллов – 30.

На последнем этапе исследования данные психолого-эстетической оценки (результаты анкетирования) сравнивались с результатами общей оценки эстетических ресурсов ландшафтов Белгородского района.

Полученные в ходе комплексной оценки эстетичности ресурсов ландшафтов данные позволили провести предварительное районирование территории по эстетической привлекательности. Все ландшафты района исследования были поделены на четыре типа в зависимости от степени их эстетической привлекательности:

1) Ландшафты, имеющие высокую оценку эстетичности. Отличительная черта – контрастность. Это, прежде всего, природные ландшафты (вблизи рек, Белгородского водохранилища).

2) Ландшафты со средней оценкой эстетичности. Эстетичность которых связана с культурными объектами, и значительно меньше – с природными особенностями или объектами (приурочены непосредственно к самому городу Белгороду).

3) Ландшафты с низкой оценкой эстетичности. Характерная черта – малой контрастностью (приурочены к склонам).

4) Ландшафты с очень низкой оценкой эстетичности. Контрастность не характерна. (сельскохозяйственные, промышленные, дорожные и др. ландшафты, как правило, располагающиеся на плакорах).

Дальнейшие исследования позволят рассчитать коэффициенты рекреационного использования и репрезентации среды в населенных пунктах Белгородского района.

Результаты данной работы могут быть использованы в территориальной схеме охраны природы, в генеральных планах населенных пунктов, при проведении экологической экспертизы, а также в перспективе может послужить базой для осуществления работ по ландшафтному планированию, при организации территории для целей рекреации и туризма на разных уровнях, а также как краеведческий материал, востребованы в теории и практики музейного дела.

## Список литературы

1. Киреева-Гененко И.А., Лопина Е.М. О разработке базы данных рекреационной нагрузки местной и региональной системы населенных пунктов // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 4. – С. 190-195.

2. Киреева-Гененко И.А., Лопина Е.М., Белоусова Л.И., Бочковская А.Г., Петина В.И. Социально-географические аспекты изучения общественного природопользования сельских населенных пунктов Белгородской области (на примере центрального сельского поселения Ракитянского района) // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 546.

3. Корнилов А.Г., Федутенко А.П., Лопина Е.М. Оценка эстетико-потребительских параметров ландшафта в условиях современного землепользования (на примере поселков городского типа Белгородской области) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2010. – № 21. – С. 168-173.

4. Лопина Е.М., Корнилов А.Г. Оценка эстетического восприятия ландшафтов // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 6. – С. 121-128.

5. Лопина Е.М., Корнилов А.Г., Киреева-Гененко И.А. Эстетико-потребительские аспекты и проблемы организации и использования городских

рекреационных пространств в районе КМА // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=14662.

6. Лопина Е.М., Стаценко Е.А., Корнилов А.Г., Тохтарь В.К. Геоэкологическое обоснование функционального зонирования территории ботанического сада НИУ «БелГУ» // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2012. – №21 (140). – С. 174-178.

7. Николаев В.А. Ландшафтоведение: Эстетика и дизайн. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 176 с.

8. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / Отв. ред. Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. – М.: Медиа-Пресс, 2002. – 640с.

9. Фролова М.Ю. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов // Вестник Московского университета. Серия: География. – 1994. – Т. 5. – №24. – С. 27-33.

10. Юдина Ю.В. Роль ландшафтных изысканий в геоэкологическом анализе территории на примере Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 140-144.

11. Юдина Ю.В., Волошенко И.В. Рекреационные ресурсы Белгородской области: леса и лесные земли // Современные научные исследования: исторический опыт и инновации: материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2015. С. 121-124.

12. Юдина Ю.В., Волошенко И.В., Украинский П.А. Рекреационный потенциал озерных экосистем Белгородской области // Якаевские чтения 2016: материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2016. – С. 190-197.

## КАДАСТРОВЫЙ СТАТУС ЗЕМЕЛЬ ЗАБРОШЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Алферов А.Г.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: 10alfer02@mail.ru*

В Российской Федерации сельские населенные пункты стремительно теряли и продолжают терять своих жителей, что находит отражение в материалах переписей населения. В итогах ВПН-2010 около 20 тысяч СНП обозначены как населенные пункты «без населения» [4].

Сельская депопуляция, приводящая к деградации сети сельских населенных пунктов во многих регионах страны, в последние годы становится полем внимания как отечественных, так и зарубежных исследователей.

Среди основных причин забрасывания сельских населенных пунктов основными являются деструктивные тенденции, получившие развитие в экономике.

Актуальность исследования кадастрового статуса земель заброшенных сельских населённых пунктов и путей их использования обусловлена неясностью дальнейших перспектив их существования. Однако, как отмечают многие исследователи, основными путями их ревитализации может являться рекреационное или дачное использование, лесоразведение, создание сети ООПТ.

В Белгородской области проблема увеличения количества населенных пунктов без населения и с населением 0-25 человек, а также увеличения площади земель заброшенных сельских населённых пунктов в настоящее время также имеет место [1].

Наибольшее количество заброшенных населенных пунктов находится в таких муниципальных образованиях как: Прохоровский (31), Ровеньский (28), Корочанский (25), Шебекинский (24), Алексеевский (21), Новооскольский (21).

Так, наибольшее число исчезнувших населенных пунктов отмечается в юго-западной части Белгородской области.

Исследования, проведенные В.Е. Артищевым и П.В, Голеусовом, выявили, что площадь постселитебных земель в Белгородской области на 2014 год составляет 19234 га [3]. Необходимо отметить, что это довольно значительная площадь – 0,7 % общей площади региона.

Таким образом, число и площадь заброшенных сельских населенных пунктов продолжают увеличиваться как в Белгородской области, так и в Российской Федерации в целом. В связи с чем, необходимым становится исследование возможности вовлечения их в активную эксплуатацию и определение наиболее актуальных способов использования.

В настоящее время земельные участки на территории заброшенных населенных пунктов преимущественно находятся в собственности физических лиц, но не используются по целевому назначению либо являются бесхозными. С учетом кадастрового статуса выделяются три типа брошенных объектов недвижимости: бесхозяйное, выморочное и бесхозяйственно содержимое недвижимое имущество.

Если собственник не обнаружился, то по заявлению местных органов власти участок ставят на учет, как бесхозяйный, а через год по исковому заявлению могут признать его муниципальной собственностью.

При переходе выморочного имущества в собственность муниципального образования акта принятия наследства не требуется: считается, что муниципальное образование приобрело наследство в силу действия ст. 1151 ГК РФ.

Процедура перехода прав на безхозяйственно содержимый объект представляет собой следующий алгоритм: установление адреса собственника; уведомление собственника о несоблюдении правил благоустройства и содержания жилых помещений, привлечение собственника к административной ответственности за нарушение правил благоустройства в соответствии со статьей 2.11 закона Белгородской области «Об административных правонарушениях на территории Белгородской области»; проведение комиссионного обследования объекта и составление акта, подтверждающего, что собственник после его уведомления не принял мер по устранению нарушений в части бесхозяйственного содержания жилья; направление искового заявления в суд об изъятии объекта путем продажи с публичных торгов; оформление объекта в муниципальную собственность в случае добровольного отказа от права, либо по результатам приобретения с публичных торгов.

Рассмотрим возможные пути использования земель заброшенных сельских населенных пунктов.

Одним из путей использования земель заброшенных населенных пунктов может стать их перевод для лесоразведения. В мировой практике имеется положительный опыт использования заброшенных угодий для лесовыращивания [8, 10, 11]. Исследования, выполненные в Финляндии, показали, что «эффективность облесения бывших сельскохозяйственных земель выгодна вне зависимости от выбранной для культивирования древесной породы» [9].

Также земли заброшенных населенных пунктов можно включить в экологический каркас территории, который должен включать такие основные типы элементов как природные территории, земли реставрационного фонда и искусственные элементы [7]. Землями реставрационного фонда для экологического каркаса территории Белгородской

области могут явиться земли заброшенных населенных пунктов. Часть из земель заброшенных сельских населенных пунктов может быть переведена в категорию ООПТ.

Как отмечено рядом исследователей [4, 5], на землях заброшенных сельских населенных пунктов отмечается восстановительная сукцессия. Еще одним вариантом использования земель заброшенных сельских населенных пунктов может стать организация экопоселений.

Как отмечает А.Н. Метелкин, «отток наиболее сознательной части населения из городов начался в мире уже более пятидесяти лет назад, постепенно нарастает этот процесс и в России. Часть городского населения осознала, что нельзя ждать, когда «рассосутся» экологические проблемы в городах и начала решать эти проблемы самостоятельно. Так появились экопоселения, созданные жителями городов, со своей историей, культурой, наукой и образом жизни» [6].

Примером создания экопоселения является поселение Никольское в Куркинском районе Тульской области, расположенное на склонах холмов у истока речки Птань, на месте заброшенных деревень. В поселении широко развит туризм. Туристам предлагают снять домик, возможен вариант с питанием, покататься на лошадях отдохнуть у воды, посетить различные курсы, такие как рогозоплетение, лозоплетение.

Интересен пример создания музейного комплекса «Куликов поле» на месте заброшенной деревни Моховое Куркинского района Тульской области.

С 1996 года, когда жители покинули Моховое, строения деревни разрушились, лишь в шести местах удалось с помощью археологических методик раскопать фундаменты и части стен жилых и хозяйственных построек из белого известняка. Поэтому все дома деревни были выстроены заново. В их собственных именах увековечена память людей, владевших домами и землями в Моховым в различные исторические периоды: «Игнашкин дом», «Агапов дом», «Федоров дом», «Симонов дом» и т.д. В 2018 году был восстановлен дорожный знак «Моховое».

Таким образом, реализация указанных выше путей использования земель заброшенных населенных пункты предполагает их изъятие у собственников и перевод из категории земель населенных пунктов в другие. Для этого потребуются продуманные планы этих мероприятий на уровне муниципальных образований и региона.

## Список литературы

1. Артищев, В.Е. Особенности размещения постселитебных земель в Белгородской области / В.Е. Артищев // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: Материалы VI Междунар. науч. конф. – М.; Белгород: Константа, 2015. – С. 171-173.

2. Артищев, В.Е. Постселитебные геосистемы Белгородской области: физико-географическая характеристика и перспективы экологической реабилитации / В.Е. Артищев, П.В. Голеусов // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11-2. – С. 334-338.

3. Биркин, Б.М. Модель ингибирования автогенной сукцессии восстановления растительности на месте заброшенных деревень в горно-лесной зоне Южного Урала / Б.М. Биркин, Н.М. Сайллиулина, С.М. Ямалов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2006. – №2. – С. 522-526.

4. Всероссийская перепись населения. Группировка сельских населенных пунктов по численности населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/Documents/Vol1/pub-01-09.pdf (дата обращения: 01.12.2020).

5. Лесникова, В.В. Восстановительные сукцессии на территории заброшенных деревень Орловской области / В.В. Лесникова, Г.А. Иглатова // RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE REVIEW. – 2015. – Т. 5. – № 5-1. – С. 114-115.

6. Метелкин, А.Н. Современные экопоселения – реальная альтернатива урбанизации / Метелкин А.Н. // Экология урбанизированных территорий. – 2011. – № 1. – С. 13-19.

7. Стаценко, Е.А. Планирование объектов экологического каркаса в структуре землеустройства Белгородской области: автореф. дис. … канд. географ. наук: 25.00.26 / Е.А. Стаценко; Белгородский государственный национальный исследовательский университет. – Белгород, 2012. – 24 с.

8. Юровских, Е.В. Зарубежный опыт использования брошенных сельскохозяйственных угодий / Е.В. Юровских, А.Г. Магасумова, Г.А. Кутыева // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. № 2 (38). С. 123-126.

9. Eriksson, E. Effects of rotation period on biomass production and atmospheric $CO_2$ emissions from broadleaved stands growing on abandoned farmland [Текст] / E. Eriksson, T. Johansson // Silva fennica. – 2006. – V 40 (4). – P. 603-613.

10. Jakubowskiz, G. Mozliwosci intensywnei uprawy I brzozy na gruntach porotnych [Текст] / G. Jakubowski, K. Sobczak // Prace instytutu badawezego Lesnictwa. – 1999. – V 882. – P. 61-93.

11. Zaleski, A. Przydatnose rozhego typ u sadzonek do zakladania uprav plantacyinych iedlicy I swierka na gruntach porotnich [Text] / A. Zaleski, W. Kahtorowiez // Prace instytutu badawezego Lesnictwa. – 1996. – V. 882. – P. 81-89.

УДК 622.02:531

## К ВОПРОСУ УПРОЧНЕНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПОРОД

**Аникеев А.А.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: Geoartanik@mail.ru*

Данная статья посвящена вопросам устойчивости специфических грунтов. В статье рассмотрены некоторые группы грунтов этого класса как основания различных инженерных зданий и сооружений, потенциально способных изменить или уже изменивших свои характеристики и свойства в связи с различными внешними воздействиями, а также метод решения данной инженерной задачи из области технической мелиорации грунтов.

Ключевые слова: специфические грунты, инженерное сооружение, мел, карст, параметры, процессы, факторы, инъекционный раствор, инъектор, закрепление, нагнетание.

Специфические грунты – многокомпонентные, динамичные системы с особенными физико-техническими и химическими свойствами, изменяющиеся в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека. К ним относят техногенные, просадочные, набухающие, органические, многолетнемерзлые, органоминеральные, засоленные, а также элювиальные [1]. Такие грунты легко меняют свои характеристики и свойства во времени, по срокам соизмеримыми со сроками службы инженерных объектов и сооружений. Особенно характерно это прослеживается в изменении

структуры в результате замачивания, динамических нагрузок, а также иных внешних воздействий. Подобные структурные изменения связаны, прежде всего, с природными факторами (литолого-петрографический состав, особенности геологического строения), а также техногенными (этапы проектирования, строительства и эксплуатации инженерного объекта или сооружения) [3].

Данные структурные изменения грунтов, являющихся основанием инженерных сооружений в последнее время можно часто определить по характерным «следам»: трещинам, проявляемым на кирпичах, штукатурке, подпорных стенках, плитах-перекрытиях, так же можно судить по деформированным металлическим конструкциям, нарушенной целостности декоративной или несущей части стены, проявлением просадок вблизи инженерного сооружения[6]. Подобные признаки можно увидеть на некоторых объектах гражданского назначения города Белгород. Одним из таких объектов является жилой многоэтажный дом, расположенный по улице 5 августа. На аварийном участке сильно повреждена подпорная стена, появились трещины на здании, разрушен асфальт и отмостки.

*Рис. 1* Разрушенная часть асфальта

*Рис. 2* Повреждения подпорной стены (вид сверху)

*Рис. 3* Фрагмент отмостки

*Рис. 4* Повреждения подпорной стены (вид снизу)

Для определения инженерно-геологической характеристики подобных проблемных грунтов на специальных приборах в лабораторных и полевых условиях определяют гранулометрический состав, пределы прочности на одноосное сжатие в двух состояниях (сухом и водонасыщенном), пористость, водопроницаемость, степень выветрелости, степень трещиноватости, суммарное сопротивление разрушению при разработке, а также химическую стойкость грунтов против агрессивных вод и пр. [2], [10], [3], [5]. Последнее особенно актуально для меловых и мел-мергельных пород, которые широко распространены в Белгородской области. Мел – полускальная неслоистая тонкозернистая слабосцементированная порода чаще всего белого, но также и желтовато-серого цветов. Данная порода преимущественно состоит из тонких зерен и обломков кальцита, остатков кокколитов и фораминифер. Главная специфическая особенность мела состоит в том, что он очень активно впитывает воду, и в водонасыщенном состоянии показатели прочности коренным образом (в 2.5-3 раза) отличаются от показателей, которые получаются в сухом состоянии. Еще одной неприятной специфической особенностью является то, насколько сильно данный тип пород подвержен развитию карстообразований, а впоследствии водным эрозиям,

суффозиям и пр. [4]. На образование и последующее развитие таких процессов часто оказывают влияние целые комплексы естественных и искуственных факторов [7], [8]:

1. Литологические
2. Биологические
3. Тектонические
4. Климатические
5. Геоморфологические
6. Техногенные
7. Механические

В настоящее время карстовые и суффозионные процессы часто возникают как раз из-за техногенных и механических факторов. Статистика показывает, что техногенное воздействие, часто обусловленное утечкой вод, прокладкой теплотрасс, различных водотранспортирующих коммуникаций (ливневки, канализации, водопроводы и пр.) и является катализатором карстово-суффозионных явлений, так как транспортируемые воды или жидкости носят агрессивный характер, повышенную температуру, которые в случае утечки многократно повышают интенсивность агрессивной среды. Многообразие факторов обуславливает сложность прогнозирования карстообразования.

Рассчитывая получить определенные физико-технические параметры горных пород после обработки, стоит принимать во внимание их генетическую принадлежность и географическую приуроченность. Поэтому, проводя инженерные изыскания для установления максимально точных параметров горных пород, а также их физико-технических и химических свойств по нормативным документам [11] рекомендуется проводить следующие типы работ:

1. Произвести сбор и обработку материалов прежних лет.
2. Произвести полевые, геофизические, гидрогеологические и сейсмологические исследования, а также полный лабораторный комплекс работ, проводимых с образцами горных пород и подземных вод.
3. Произвести обследование грунтов оснований существующих зданий и сооружений.
4. Провести: камеральную обработку материалов, составление прогноза инженерно-геологических условий, работы по оценке опасности и риска геологических и инженерно-геологических процессов и составить технический отчет.

Особое внимание следует уделить сложности инженерно-геологических условий и уровню ответственности проектируемых зданий и сооружений [12], с акцентом на способ ликвидации структурной неустойчивости пород их оснований. Кроме того, существуют инженерные объекты, которые уже были возведены конструктивно неверно. Для таких инженерных сооружений существуют целые комплексы восстановительных методов, однако в данном случае как для возводимых, так и для уже возведенных сооружений предлагается использовать инъекционный способ восстановления устойчивости специфических грунтов. Использование таких современных технологий глубинной обработки грунтов позволяет достигать существенного экономического эффекта, обеспечивая при этом высокие темпы решения поставленных задач.

Для того, чтобы тщательнее подобрать необходимый тампонажный раствор, вещества-отвердители, выбрать наиболее оптимальные параметры закачки инъекционного раствора и необходимые присадки, которые помогут тщательнее заполнить существующие трещины и пустоты, а также наиболее оптимально распределиться раствору в разных частях основания целесообразно создать объемно-динамическую модель, на которой грунты и геологические обстановки будут представлены в нетронутом и нагруженном состояниях.

Технологически закрепление грунтовых массивов на глубину до 30 метров целесообразно производить с помощью прочного инъектора, выполненного из цельнотянутых труб диаметром 58-62мм. Перфорированная часть такого инъектора имеет длину 1.5–2.0 м. Отверстия в инъекторах закрыты резиновыми кольцами, работающими как система клапанов. Это позволяет избегать излишнего засорения и стабильно поддерживать качество пропитки растворами закрепляемого массива. Доставку таких инъекторов предпочтительно производить при помощи гидравлических или гидропневматических буровых станков. При закреплении полускальных трещиноватых пород бурение производится циклично, заходками, глубина которых, как правило, составляет 2-5 м. Подведение инъекционного раствора к инъектору осуществляется с помощью регулирующей сети, состоящей из труб или резиновых шлангов, соединенных при помощи муфт и кранов. В таких сетях обязательно устанавливаются измерители расхода жидкости, приборы поддержания необходимого давления в сети. Шланги и трубы изготавливаются с толстыми стенками, способными выдержать давление порядка 3 МПа, внутренний диаметр составляет 25 мм. Нагнетание растворов производится с помощью насосов, которые должны отвечать следующим требованиям:

1. Регулирование подачи раствора от 5 до 20 л/мин.
2. Обеспечение рабочего давления 1 МПа и более (в случаях, когда это необходимо).
3. Все узлы и агрегаты должны быть изготовлены металла неподверженного коррозии.

Приготовление инъекционных растворов требует точного соблюдения дозировки всех компонентов и плотности. С этой целью используются растворные узлы, оборудованные растворомешалками. Весь процесс должен находиться под постоянным геотехническим контролем за качеством приготавливаемых растворов.

При приготовлении инъекционных растворов учитываются следующие свойства и параметры:

1) Высокая степень взаимодействия инъекционного раствора и закрепляемого массива.
2) Низкие значения плотности и вязкости. Чем ниже данные значения – тем больше радиус закрепления.
3) Высокие значения прочности и гидроустойчивости.
4) Неагрессивность к бетонам и металлам.
5) Долговечность.
6) Недефицитность компонентов, нетоксичность.
7) Сравнительно низкая стоимость.

Ни один из ныне существующих инъекционных растворов не может быть определен как идеальный, т.е. полностью соответствующий всем вышеперечисленным требованиям. Так же стоит помнить, что подбор типа инъекционного раствора и его рецептур напрямую зависит от типов пород, которые будут подвержены закреплению [9].

## Список литературы

1. ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация (с Поправкой)», – М.: Издательство стандартов, 2018г.
2. ГОСТ 5180-84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик», – М.: Издательство стандартов, 1984г.
3. Овчинников А.В., Решетов И.К., Яковчук М.М., «Особенности геологического строения мел-мергельной толщи пород в целях использования их в качестве основания зданий и сооружений», // Горный информационно-аналитический бюллетень, №1, 2007.

4. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н., Манышев В.В., «Развитие и распространение карстовых процессов и их районирование, и инженерно-геоморфологическая оценка на территории белгородской области», // Научные ведомости Белгу, №4, 2016 г.

5. Овчинников А.В., Ермолович Е.А., Лычагин Е.В., «Лабораторные работы по определению физико-механических характеристик грунтов»: учебное пособие, Белгор. гос. нац. исслед. ун-т, Фак. гор. дела и природопользования. Каф. приклад. геологии и горн. дела. - Белгород, 2015 г. – 236с

6. Передельский А.В., Приходченко О.Е., «Инженерная геология»: учебник для студентов строительных специальностей вузов, Ростов/Д. "Феникс", 2006 г. - 448 с.

7. Дунаев В.А., «Общая геология»: учебник для вузов, Изд-во БелГУ, 2008. – 308 с.

8. Бурлуцкая И.П., «Общая геология»: учебное пособие для вузов, Изд-во БелГУ, 2009 г. – 231с.

9. Воронкевич С.Д., «Основы технической мелиорации грунтов»: учебник для вузов, Издательство Науч. мир, 2005 г. – 448с.

10. ГОСТ 30416-2012 «Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения», – М.: Издательство стандартов, 2012г.

11. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства», – М.: Издательство стандартов, 1997г.

12. ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования», – М.: Издательство стандартов, 2010г.

УДК 470.324

# ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА

**Долженко Д. В.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: darya.dolzhenko.00@mail.ru*

В настоящее время в связи с возрастанием антропогенной нагрузки, повышается роль особо охраняемых природных территории (ООПТ). Территории, которые отведены под ООПТ частично или полностью изымаются из хозяйственного пользования. Для России создание особо охраняемых природных территорий способствует не только сохранению биологического разнообразия и ландшафтной уникальности, но и для экономического развития, которому способствует развитие туризма [9-11]. Рассмотрим историю создания ООПТ и анализ земельного фонда, основные проблемы развития и перспективы развития.

В 1995 году в России был принят закон «Об особо охраняемых природных территориях». Начал функционировать комитет по заповедникам. Он должен был осуществлять государственное управление системой заповедников. На протяжении всего времени происходило её развитие и укрепление материальной базы. История создания особо охраняемых природных территорий очень тесно связана с развитием идей охраны природы и развитием системы особо охраняемых природных территорий [7, 12]. Система ООПТ за рубежом сформировалась давно (в период возникновения буржуазных отношений) и шла в основном по пути создания и развития системы национальных парков, то есть изъятия земельных участков из частной собственности, передачи их нации для защиты этих территорий от коммерческой эксплуатации и показа природных достопримечательностей широкому кругу людей [3].

Согласно мировым представлениям, общая площадь особо охраняемых природных территорий должна быть не менее 30 % от общей площади территории, а уровень покрытия должен составлять на каждой территории не менее 10 %. На территории Центрально-Чернозёмного района исходя из таблицы 1. уровень покрытия составляет всего 1,88 %. Основой оценки является показатель уровня покрытия, представленный С.В. Лупачевой [6]:

$$\text{Ур. покрытия} = \frac{S_{\text{ООПТ}}}{S_{\text{региона}}} \times 100\% \qquad (1)$$

где $S_{\text{ООПТ}}$ – общая площадь ООПТ, расположенных на территории региона;
$S_{\text{региона}}$ – общая площадь региона.

Таблица 1

Уровень покрытия ООПТ на территории Центрально-Чернозёмного района

| Территориальная единица | Общая площадь, тыс. га | Площадь ООПТ, тыс. га | Уровень покрытия, % |
|---|---|---|---|
| Центрально-Чернозёмный район | 16770 | 315,52 | 1,88 |
| Белгородская область | 2710 | 14,50 | 0,54 |
| Воронежская область | 5240 | 40,92 | 0,78 |
| Курская область | 2980 | 16,76 | 0,56 |
| Липецкая область | 2410 | 110,72 | 4,59 |
| Тамбовская область | 3430 | 132,62 | 3,87 |

Для анализа особо охраняемых природных территорий так же стоит учитывать Уровень экологической безопасности населения [6]. Системы ООПТ только тогда могут быть эффективны, когда они составляют единую взаимодействующую сеть, интегрированную в жизнь местного сообщества [7, 11, 14]. Для оценки гармоничности развития общества относительно окружающей среды, используется формула для расчёта уровня экологической безопасности населения:

$$\text{Ур. эк. безопасности} = \frac{S_{\text{ООПТ}}}{\text{Числ.насел.}} \qquad (2)$$

где: SООПТ – общая площадь ООПТ, расположенных на территории региона;
Числ. насел – общая численность населения региона

Согласно таблицы 2, где отражен уровень экологической безопасности населения территории Центрально-Чернозёмного района, ЦЧР относится к районам, где уровень экологической безопасности населения ниже 1 (га/чел).

Таблица 2

Уровень экологической безопасности населения территории Центрально-Чернозёмного района

| Территориальная единица | Численность населения, тыс. чел | Площадь ООПТ, тыс. га | Уровень экологической безопасности населения, га/чел |
|---|---|---|---|
| Центрально-Чернозёмный район | 7065,97 | 315,52 | 0,04 |
| Белгородская область | 1541,26 | 14,50 | 0,01 |
| Воронежская область | 2305,61 | 40,92 | 0,02 |
| Курская область | 1096,49 | 16,76 | 0,02 |
| Липецкая область | 1128,19 | 110,72 | 0,10 |
| Тамбовская область | 994,42 | 132,62 | 0,13 |

Соответственно, возникает необходимость принимать решения о развитии систем ООПТ и создании на данной территории новых особо охраняемых природных объектов

[5, 9-10]. При этом Центрально-Чернозёмный район богат практически всеми видами ООПТ. Согласно рис.1. ООПТ Центрально-Чернозёмного района располагается следующим образом:

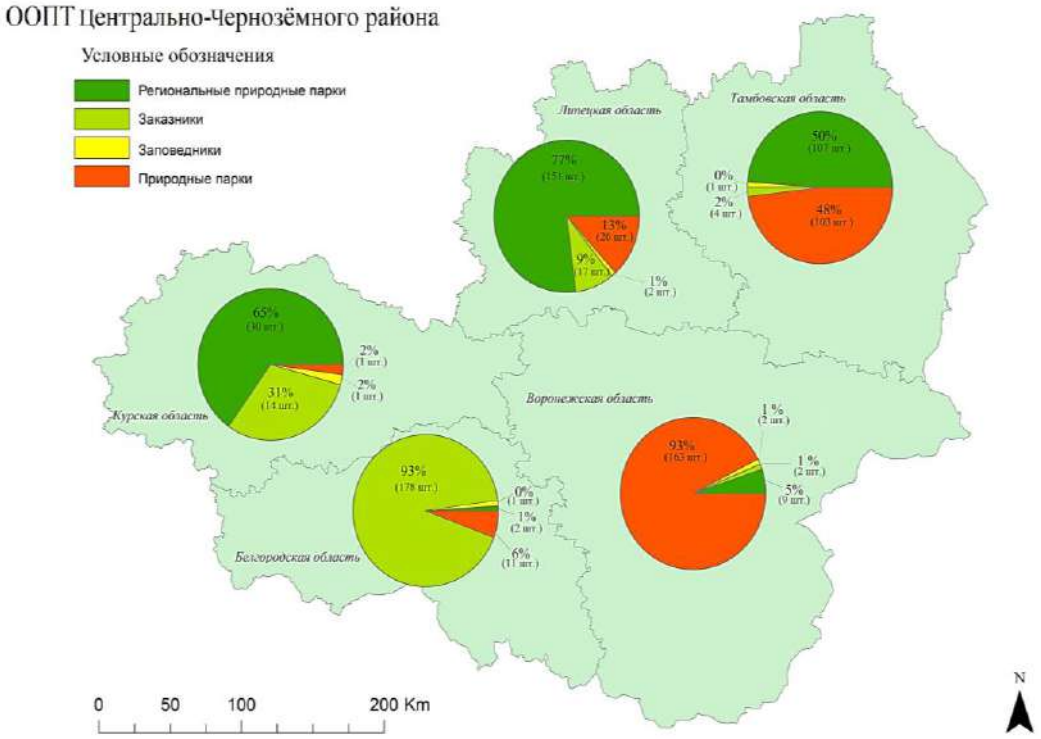



*Рис. 1.* Особо охраняемые природные территории Центрально-Чернозёмного района

- Региональные природные парки: Белгородская область имеет 2 объекта, которые в процентном соотношении от других разновидностей ООПТ составляет 1%; в Курская область 30 объектов (65%); в Липецкой области 151 объект (77%); Тамбовская область 107 объектов (107%); Воронежская область 9 объектов (5%).
- Заказники: Белгородская область имеет 178 объекта, которые в процентном соотношении от других разновидностей ООПТ составляет 93%; Курская область 14 объектов (31%); в Липецкой области 17 объектов (9%); Тамбовская область 4 объекта (2%); Воронежская область 2 объекта (1%).
- Заповедники: Белгородская область имеет 1 объект, которые в процентном соотношении от других разновидностей ООПТ составляет 1%; Курская область 2 объекта (1%); в Липецкой области 1 объект (1%); Тамбовская область 1 объект (1%); Воронежская область 2 объекта (1%).
- Природные парки: Белгородская область имеет 11 объектов, которые в процентном соотношении от других разновидностей ООПТ составляет 6%; Курская область 1 объект (2%); в Липецкой области 26 объектов (13%); Тамбовская область 103 объекта (48%); Воронежская область 163 объекта (93%).

На рисунке 2. представлены основные проблемы, препятствующие эффективному функционированию сети ООПТ

Выделенные проблемы требуют незамедлительного решения [2, 5, 7], во многом способствовать этому будет разработка и реализация Стратегии развития ООПТ РФ и принятых на ее основе региональных концепций развития региональных сетей ООПТ [4, 8-9, 13].

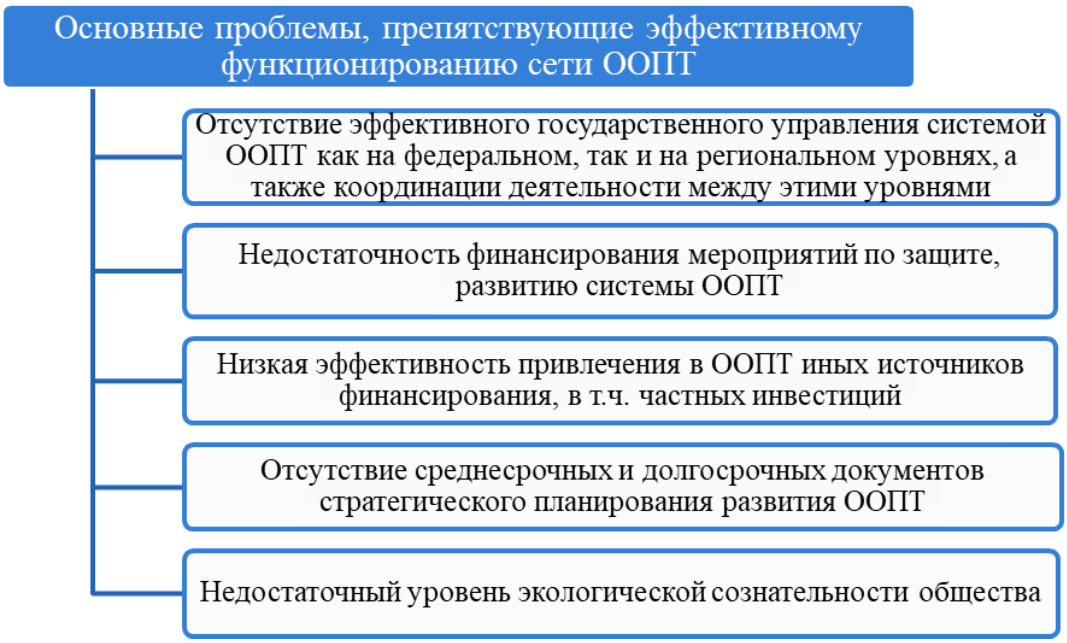



*Рис. 2.* Проблемы, препятствующие эффективному функционированию сети ООПТ [11]

**Список литературы**

1. Актуальные вопросы развития системы особо охраняемых природных территорий. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.hintfox.com/ (дата обращения: 09.06.2021).

2. Долженко Д.В. Антропогенная нагрузка на особо охраняемую территорию «Лес на Ворскле» / Д.В. Долженко // Молодёжь, наука, образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: материалы II Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2021. – С. 267-270.

3. История создания особо охраняемых природных территорий. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.hintfox.com/ (дата обращения: 09.06.2021).

4. Лопина Е.М. Эстетическая оценка территории ботанического сада НИУ «БелГУ» / Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов, В.К. Тохтарь // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 24 (167). – С. 77-82.

5. Лопина Е.М. Роль ООПТ в развитии экологического туризма в Белгородской области / Е.М. Лопина, М.Н. Сапрыкина // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы. – 2012. – № 1. – С. 171-175.

6. Лупачева С.В. Проблемы и перспективы развития системы особо охраняемых природных территорий Российской Федерации / С.В. Лупачева // Экономические и социальные проблемы развития Европейского Севера. – Архангельск, 2007. – С. 76-81.

7. Юдина Ю.В. Геоэкологические эффекты совершенствования региональной сети особо охраняемых природных территорий / Ю.В. Юдина // Мировая экологическая повестка и Россия: материалы Всероссийской научной онлайн-конференции с международным участием. – Москва, 2020. – С. 185-189.

8. Юдина Ю.В. Геоэкологический подход к пространственному формированию региональной сети особо охраняемых природных территорий / Ю.В. Юдина // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VII Международной научной конференции (памяти проф. Петина А.Н.). – Белгород, 2017. С. 495-501.

9. Юдина Ю.В. Ландшафтно-геоэкологические аспекты обоснования региональной сети природных парков (на примере Белгородской области): Автореф. дисс. ... канд. географ. наук: 25.00.36. – Белгород: ИД «БелГУ». 2019. 19 с.

10. Юдина Ю.В. Ландшафтно-геоэкологическое обоснование региональной сети природных парков / Ю.В. Юдина // Науки о Земле: от теории к практике (Арчиковские чтения – 2020): материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 175-летию Русского географического общества и 95-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Е.И. Арчикова. – Чебоксары, 2020. – С. 458-464.

11. Юдина Ю.В. Ландшафтное и рекреационно-туристское обоснование оптимальной сети региональных природных парков (на примере Белгородской области) / Ю.В. Юдина // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 7. – С. 49-53.

12. Юдина Ю.В. Пространственная организация лесостепных ландшафтов юго-запада среднерусской возвышенности / Ю.В. Юдина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 618.

13. Яковлева И.А. Актуальные вопросы развития системы особо охраняемых природных территорий // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-2. – С. 438-443.

14. Yudina Y.V. Ensuring a rational nature management in the transition of land use onto the basin principles and organization of large nature protection areas // Y.V. Yudina, A.G. Narozhnyaya, A.G. Bunyaeva, Y.V. Pavlyuk– International Jou rnal of Green Pharmacy. – 2017. – Vol. 11. – № 3. – P. 543-548.

УДК 502.4

# СОВРЕМЕННАЯ СЕТЬ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ

**Долженко Д.В.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: darya.dolzhenko.00@mail.ru*

*Природные парки* являются особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) регионального значения, в границах которых выделяются зоны, имеющие экологическое, культурное или рекреационное назначение, и соответственно этому устанавливаются запреты и ограничения экономической и иной деятельности [1, 8, 10].

Сеть региональных природных парков, которые являются неотъемлемой частью ООПТ Центрального Черноземья, включает 299 парков. Основная цель их создания:

- сохранение природных комплексов и объектов в естественном состоянии, восстановление и воспроизводства природных ресурсов;
- упорядочение использования земель рекреационного и оздоровительного назначения;
- разработка и внедрение эффективных методов охраны природы и поддержание экологического баланса в условиях рекреационного использования территории;
- осуществление экологического мониторинга;
- организация экологического просвещения.

На картосхеме можно наблюдать, что наибольший процент региональных природных парков в Липецкой области, их больше и в доле от общей площади всех ООПТ (см. рис. 1). Чуть меньший процент региональные парки имеют в структуре ООПТ

Курской области – это 65%. Около половины всех охраняемых территорий приходится на региональные парки в Тамбовской области, их число практически равно числу природных парков. Малые доли региональные парки имеют в структуре ООПТ в Воронежской и Белгородской областях, количественно в этих регионах преобладают природные парки в Воронежской и заказники в Белгородской.

*Рис. 1.* Распределение региональных природных парков Центрального Черноземья, составлено автором

Региональные природные парки позволяют гармонично сочетать охрану и воспроизводство биологических ресурсов, поддержать природное биоразнообразие и разнообразие ландшафтов с учетом возможных рекреационных нагрузок [8, 11, 15]. Но есть и проблемы, которые остро встают перед ними:

- недостаточность финансирования мероприятий по защите, развитию системы ООПТ;
- низкая эффективность привлечения в ООПТ иных источников финансирования, в т.ч. частных инвестиций;
- несовершенство нормативной и правовой базы управления системой ООПТ, отсутствие законодательного закрепления таких базовых понятий, как «система ООПТ», структура управления ООПТ; наличие пробелов и противоречий в действующем законодательстве;
- отсутствие среднесрочных и долгосрочных документов стратегического планирования развития ООПТ;
- нерешенные вопросы управления земельными ресурсами в границах ООПТ;
- недостаточный уровень экологической сознательности общества [1-2].

Принимая во внимание современные реалии, возникает потребность в совершенствовании сети охраняемых природных территорий Центрального Черноземья. В первую очередь стоит заняться коррекцией существующих слабых сторон и недостатков ООПТ. Второй важной задачей должна стать реставрация и реинтродукция

биоты и экосистем. Во внимание следует принимать биогеографические и ландшафтно-экологические положения и их специфику. Все это в совокупности гарантирует реализацию верных приоритетов по вопросам охраны природных экосистем.

Важно отметить, что использование природных парков в качестве ООПТ для Центрального Черноземья является новым подходом. В связи с этим следует обратиться к трактовке данного термина «охраняемые ландшафты» в общей мировой практике, а именно международного союза охраны природы. Первым признаком охраняемого ландшафта выступает существенное биоразнообразие. Второй важной составляющей является высокая ценность с точки зрения экологического, эстетического и культурного значения. Причём, необходимо сочетание и взаимодействие обоих элементов [3].

Кроме того, эти ООПТ могут быть использованы для решения разнообразных проблем в сфере охраняемых ландшафтов:

- за счёт сохранения природного ландшафта и традиций классического использования ресурсов природы реализовывать плодотворное сосуществование природы и технических достижений человека:
- служить примером реализации такого жизненного уклада и хозяйственной деятельности, которые не будут противоречить естественным природным процессам;
- создавать условия для функционирования соответствующих природному потенциалу территории форм туризма и рекреационной деятельности.

Что касается вопросов территориального расположения, здесь существует два варианта для функционирования природных парков. Для их работы выделяются специальные территории, находящиеся в их бессрочном пользовании. Природные парки также могут находиться на территории, принадлежащей другим землепользователям [11]. Однако все пользователи, а также находящиеся на данной территории организации находятся в условиях необходимости согласования любых действий с администрацией парка.

Перед природными парками регионов стоят следующие задачи:

а) сохранение природной среды и природных ландшафтов;

б) создание условий для отдыха и сохранение рекреационных ресурсов;

в) разработка и внедрение эффективных методов охраны природы и поддержание экологического баланса в условиях рекреационного использования территории [7].

Задачи региональных природных парков определяет режим их охраны и использования территории, а также наличие различных функциональных зон: заповедной, историко-культурной, рекреационной, а также агрохозяйственной и др. В соответствии с конкретными природными, социально-экономическими и историческими условиями определяется перечень функциональных зон для каждого парка [8, 10, 13]. Региональные парки должны в основном включать в себя те угодья, которые находятся в собственности региона (равно как и национальные парки должны располагаться на федеральных землях и акваториях). По существу, именно это условие является важнейшей предпосылкой для обеспечения нормального функционирования природного парка [5, 8-9, 11].

Огромную роль для стимулирования процесса создания первых природных парков в Центрально-Чернозёмном районе (ЦЧР) сыграли различные региональные законодательные акты, напрямую касающиеся проблемы особо охраняемых природных территорий.

К настоящему времени в ЦЧР насчитывается не менее 200 природных парков, причем большинство их создано в Липецкой области. В идеале же для каждой области следовало бы разработать свою персональную схему размещения природных парков, в которой они заняли бы определенное место среди прочих ООПТ как федерального, так и регионального значения. Несомненно, что природные парки должны стать важнейшими ядрами региональных экологических каркасов.

Учитывая современную тенденцию, можно ожидать, что в перспективе число природных парков заметно увеличится и в конце концов существенно превысит общее количество парков национальных. При этом новые природные парки ЦЧР будут, очевидно, создаваться не только за счет выявления каких-то новых ценных территорий [16-17]. Весьма вероятно, что пополнение рядов природных парков вполне может произойти и за счет некоторых уже существующих национальных парков. Здесь идет речь о тех из них, которые, образно говоря, «не тянут» на высокое звание парка национального уровня – по причине ли ординарности своих природных и культурных ресурсов, ввиду сильной освоенности территории, слишком малых размеров, чрезмерно невыгодного географического положения и т. д.

Природные парки являются категорией, во многом схожей с парками национальными, и отсюда можно сделать вывод о том, что основные проблемы в их деятельности также будут аналогичными. В основном эти проблемы связаны с:

- противоречиями между природоохранными интересами и нуждами развития местного хозяйственного комплекса;
- противоречиями между природоохранными интересами и потребностями местного населения;
- противоречиями между интересами туристического бизнеса и охраны природы [2, 8, 15].

Отсюда следует, что разработка четкой нормативно-методической и правовой базы для природных парков сегодня особенно актуальна. Очевидно, что такая работа должна вестись с учетом региональной и местной специфики как природных, так и социально-экономических и этнокультурных условий [4, 6, 10, 12, 14]. Вместе с тем, в качестве основы должны быть взяты соответствующие статьи Закона РФ «Об особо охраняемых природных территориях».

При разработке научно-методической и правовой базы природных парков было бы также целесообразно в определенной мере использовать уже созданную и апробированную документацию по национальным паркам, лесопаркам, зеленым зонам, зонам отдыха и иным рекреационным территориям и объектам.

## Список литературы

1. Актуальные вопросы развития системы особо охраняемых природных территорий. Дата публикации: 2022 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://biodiversity.ru/

2. Долженко Д.В. Антропогенная нагрузка на особо охраняемую территорию «Лес на Ворскле» / Д.В. Долженко // Молодёжь, наука, образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: материалы II Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2021. – С. 267-270.

3. Особо охраняемые природные территории России. Дата публикации: 2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://geostudy.ru/

4. Лопина Е.М. Эстетическая оценка территории ботанического сада НИУ «БелГУ» / Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов, В.К. Тохтарь // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 24 (167). – С. 77-82.

5. Лопина Е.М. Роль ООПТ в развитии экологического туризма в Белгородской области / Е.М. Лопина, М.Н. Сапрыкина // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы. – 2012. – № 1. – С. 171-175.

6. Лопина Е.М. Эстетико-потребительские аспекты и проблемы организации и использования городских рекреационных пространств в районе КМА / Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов, И.А. Киреева-Гененко // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 666.

7. Природные (региональные) парки России. Дата публикации: 2019 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://biodiversity.ru/

8. Прокудина В.Е. Перспективы развития экологического туризма в парке регионального значения «Ключи» / В.Е. Прокудина, Е.М. Лопина, Т.Н. Фурманова // Региональные географические и экологические исследования: актуальные проблемы: материалы Всероссийской молодежной школы-конференции, посвященной 15-летию основания кафедры природопользования и геоэкологии и 10-летию возрождения деятельности Чувашского республиканского отделения ВОО «Русское географическое общество». – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2016. – С. 357-360.

9. Юдина Ю.В. Геоэкологические эффекты совершенствования региональной сети особо охраняемых природных территорий / Ю.В. Юдина // Мировая экологическая повестка и Россия: материалы Всероссийской научной онлайн-конференции с международным участием. – Москва, 2020. – С. 185-189.

10. Юдина Ю.В. Геоэкологический подход к пространственному формированию региональной сети особо охраняемых природных территорий / Ю.В. Юдина // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VII Международной научной конференции (памяти проф. Петина А.Н.). – Белгород, 2017. С. 495-501.

11. Юдина Ю.В. Ландшафтно-геоэкологические аспекты обоснования региональной сети природных парков (на примере Белгородской области): Автореф. дисс. ... канд. географ. наук: 25.00.36. – Белгород: ИД «БелГУ». 2019. 19 с.

12. Юдина Ю.В. Ландшафтно-геоэкологическое обоснование региональной сети природных парков / Ю.В. Юдина // Науки о Земле: от теории к практике (Арчиковские чтения – 2020): материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 175-летию Русского географического общества и 95-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Е.И. Арчикова. – Чебоксары, 2020. – С. 458-464.

13. Юдина Ю.В. Ландшафтное и рекреационно-туристское обоснование оптимальной сети региональных природных парков (на примере Белгородской области) / Ю.В. Юдина // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 7. – С. 49-53.

14. Юдина Ю.В. Обоснование заповедных ядер при функциональном зонировании природного парка «Хотмыжский» (Белгородская область) / Ю.В. Юдина // Актуальные проблемы развития науки и современного образования: материалы Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 321-323.

15. Юдина Ю.В. Пространственная организация лесостепных ландшафтов юго-запада среднерусской возвышенности / Ю.В. Юдина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 618.

16. Юдина Ю.В. Роль ландшафтных изысканий в геоэкологическом анализе территории на примере Белгородской области / Ю.В. Юдина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 140-144.

17. Yudina Y.V. Ensuring a rational nature management in the transition of land use onto the basin principles and organization of large nature protection areas // Y.V. Yudina, A.G. Narozhnyaya, A.G. Bunyaeva, Y.V. Pavlyuk– International Jou rnal of Green Pharmacy. – 2017. – Vol. 11. – № 3. – P. 543-548.

УДК 631.58

# РАЗВИТИЕ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

**Литвиненко Л.К.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: litvinenko_l@bsu.edu.ru*

В настоящее время проблема значительной негативной трансформации пахотных земель сохраняется для большинства основных сельскохозяйственных регионов России. За последние десятилетия в процессе интенсивного использования пахотных почв чрезвычайно сильное развитие получили деградационные процессы: эрозия и выпахивание, дегумификация; значительные площади пашни оказались заброшены. Традиционные рекомендации по почвозащитным севооборотам и агротехнике на современном этапе не в состоянии решить эколого-экономических задач, стоящих перед современным сельским хозяйством, развитие которого, в свою очередь, определяют задачи экологизации и интенсификации.

Опыт развития отечественного сельскохозяйственного производства свидетельствует о необходимости пошагового перехода к наиболее прогрессивным способам ведения хозяйствования, которые могли бы обеспечить рациональное использование природных ресурсов в рамках существующих агроэкологических ограничений, сохранение и воспроизводство плодородия почв, управление продуктивностью агроэкосистем. По признанию многих современных авторов эти задачи решает перевод земледелия на адаптивно-ландшафтную основу, разработка и внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛС) [2, 6, 9].

Концепция адаптивно-ландшафтных систем земледелия впервые была разработана В.И. Кирюшиным в 1993 году [3]. К ее созданию привело широкое распространение идей о главенствующей роли экологического подхода при разработке систем земледелия. С одной стороны, она являлась следующей эволюционной ступенью развития зональных систем, с другой – учитывала ее слабые стороны [3; 4].

Под современными адаптивно-ландшафтными системами земледелия понимают высокоразвитое, интенсивное, продуктивное, устойчивое, экологически безопасное и экономически эффективное производство высококачественной продукции при соблюдении принципа рационального природопользования [8].

Развитие адаптивно-ландшафтного земледелия создает предпосылки для оптимального использования почв и направленного регулирования их плодородия путем проектирования рационального размещения производства, организации территории, формирования пакетов технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Современные системы земледелия на адаптивно-ландшафтной основе направлены на снижение негативного антропогенного влияния на агроэкосистемы, расширяют возможности целенаправленного регулирования плодородия почвы и повышения экологической устойчивости агроландшафтов.

Разработка адаптивно-ландшафтных систем ведется при учете группы факторов, включающих: природные условия, природоохранные требования, агроэкологические требования сельскохозяйственных культур, уровень интенсификации производства, хозяйственный уклад, требования рынка. Таким образом, ландшафтно-экологический подход к их формированию был интегрирован с социально-экономическими факторами.

Проектирование АЛС включает три основных этапа [5]: 1) проведение агроэкологической типизации земель, которая подразумевает выделение агроэкологических типов и групп земель, а также других, более мелких составных

элементов агроландшафтов; 2) обобщение полученных данных в пространственных координатах в рамках геоинформационных систем; 3) выделение собственно агроэкологических типов и групп земель и разработка пакетов технологий возделывания районированных культур для различных агроэкологических типов земель и уровней интенсификации производства.

Таким образом, концепция адаптивно-ландшафтных систем является результатом ландшафтно-экологической детализации и хозяйственно-экономической адаптации ранее разрабатываемых зональных систем земледелия.

На сегодняшний день проекты адаптивно-ландшафтных систем разработаны практически для всех аграрных регионов России [3]. С начала XXI века коллективом Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии (ВНИИЗиЗПЭ) был подготовлен ряд основных методических материалов для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия [2]. Были созданы типология, ландшафтно-экологическая классификация земель.

В последние годы большинство из разработанных методических материалов успешно используется при подготовке и внедрении проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия на территории ряда регионов России (рис.1).

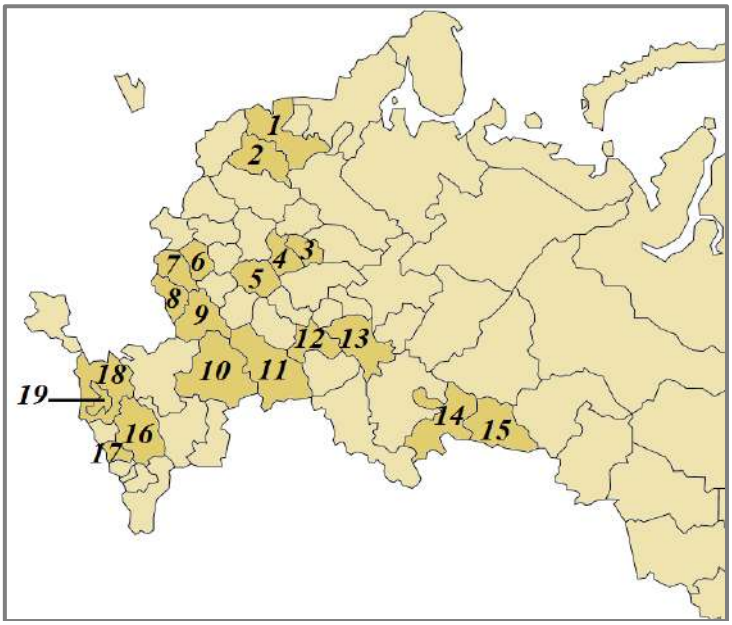



*Рис. 1.* Регионы России, в которых разработаны и внедряются проекты адаптивно-ландшафтных систем земледелия:

*1 – Ленинградская область, 2 – Новгородская область, 3 – Ивановская, 4 – Владимирская область, 5 – Рязанская область, 6 – Орловская 7 – Курская область, 8 – Белгородская область, 9 – Воронежская область, 10 – Волгоградская область, 11 – Саратовская область, 12 – Ульяновская область, 13 – Республика Татарстан, 14 – Челябинская область, 15 – Курганская область, 16 – Ставропольский край, 17 – Республика Кабардино-Балкария, 18 – Краснодарский край, 19 – Республика Адыгея [2]*

В.И. Кирюшин особо подчеркивает, что развитие адаптивно-ландшафтного земледелия требует организации, как на федеральном, так и на региональном уровнях [7]. И в последние годы региональный опыт организации адаптивно-ландшафтного земледелия приобрел особое значение для развития и внедрения систем земледелия на адаптивно-ландшафтной основе.

Так, В.И. Кирюшин в качестве примера успешной реализации внедрения АЛС на региональном уровне выделяет Белгородскую область [7] – традиционно земледельческий регион, один из крупнейших агропромышленных регионов страны.

Черноземные почвы, обладающие высоким естественным плодородием, в структуре почвенного покрова Белгородской области занимают около 80% ее территории, что явилось определяющим фактором, предопределившим ее специализацию на производстве сельскохозяйственной продукции. Область характеризуется высокой долей пашни в структуре земель, высокой степенью распаханности территории.

Для рационального использования земель в хозяйствах области, отличающихся сложным рельефом и наличием эродированных почв, для повышения продуктивности пашни важным условием является создание устойчивых агроландшафтов в условиях применения почвозащитных систем земледелия. По этой причине учеными-земледелами не одно десятилетие ведется успешная работа по разработке и усовершенствованию проектов и моделей систем земледелия на адаптивно-ландшафтной основе применительно к природно-экономическим условиям Белгородской области [1, 9].

Так, в 2012 г. В.Д. Соловиченко и С.И. Тютюновым был предложен проект адаптивно-ландшафтной системы земледелия для агроландшафтов Белгородской области, построенный на применении дифференцированной обработки и почвоохранных мероприятий земель для выделенных на территории области агроландшафтных типов и классов земель с учетом потребностей того или иного агроэкологического типа и класса земель [9]. В 2019 году В.И. Кирюшиным с соавторами была разработана новая Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия [1].

Результатом многолетнего труда наших исследователей В.И. Кирюшин отмечает решительный прорыв в применении адаптивно-ландшафтных систем на территории Белгородской области, «где разработанная система проектирования и освоения АЛС была сопряжена с крупными социально-экономическими преобразованиями, в том числе с развитием социальной инфраструктуры села, гармонизацией различных форм хозяйствования и др. …» [7].

В.И. Кирюшин также высказывается о том, что регион может выступать в качестве эталона организации работ по освоению адаптивно-ландшафтных систем земледелия и достижения высокой их эффективности [4]. При этом сегодня при проектировании адаптивно-ландшафтных систем в области активно применяются ГИС-технологии, в частности используется программное обеспечение собственной разработки [7].

*Проблемы и перспективы развития адаптивно-ландшафтного направления в современном земледелии.* Как отмечается в [6], длительный опыт кафедры почвоведения Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева по разработке и проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия в различных зонах и провинциях России представляет вполне конкретный интерес для развития этой работы в широких масштабах. Однако согласно [2], в настоящее время полноценное внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия остается достаточно трудной задачей.

По мнению автора концепции В.И. Кирюшина [7], научному сообществу необходимо в ближайшее время рассмотреть проблему дальнейшего развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия и обосновать создание научно-инновационных систем, включающих фундаментальные и прикладные исследования, инновационные и прикладные технологии. Однако для успешной реализации поставленной задачи необходимо обозначить, какие ключевые вызовы стоят перед учеными и которые в первую очередь необходимо решать.

Так, [2] выделяют следующие ключевые направления работы при реализации развития и внедрения АЛС в широких масштабах: 1) глобальная деградация почв, снижение их плодородия; 2) необходимость перевода земледелия на более высокий технологический уровень, позволяющий обеспечить продовольственную безопасность страны, рациональное землепользование, сохранение окружающей среды. Авторы также одним из ключевых

вопросов, требующих решения, указывают 3) необходимость развития и совершенствования информационно-технологического обеспечения земледелия.

Таким образом, на пути внедрения адаптивно-ландшафтного земледелия перед научным сообществом стоит ряд проблем, препятствующих успешному их внедрению в процесс отечественного сельскохозяйственного производства. Для широкомасштабного проектирования и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия, необходимо на региональном уровне [2]:

- продолжать работу по разработке и совершенствованию пакета почвоохранных технологий обработки пахотных почв, мероприятий по защите почв от деградации;
- развивать принципы экологизации и рационального землепользования при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия;
- необходимо совершенствовать системы формирования адаптивно-ландшафтного земледелия на основе использования современной базы данных и новых технологий проектирования, разрабатывать информационно-технологическое обеспечение, в т.ч. и на основе применения ГИС-технологий;
- проводить периодическое обновление нормативно-справочной информации по отдельным базовым элементам для корректировки разработанных систем на адаптивно-ландшафтной основе;
- создавать региональные инновационно-технологические центры, активизировать работу существующих инновационных центров по освоению, внедрению усовершенствованных АЛС и наукоемких агротехнологий в сельскохозяйственное производство.

## Список литературы

1. Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия / В.И. Кирюшин, С.В. Лукин, В.Д. Соловиченко [и др.]. – Белгород: «Константа», 2019. – 272 с.

2. Гостев А.В., Дубовик Д.В. Адаптивно-ландшафтное земледелие в России: основные вызовы XXI века. // Адаптивно-ландшафтное земледелие: вызовы XXI века: сб. материалов Междунар. научно-практ. конф., г. Курск, 12-14 сент. 2018 г. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2018. – С.3-12.

3. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. – Пущино: Пущин. науч. центр, 1993. – 63 с.

4. Кирюшин В.И. Классическое наследие и современные проблемы агропочвоведения // Почвоведение. – 1996. – № 3. – С. 269-276.

5. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 367 с.

6. Кирюшин В.И. Разработка и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в различных природно-сельскохозяйственных зонах // Известия ТСХА. – 2002. – № 1. – С. 36-53.

7. Кирюшин В.И. Состояние и проблемы развития адаптивно-ландшафтного земледелия // Земледелие. – 2021. – №2. – С. 3-7.

8. Основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия: метод. указания к лабораторным и практическим занятиям / сост. В.П. Василько, А.М. Кравцов, А.В. Сисо [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 66 с.

9. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Агроландшафты, агроэкологическая типизация земель и адаптивно-ландшафтная система земледелия Белгородской области: учеб.-производств. пособ. – Белгород: «Отчий край», 2012. – 56 с.

УДК 574 (472)

# БИОРАЗНООБРАЗИЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

**Магомедсаидова А.М.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: 1325102@bsu.edu.ru*

Биоразнообразие Республики Дагестан имеет уникальное значение. По разнообразию ландшафтов, богатству и эндемизму фауны и флоры Дагестан выделяется среди других регионов Российской Федерации и Северного Кавказа. Разнообразие животного мира Дагестана – результат уникального природно-географического положения республики. Это связано с тем, что присутствует вертикальная зональность. Горы располагаются с юга на север. По восхитительной прихоти матушки-природы на сравнительно небольшой территории есть и реликтовые субтропические леса, и песчаные пустынные зоны, и равнинные степные просторы, и высокогорные луга. Соответственно, никого не удивляет, что дагестанская фауна насчитывает несколько десятков тысяч беспозвоночных животных, около ста видов млекопитающих, более трехсот видов птиц и почти пятьдесят – пресмыкающихся и земноводных.

Дагестан в географическом отношении делится на предгорный, горный и высокогорный физико-географические пояса, в каждом из них имеются различные виды растительности [4]. По богатству реликтов и эндемиков Дагестан занимает одно из первых мест на Кавказе. На территории республики обитает 89 видов млекопитающих, что составляет 27 % от числа видов РФ, около 300 видов птиц, около 40 видов пресмыкающихся, 7 видов земноводных, более 50 тыс. видов насекомых [7]. В республике имеются акклиматизированные виды млекопитающих: пятнистый олень, ондатра, енотовидная собака, белка персидская, енот-полоскун. Численность редких видов: гигантская слепыш – 600 шт., перевязка – (60-80 шт.), кавказская выдра – (~70 шт.), безоаровый козел – 60 шт. В республике имеются большие резервы хозяйственного освоения диких животных в области разведения их в неволе и полуневольных условиях. Основной формой хозяйственного освоения диких животных является охотничье хозяйство, специализированное по охране, воспроизводству и рациональной добыче объектов охотничьей фауны.

В Дагестане произрастают около 4500 видов высших растений, из которых 1100 эндемиков. Среди 409 видов и форм древесных и кустарниковых растений обнаружено наличие 69 видов деревьев, 119 кустарников, 28 кустарничков, 59 полукустарничков и 16 лиан. На равнине растительность в основном полупустынная. В предгорном поясе (начиная с высоты 600 м) распространены луга и леса. В субальпийских и альпийских лугах преобладают овсяница, клевер, астрагал, скабиоза, горечавка и др. На высоте 3200–3600м преобладают мхи, лишайники и холодоустойчивые растения [1].

Среди краснокнижных животных Дагестана довольно много относящихся к семейству хищников. Родственница куницы, перевязка южнорусская, обитает на Терско-Кумской низменности. Там же можно встретить и энергичного запасливого степного хорька. А в убежищах у воды прячется от людей кавказская европейская норка. Количество особей кавказского барса, или переднеазиатского леопарда, на территории республики критически мало. Тем не менее есть свидетельства, что несколько особей еще живут на Дюльтыдагском массиве.

Немало в республике и подлежащих охране летучих мышей: европейская широкоушка, ночница Наттерера, гигантская вечерница, ночница Бехштейна. Из довольно редких грызунов здесь можно встретить гигантского слепыша, из землеройковых –

бурозубку Радде, из насекомоядных – малого крота. А с территории Азербайджана в Дагестан проник и такой удивительный зверек, как индийский дикобраз.

Всего на территории республики найдено около 30% позвоночных животных из общего числа занесенных в Красную книгу РФ. Если же учитывать и данные Красной книги Дагестана, то можно говорить о 45% от количества редких видов обитающих в России животных. Много в Дагестане и эндемиков, самые известные из них – кавказский тур, прометеева мышь, кавказский тетерев, кавказский улар. Из реликтов же в республике встречаются сайгаки, каспийский тюлень, пауки и скорпионы, а также несколько видов рыб, в том числе и из осетровых (белуга, осетр, севрюга) [5].

Видовой состав флоры и фауны республики делится на следующие области:

- Предгорный (равнинный) Дагестан;
- Горный Дагестан;
- Высокогорный Дагестан [2].

**Предгорный (равнинный) Дагестан.** Большая часть территории приходится на Северную область. Здесь представлены разнообразные ландшафты, наиболее характерными из которых являются: Ногайская степь; побережье Каспийского моря с песчаными берегами, лагунами и солоновато-водными заливами; пресноводные водоемы (озера, каналы) с обширными зарослями тростников и пойменные леса. В северной части на большой площади раскинулась Ногайская степь, где представлены сменяющие друг друга различные природные комплексы. Вся равнина имеет небольшой уклон в сторону моря, при этом большая часть территории расположена ниже уровня мирового океана. Существенную часть территории занимают крупные песчаные массивы – Кумские, Бажиганские и Терские.

Любую территорию более наглядно характеризует растительный и животный мир, являющийся неотъемлемой частью ее ландшафта. Ландшафты Северной области очень разнообразны, что, в свою очередь, определило богатое видовое разнообразие населяющих ее растений и животных.

Значительные площади этой низменности представлены полупустынями. Внешний облик, помимо полыни, определяют такие виды, как петросимония раскидистая, кермек Мейера и бескильница гигантская. Из кустарников встречаются тамарикс ветвистый, лох узколистный и некоторые другие. Вдоль небольших рек (Прорва, Таловка, Средняя и др.) растительность представлена лугами, в которых господствующую роль играет тростник обыкновенный со значительным участием других мезофитных злаков. Из разнотравья характерными являются алтей лекарственный, кендырь сарматский, чистец болотный, солодка голая и подмаренник болотный.

По прибрежной полосе рек Сулак и Терек развиваются солончаковатые и остепненные луга. В пойменных лесах низменности растут такие редкие виды орхидных, занесенные в Красную книгу РФ, как офрис кавказская, ятрышник пурпурный, ятрышник шлемоносный, ятрышник болотный. Из других краснокнижных видов здесь произрастают пион тонколистный, касатик низкий, тюльпан Геснера, безвременник яркий. Такие виды, как астрагал Лемана, касатик ложноаирный, занесены в Красную книгу Дагестана. В некоторых озерах произрастают реликтовые виды водной растительности.

В пойменных лесах и на лугах представлено множество различных насекомых, среди которых есть и такие редкие виды, как закавказский жук-олень, большой дубовый усач, закавказский носорог, пчела-плотник, мегахила округлая, махаон, траурница, малый ночной павлиний глаз, бражник мертвая голова. В степях и полупустынях обычны разнообразные прямокрылые – ктыри, богомолы, одиночные осы, муравьи. К числу редких видов относятся дыбка степная, сколия степная, ксилокопа фиолетовая. В реках,

каналах и озерах в составе фауны рыб отмечаются практически все виды пресноводных и полупроходных рыб, характерных для данной зоны Дагестана [9].

Самая многочисленная группа позвоночных животных – птицы. Они очень широко представлены во всех ландшафтах низменности.

Довольно разнообразна и фауна млекопитающих животных. Одним из крупных млекопитающих является кавказский благородный олень, популяция которого находится в критическом состоянии, в связи с чем олень включен в Красную книгу Дагестана. Численность этого вида в последнее время катастрофически снизилась и вряд ли превышает несколько десятков особей, что требует принятия срочных мер для его сохранения. Из других видов копытных встречаются кабан, изредка косуля. В лесу и зарослях кустарника обитают такие виды, как барсук, лесной кот и куница, но численность их здесь очень низка.

**Горный Дагестан.** Горный Дагестан представляет собой сложную горную территорию с высотами от 800 до 2800 м и занимает западную и центральную часть республики. Провинция ограничена на севере и востоке от Предгорного Дагестана хребтами – Андийским, Салатау, Гимринским, Чонкатау, Шамхалдаг; на юге и западе отделяется отрогами Бокового хребта от Высокогорного Дагестана.

К горно-степным и горно-луговым субальпийским черноземовидным почвам приурочены разнотравно-злаковые степи с нагорными ксерофитами, субальпийские остепненные луга и субальпийские луга в сочетании со степями.

На территории Горного Дагестана представлены лесные, луговые и горно-степные растительные сообщества. В нижнем поясе превалируют группировки нагорных ксерофитов. Разнотравье горных степей слагается преимущественно из представителей петрофильной флоры. Чаще других здесь представлены такие виды, как шалфей седоватый, эспарцет рогатый, иссоп узколистный и ряд других. Следует также отметить встречающиеся здесь кустарники – кизильник черноплодный, барбарис грузинский, пузырник восточный. Эти сообщества не занимают большой площади и распространены в основном на склонах южной и юго-западной экспозиции.

Из области ксерофитного Дагестана описано более 130 видов растений, многие из которых в своем распространении ограничиваются только Дагестаном. Здесь произрастает 43 эндемика флоры Дагестана, 21 из которых не выходит за пределы известняковой части. Это в основном высокоспециализированные и реликтовые виды. Так, из 12 видов этого рода, произрастающих у нас, 6 являются эндемиками Дагестана, 3 встречаются в приграничных районах Чечни и Азербайджана, но основной ареал их тоже приходится на Дагестан.

Сочетание скальных выходов и древесно-кустарниковых зарослей создало благоприятные условия для обитания многих видов птиц. Богато представлено семейство воробьиных – коноплянка, каменка (обыкновенная) и плешанка, горная трясогузка, корольковый вьюрок, оляпка и многие др. Обычны здесь каменная (кеклик) и серая куропатки; из хищных птиц – ястреб-тетеревятник и перепелятник, кобчик, чеглок, обыкновенная пустельга, клушица. К редким относятся черный гриф, белоголовый сип, стервятник, беркут, бородач, сокол-сапсан, подорлики [8].

Местная фауна амфибий и рептилий сравнительно бедна. Здесь встречаются следующие виды змей – узорчатый, оливковый и разноцветный полозы, два ужа (обыкновенный и водяной), а также смирный эйренис, медянка и гадюка Лотиева. Разноцветный полоз включен в Красную книгу Дагестана. Из земноводных обычны озерная и малоазиатская лягушки и зеленая жаба. В некоторых увлажненных местах, среди зарослей кустарников можно встретить древесную лягушку – квакшу Шелковникова. В реках, протекающих по территории Центрального Дагестана, обитают усач, голавль и форель, в некоторых озерах – карась, карп, сазан, толстолобик, белый амур, пескарь.

**Высокогорный Дагестан.** Наиболее контрастные, суровые и живописные территории Дагестана приходятся на зону высокогорий. К этой категории природного районирования относятся территории, где значительная площадь лежит на высоте выше 2000 м над уровнем моря [3]. В западной части Высокогорного Дагестана представлены все зональные элементы, характерные для высокогорных районов Кавказа, – сосновые и березовые леса, альпийские и субальпийские луга, скально-осыпная растительность субнивального пояса, снежники и ледники. Чистые сосняки развиты здесь редко и представлены только сосной Коха. Большие территории занимают сложные сосняки, в которых присутствуют березы. Подлесок представлен жимолостью кавказской и лесной, смородиной Биберштейна, черемухой обыкновенной, разными видами шиповника и ежевики.

Более 70% территории, расположенной выше 3000 м, приходится на сланцевые осыпи. Особенностью растительного покрова этих местообитаний является ярко выраженный высокий процент эндемизма. Более характерными видами цветковых растений здесь являются хохлатка альпийская, вероника мелкая, фиалка мелкая, смолевка низкая, котовник низкий, яснотка беловойлочная, кисличник высокий [6].

В Высокогорном Дагестане много редких видов. Это такие узколокальные виды, как первоцвет Юлии, горечавка лагодехская, первоцвет желтенький, сурепка крупноцветковая, гвоздика тляратинская и др.

Горные ландшафты высокогорной части Дагестана заселены типичными представителями высокогорной фауны Большого Кавказа. Это, в первую очередь, тур дагестанский, или восточно-кавказский каменный козел. Дагестанский тур является эндемиком фауны Кавказа, основное ядро популяции которого приходится на территорию Дагестана. Постоянный спутник туров – кавказский улар, или горная индейка. Кроме тура, здесь обитает и другой интересный вид из рода диких козлов. На обрывистых, скалистых берегах р. Аварское Койсу, обитает одна из наиболее многочисленных группировок редчайшего вида России – безоарового козла, включенного в Красную книгу России. Другие участки, где обитает этот козел, располагаются в пределах Цунтинского и Цумадинского районов Дагестана. Из-за браконьерства численность его остается очень низкой. В рододендроновых зарослях и на субальпийских лугах можно обнаружить еще одного представителя копытных – серну, ареал обитания которой в Дагестане приурочен к Главному Кавказскому хребту. В последние годы численность серны сокращается [9].

На территории высокогорий, особенно в местах высокой численности дагестанского тура, периодически отмечаются следы пребывания, а изредка наблюдают такого крупного хищника, как переднеазиатский леопард, известный среди местного населения как снежный барс. Этот редчайший вид в настоящее время находится на грани исчезновения, в связи с чем был занесен в Международную Красную книгу.

Из амфибий здесь обычны зеленая жаба и малоазиатская лягушка. Из змей можно встретить водяного и обыкновенного ужа, медянку, гадюку Лотиева, а также гадюку Динника, которая включена в Красную книгу России [5].

Природа Дагестана богата и разнообразна. По разнообразию растительно-климатических поясов Дагестан не имеет себе равных в России: от субтропического леса в устье реки Самур, пустынь и полупустынь на севере республики до высокогорных тундр и ледников. Дагестан уникален в флористическом плане. Своеобразность и необычность флоры Дагестана обусловлена древностью и длительностью периода ее существенного изменения и изоляции.

## Список литературы

1. Биоразнообразие и устойчивое развитие экосистем в Дагестане [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bioraznoobrazie-iustoychivoe-razvitie-ekosistem-v-dagestane.
2. География и природа Дагестана [Электронный ресурс]. – URL: http://www.e-dag.ru/o-dagestane/geografiya-i-priroda.html.
3. Дагестан. – [Электронный ресурс]. – URL: https://etokavkaz.ru/dagestan
4. Дагестан. – [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki
5. Красная книга Республики Дагестан. – Махачкала: Дагкнигоиздат, 1998. – 338 с.
6. Муртазалиев Р.А. Конспект флоры Дагестана. – Махачкала: Изд. «Эпоха», 2009. – 232 с.
7. Шахмарданов, З.А. Биоразнообразие и устойчивое развитие экосистем Дагестане / З. А. Шахмарданов. // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2009. – № 2. – С. 6.
8. Энциклопедия Кавказа. – [Электронный ресурс]. – URL: http://tanci-kavkaza.ru/krasnaya-kniga-dagestana/ (Дата обращения 05.05.2021)
9. Яровенко, Ю.А., Муртазалиев, Р.А. Уникальный мир флоры и фауны Дагестана. – Махачкала: Изд. «Эпоха», 2009. – 280 с.

# ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ БОЛОТ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

**Никишина А.А.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

Низкая заболоченность Среднерусской возвышенности являлась причиной отсутствия научного интереса к изучению болот на протяжении длительного времени. До начала 19 века сведения о болотах носят практический, но случайный, разрозненный характер (Юдина, 2015, Yudina, 2016). С одной стороны, болота рассматриваются как объекты осушения с целью последующего использования в сельском хозяйстве, о чем свидетельствуют публикации в «Земледельческом журнале» и «Земледельческой газете» в 1821, 1822 и 1835 гг. по Курской области. С другой стороны, болота – источник торфа для разных целей, включая металлургию.

В этот период болота начинают обследовать в ходе гидрологических и геологических экспедиций. Так, при изучении бассейнов рек показано распространение болот не только в пойме и на террасах, но и в логах и оврагах (Юдина, Украинский, 2015, 2019). Особенности геологического строения территории и возможность образования карстовых провалов, впоследствии способных заболачиваться, рассматриваются в работах А.А. Крубера (1900). При этом, появляются первые сведения о болотах как местах произрастания редких видов в Курской, Тульской, Орловской и Белгородской областях (Юдина 2019).

Научный подход к изучению болот связан с работами В.Н. Сукачева в начале 20 века, которые он проводил на болотах Курской области (Сукачев, 1903). Автором подробно описаны болота на разных геоморфологических уровнях с применением комплексного подхода, учитывающего растительность, ботанический состав и химические свойства торфов.

Особое внимание уделено Зоринским болотам – уникальному природному комплексу лесостепной зоны (Пьявченко, 1953; Золотухин, Злотухина, 2001).

Проведенные комплексные исследования явились основанием для охраны Зоринских болот в составе ЦентральноЧерноземного биосферного заповедника (с 1994 г.). Современное состояние болот отражено в специальном издании заповедника «Природные условия и биологическое разнообразие Зоринского заповедного участка в Курской области» (2001). Изучением болот Курской области также занимались Е.В. Оппоков (1910), В.В. Алехин (1926), А.В. Бельский (1928) и другие.

В Белгородской области исследования болот начаты также В.Н. Сукачевым (1903, 1906) с описания сплавинного болота Моховое в окрестностях Грайворона и Хотмыжских болот в долине реки Ворскла (Юдина, 2016, 2017аб, 2019; Юдина и др. 2016). Сфагновым болотам Северского Донца посвящены и работы Е.М. Лавренко (1936). Обзор болот на основе строения растительного покрова и торфяных залежей Орловской и, частично, Брянской областей проведен в работе М.М. Юрьева (1913). В этой работе приведены сведения о болоте Пальцо, а также описаны погребенные торфяники бассейна Оки.

Сведения о флоре болот Орловской области представлены М.Д. Залесским (1900). В дальнейшем, исследования продолжены и отражены в «Конспекте флоры Орловской губернии» (Хитрово, 1923). Разнообразие болот региона, подробное описание некоторых из них, включая динамику развития, показаны в «Природе Орловского края» (раздел «Растительность») (Хитрово, 1925).

В Тульской области большинство исследователей в конце 19 – начале 20 века описывали уникальность растительного покрова пойменного Лупишкинского болота (р. Дон, близ п. Епифань), характеризующегося сочетанием лесостепного, болотно-солончакового и бореального болотнолесного комплексов. Более поздними исследованиями А.К. Скворцова (1949) показана деградация болотных комплексов в результате торфоразработок.

Следует отметить, что в начале века болота использовали в качестве источника торфа и болотной руды, но масштабы добычи были невелики. Например, в Курской области до 1917 г. было разработано не более 500 га торфяников (Пьявченко, Савкин, 1937). Болота разрабатывали вручную, реже – машинным способом.

Промышленный интерес к болотам Среднерусской возвышенности как источнику торфа появился в послереволюционное время, что было связано с необходимостью его использования в качестве топлива. В период 20-30-ых гг. были проведены разведочные работы в регионах, составлены карты болот и кадастровые списки, что послужило основой материалов «Росторффонда» (подразделение «Росгеолфонда») (Пьявченко, Савкин, 1937; Пьявченко, 1941, и др.). Ресурсы торфа активно использовались в годы Великой Отечественной войны. Например, в Тульской области за время войны было добыто 160 тыс. тонн торфа.

В 60-70-ых гг. прошлого века интерес к использованию болот возрос повторно. Болота рассматривали в качестве сельхозугодий (после снижения уровня воды), а также источника торфа для приготовления удобрений. Большую работу в этом направлении провел Южный торфяной опорный пункт. Наибольшие площади нарушенных болот отмечены в Курской области, где выработано 12 тыс. га, осушено более 17 тыс. га для целей сельского хозяйства. В Орловской области площадь осушенных и выработанных торфяников составляет более 6 тыс. га. Даже в наименее заболоченном тульском регионе полностью выработанные болота составляют около 200 га и более 500 га эксплуатировались для сельско-хозяйственных целей. Результатом такого «практического интереса» к изучению болот явилась деградация многих болотных экосистем Курской, Тульской, Орловской, Липецкой и Воронежской областей. Однако, необходимо отметить, что торфоразработкам предшествовало изучение растительного

покрова болот и свойств торфяных отложений, что послужило стимулом для дальнейших научных изысканий.

На основе строения торфяных залежей и результатов ботанического анализа торфов проведена реконструкция развития болот лесостепной зоны. Вопросы генезиса болот рассматривают Н.И. Пьявченко (1950, 1958) и В.Н. Сукачев (1951).

Начиная с 60-ых годов 20 века, болота Центрального Черноземья начинают активно изучать воронежские исследователи под руководством Н.С. Камышева, а затем – К.Ф. Хмелева. В ходе работ выявлена специфика флористического состава болот, найдены новые виды растений, проведено описание болотной растительности, предложено районирование болот Центрального Черноземья (Хмелев, 1975; Хмелев, Красноштанова, 1978; др.). В границах Среднерусской возвышенности исследования охватывают, преимущественно, территории Курской (Зоринские болота), Липецкой и Воронежской областей.

Новая «волна» флористических исследований регионов Среднерусской возвышенности, начатая в 80-ых годах, подтвердила специфику видового состава болот (Радыгина, 2002; Золотухин и др., 2001б; Попова, 2000; Киселева и др., 2006; Полуянов, Аверинова, 2012; Полуянов, 2013; др.). Это послужило основой для включения ряда болот в категорию «особо охраняемых природных территорий». Именно в этот период Зоринские болота становятся частью Центрально-Черноземного биосферного заповедника, организуется национальный парк «Орловское Полесье», некоторые болота Липецкой и Тульской областей включаются в системы ООПТ (1980-1998 гг.) (Красная книга., 2007; Сарычев, 2014; Липецкая, 2014).

Изучение растительности болот всегда было обязательным компонентом болотоведческих исследований. Разнообразие растительных сообществ болот классифицировали с применением различных подходов. Значительная часть обобщений основана на эколого-фитоценотической классификации. Этот подход был применен Г.И. Пешковой (1971) для болот Калужской области, В.Н. Захаровой (1972, 1976, 1978) в Курской области, а также К.Ф. Хмелевым (1975а, 1985) для характеристики болот Центрального Черноземья. На современном этапе эколого-фитоценотические принципы классификации применяются для оценки разнообразия болотной растительности Тульской области (Зацаринная, Волкова, 2012).

В последние годы активно развивается эколого-флористический подход, основанный на принципах школы Браун-Бланке. С позиции экологофлористической классификации проведена оценка фитоценотического разнообразия болотных экосистем в Курской (Аверинова, 2010), Тульской (Волкова и др., 2015) и Орловской областях, а также данный подход применен при обобщении разнообразия растительности водораздельных болот западной части Среднерусской возвышенности.

Экологические параметры функционирования болот и конкретных растительных сообществ оценивали по химическому составу питающих вод на некоторых болотах Воронежской и Липецкой областей. Выявленные различия свидетельствуют о различной доле грунтовых, аллювиальных и атмосферных вод в питании разных типов болот. Исследованиями Д.В. Зацаринной на примере модельных фитоценозов водораздельных болот Тульской области выявлены различия в сезонной и разногодичной динамике уровней залегания болотных вод, их кислотности (pH) и минерализации.

Таким образом, различные направления и подходы к изучению болот Среднерусской возвышенности позволили выявить разнообразие и специфику их флоры, растительности и особенностей функционирования. Однако исследования носили, преимущественно, фрагментарный и локальный характер, не затрагивали все регионы указанной территории. По этой причине отсутствует целостное представление о

разнообразии и структурно-функциональных особенностях болотных экосистем Среднерусской возвышенности.

## Список литературы

1. Аверинова Е.А. Травяная растительность бассейна реки Сейм (в пределах Курской области) / Е.А. Аверинова. – Брянск, РИО БГУ, 2010. – 351 с.

2. Алехин В.В. Растительность Курской губернии // Тр. Курского Губплана. Вып. 4. Курск, 1926. 122 с.

3. Волкова Е.М. О состоянии болотных экосистем Курской области / Е.М. Волкова, А.В. Полуянов, Н.И. Золотухин // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2015: материалы межрегиональной научной конференции. – Курск, 2015. – С. 102-109.

4. Волкова Е.М. Растительность водораздельных болот западной части Среднерусской возвышенности / Е.М. Волкова, В.А. Смагин // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны Минск, 2015. – С. 14-16.

5. Захарова В.Н. Изменение растительности торфяников Курской области под влиянием хозяйственной деятельности человека / В.Н. Захарова // Научные труды Курского государственного педагогического института – Т. 187. – Курск: 1978. – С. 27-34.

6. Зацаринная Д.В. Растительность и факторы среды карстовых болот зоны широколиственных лесов: методические подходы / Д.В. Зацаринная, Е.М. Волкова, А.А. Сирин // Ботанический журнал. – 2012. – Т. 97. – № 4. – С. 524-537.

7. Золотухин Н.И. Особенности флоры Зоринского участка Центрально Чернозем ного заповедника / Н.И. Золотухин, И.Б. Золотухина // Флористические исследования в Центральной России: материалы научного совещания. – М.: Изд. Ботан. сада Моск. Ун-та, 2001. – С. 62 64.

8. Полуянов А.В. Травяная растительность Курской области (синтаксономия и вопросы охраны) / А.В. Полуянов, Е.А. Аверинова. – Курск: Курский гос. ун-т, 2012. – 276 с.

9. Попова Н.Н. Созологическая характеристика редких бриофитов лесостепных и степных ландшафтов Среднерусской возвышенности // Степи северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке. – Оренбург, 2000. – С. 318 320.

10. Пьявченко Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение / Н.И. Пьявченко. – М.: Наука, 1985. – 152 с.

11. Пьявченко Н.И. Зоринские болота Курской области / Н.И. Пьявченко // Тр. Ин-та леса АН СССР. – 1953. – Т. 13. – С. 158-175.

12. Радыгина В.И. Конспект флоры Орловской области и некоторые вопросы происхождения луговой степи / В.И. Радыгина. – М., 1980. – 410 с.

13. Скворцов А.К. Состояние и перспективы исследования флоры Средней России / А.К. Скворцов // Тезисы докладов VI делегатского съезда Всесоюзного ботанического общества. – Кишинев, Л.., 1949. – С. 311.

14. Сукачев В.Н. Зоринские болота Курской губернии / В.Н. Сукачев. – Москва, 1880.

15. Сукачев В.Н. Ботанико географические исследования в Грайворонском и Обоянском уездах Курской губернии // Тр. о ва испыт. природы при Императ. Харьков. ун те. – 1903. – Т. 37. – С. 321-355.

16. Хмелев К.Ф., Красноштанова Л.Н. О растительности Зоринских болот // Биол. Науки. – 1978. – № 11 (179). – С. 79 84.

17. Юдина Ю.В. Болота / Ю.В. Юдина // Реки и водные объекты Белогорья / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, Ж.А. Буряк и др.; под ред. Ф.Н. Лисецкого; ВОО «Рус. геогр. о-во, НИУ «БелГУ». – Белгород: КОНСТАНТА, 2015. – С. 154-164.

18. Юдина Ю.В. Болота Белгородской области / Ю.В. Юдина, П.А. Украинский // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы VI Международной научной конференции. – Белгород: Изд-во «ПОЛИТЕРРА», 2015. – С. 342-349.

19. Юдина Ю.В. Геоэкологический подход к пространственному формированию региональной сети особо охраняемых природных территорий / Ю.В. Юдина // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VII Международной научной конференции. – Белгород: Политерра, 2017а – С. 495-501.

20. Юдина Ю.В. К вопросу охраны болотных экосистем Белгородской области / Ю.В. Юдина, П.А. Украинский // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы I Международной научно-практической Интернет-конференции. – Соленое Займище: ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. – С. 743-758. [Электронный ресурс]. URL: http://elibrary.ru/download/68691384.pdf (дата обращения 17.08.2017).

21. Юдина Ю.В. Ландшафтно-геоэкологические аспекты обоснования региональной сети природных парков (на примере Белгородской области): Автореф. дисс. ... канд. географ. наук: 25.00.36. – Белгород: ИД «БелГУ». 2019. – 19 с.

22. Юдина Ю.В. Обоснование заповедных ядер при функциональном зонировании природного парка «Хотмыжский» (Белгородская область) / Ю.В. Юдина // Актуальные проблемы развития науки и современного образования: материалы Международной научно-практической конференции. – Белгород: ИД «Белгород», 2017б. – С. 321-323.

23. Юдина Ю.В. Рекреационный потенциал озерных экосистем Белгородской области / Ю.В. Юдина, И.В. Волошенко, П.А. Украинский // Якаевские чтения: материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар: Изд-во: ИМСИТ, 2016. – С. 190-197.

24. Yudina Yu.V. Ways to preserve biological diversity of bog ecosystems within natural parks system / Yu.V. Yudina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – № 7 – (6). – P. 38-44.

УДК 913.1/913.8

# АНАЛИЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОВРАГОВ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ И НОВЕЙШИХ МЕТОДОВ

**Саблина О.М. Голиков М.А.**
*Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Белгородский областной Центр детского (юношеского) технического творчества»*
*Белгород, Россия*
*E-mail: Geo.kvantorium31@gmail.com*

Разнообразные формы линейной эрозии, долины рек, балки, овраги, промоины обуславливают ландшафтный базис региона. Процесс горизонтального расчленения территории определяется в первую очередь наличием и функционированием активных форм эрозионной сети. Активными эрозионными формами рельефа принято считать верхние звенья эрозионной сети. Наиболее диагностируемыми из них являются овраги, ложбины и промоины вследствие их значительных размеров (n×(10-3÷102) км) и динамичности (скорость роста отдельных ложбин рельефа Среднерусской возвышенности может составлять 2,6 м/год [1].

Полевые исследования овражной эрозии в бассейне 4 порядка р. Псел на территории Ивнянского района направлены на выявление линейного прироста оврагов, скорости их роста, а также других причин ее развития. Для получения количественных данных развития овражной эрозии проводилось исследование на основании наблюдений изменений с постановкой реперов наблюдения.

Исследуемый овраг расположен на поперечно вогнутым склоне, с уклоном 1-3 град., восточной экспозиции, профиль тальвега слабовыпуклый, верховье оврага выходит на пашню, и подвергается активному землепользованию, здесь не применены никакие противоэрозионные мероприятия, что провоцирует развитие оврага.

Прирост оврага за период весна-осень меньше, нежели прирост за период с осень-весна, что свидетельствует о наибольшем влиянии на рост овражной сети ливневых осадков, а также таяния снега в весенний период. Незначительное изменение расстояния от реперных точек до бровок оврага, свидетельствует о стремительном линейном развитии оврага (рис. 1).

На правой бровке оврага мы отмечаем более активный рост, что связано с наибольшей инсолируемостью северо-западной части склона, а также, с наименьшей задернованностью этого склона.

С целью установления точных границ овражной формы была проведена тахеометрическая съемка в 2019 году. На основании данных, полученных при тахеометрической сьемке были установлены линии бровки оврага, линия тальвега с точной географической привязкой (рис.2)

Оценка динамики изменения оврага весной 2020 года была проведена съемка с использованием БПЛА, которая позволила установить границы овражной формы и сравнить их с предыдущими результатами тахеометрической съемки.

На рисунке 2 отмечена линия бровки, установленная на основании данных, полученных с помощью беспилотного летательного аппарата и линия бровки, полученная на основании данных тахеометрической обработки. Как показала практика, данные тахеометрической съемки позволяют установить бровку оврага с меньшей точностью, чем данные полученные на основании полетов БПЛА. Полученные данные свидетельствуют о незначительном изменении бровок оврага.

Проведенные работы на исследуемом участке позволили оценить рост оврага и его характеристики. Овраг имеет разветвленную форму, наблюдаются процессы развития внутриовражных форм.

*Рис. 1.* Изменение бровки оврага за 2-летний период (фото автора)

*Рис. 2.* Границы овражной формы, построенные по результатам тахеометрической съемки (на основе космоснимка «Landsat», 2019 г., разрешение 0.8 м)

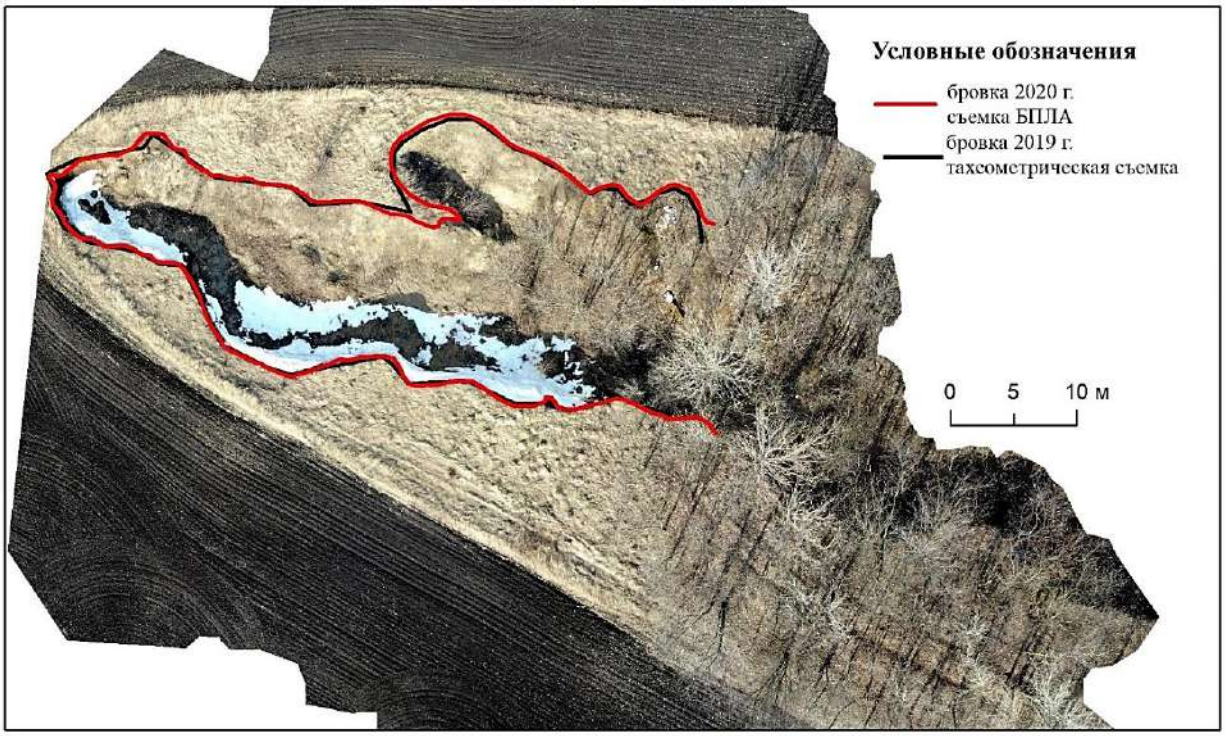



*Рис. 3.* Сравнение данных о линии бровки оврага, полученных с БПЛА и тахеометрической съемки (на основе фото автора)

Одна часть оврага – затухшая эрозионная форма, о чем свидетельствует покатые склоны оврага покрытые густой растительностью. Другая часть оврага – активная эрозионная форма. Прирост оврага – 30 см в год по многолетним наблюдениям. Это свидетельствует о начальной стадии развития оврага – промоина, переходящая в овраг, которая уже имеет вершинный обрыв, 23% имеют затухающую стадию.

Максимальный линейный прирост отмечен на склонах западной и южной экспозициях, что объясняется тем, что восточные и северные склоны обладают наименьшим потенциалом к развитию эрозионных процессов, вследствие наиболее медленных процессов снеготаяния, соответственно более низкой скорости поверхностного стока, который и формирует новые овражные формы.

Беспилотные летательные аппараты позволили создать высокоточные разновременные цифровые модели рельефа на ключевом участке (рис. 4). Разрешение итоговой цифровой модели рельефа составило 25 см. Использование ЦМР с БПЛА позволяет в автоматическом режиме проводить трассировку струйчатых размывов различной глубины [2].

Анализ рисунка размывов показывает, что расположение русел временной гидрографической сети в мельчайших формах в целом постоянно и обуславливается самим рельефом, а также интенсивностью осадков. При этом, суммарный слой осадков влияет на разветвленность сети и общую длину временной гидросети. Это свидетельствует о развитии микроручейковой и промоинной сети, несмотря на активное использование склонов малого водосбора в сельскохозяйственной деятельности. Это подтверждается данными исследований, проведенных другими исследователями [3].

Можно с полной уверенностью прийти к выводу, что беспилотные летательные аппараты позволяют максимально полно оценить все эрозионно-аккумулятивные процессы, протекающие на склонах изучаемых водосборов.

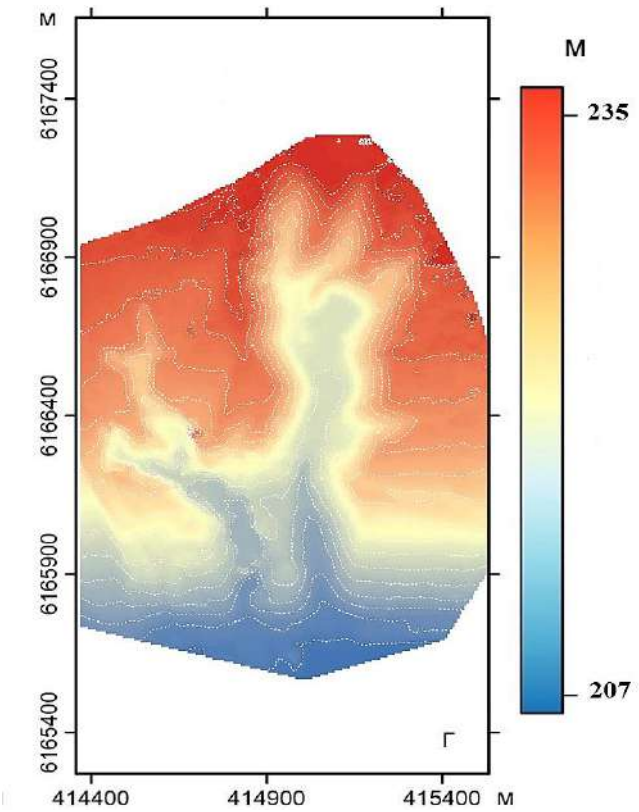



*Рис. 4.* ЦМР по данным, полученным с БПЛА

**Список литературы**

1. Петин А.Н., Петина В.И., Экзогенные процессы рельефообразования равнинных территорий. Учебное пособие. / Петин А.Н., Петина В.И., Белоусова Л.И., Гайворонская Н.И. – Белгород, Изд.-во Константа, 2013. – 148 с.

2. Журкин, И.Г. Технология получения измерительной трехмерной видеосцены по материалам аэрокосмических съемок / И. Г. Журкин, Т. А. Хлебникова Геодезия и картография. № 8. 2009. С. 43-48.

3. Королюк, Т.В., Щербенко, Е.В. / Распознавание почвенного покрова лесостепных ландшафтов по материалам разносезонных съемок. Почвоведенье. 2003. № 3. С. 275-279.

УДК 551.3.053

## ПРОЯВЛЕНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

**Сарычев А.В., Красников Р.В.**
*Белгородский юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина, Белгород, Россия*
*E-mail: w0773@yandex.ru, rvk.doc@mai.ru*

На территории Белгородской области достаточно часто наблюдаются проявления различного вида экзогенных процессов, таких как эрозионные, гравитационные, суффозионные, эоловые, выветривание, карстовые процессы. Все они отличаются разрушительной силой и могут возникать как вследствие природного воздействия, так и вследствие воздействия антропогенных факторов. В свою очередь, подобные опасные

проявления негативно сказываются на хозяйственной деятельности человекаи влияют на экологическую обстановку. В связи с этим важно прогнозировать дальнейшее развитие, уровень разрушения экзогенных процессов, а также предотвратить их появление и принимать меры по предотвращению их активизации.

Гравитационные процессы являются одними из широко распространённых экзогенных явлений в Белгородской области и представляют немалую опасность. Гравитационные процессы – геологические процессы, часто называемые склоновыми, выражаются в движении земельных пород по поверхностям, под воздействием силы тяжести из возвышенных участков рельефа в пониженные. Достаточно большое количество территории Белгородской области подвержено появлению смещения почвенно-растительного слоя, всё чаще это всего происходит на крутых берегах водоёмов, склонах оврагов, в карьерах по добыче полезных ископаемых [4]. Всё вышеперечисленноес большой вероятностью может нанести вред жизни и деятельности человека, разрушает строения, наносит ущерб транспортной и инженерной инфраструктуре, сокращает площадь посевных земель. В связи с увеличением в последнее время техногенной нагрузки на окружающую среду и повсеместное изменение климата подобные гравитационные процессы стали проявляться чаще. Стоит отметить, что более 40 % территории области охвачены разными экзогенными геоморфологическими процессами и явлениями, что позволяет говорить об острой необходимости изучения и прогнозирования их появления и развития.

Как говорилось выше, в связи с увеличением техногенной нагрузки на окружающую среду растёт число проявлений гравитационных процессов. Можно отметить, что такие полезные для общества вещи, как прокладка коммуникаций, строительство дорог, разработка месторождений полезных ископаемых и их добыча, ведут к широкому распространению оползней, сползаний почв, обвалов и прочим негативным последствиям [2].

Нельзя не отметить и влияние природных факторов на проявление опасных процессов, таких как изменение строения и состава почв, подземных и наземных вод, климатических условий (количество осадков в любое время года, температурный режим, скорость и направления ветров), рельефа, движение земной коры, состояние берегов водоёмов [6].

Таким образом, гравитационные процессы и явления опасны и наносят серьёзный ущерб жизнедеятельности людей и негативно влияют на окружающую среду. Данный вывод был сделан на основании заключения об активном распространении сползания почвенно-растительного покрова, оползней, обвалов. Овражно-балочная сеть, которая в Белгородской области достигает около 2,0 км/км², способствует широкому распространению опасных гравитационных процессов.

Смещение вниз земли возникает в тех случаях, когда сила, оказывающая воздействие на движение грунта, становится больше, чем сопротивление процессу разрыва и прочности материала. Неустойчивое состояние грунтовых масс на склонах и переход в состояние движения вниз по склону зависит как от природных, так и от антропогенных факторов. Эрозионная деятельность рек приводит к вымыванию нижнего слоя почвы, вследствие чего может произойти обвал берега. Этот процесс является обычным природным явлением и происходит исключительно под действием движения водных масс. Наводнения и обильные проливные дожди часто становятся причиной быстрого движения почвы по склону вниз.

Как показывает практика, активизация движения грунта по склонам происходит чаще всего под воздействием деятельности людей – при строительстве дорог, промышленных сооружений, жилых зданий, разного рода искусственных водоёмов. В этих случаях идёт перемещение рыхлых пород, осуществляются работы по

добавлению или удалению грунта, тем самым увеличивая вероятность возникновения гравитационных процессов.

Наблюдения, проведённые в Белгородской области, позволяют с уверенностью говорить о том, что экзогенные процессы смещения имеют постоянство проявления как во времени, так и пространстве, не меняя свою мощность смещения масс. В некоторых районах области были зафиксированы аллохтонные типы сползания масс, то есть расстояние их смещения составило более 100 м. Сползание почвенного покрова всегда происходит на крутых склонах высотой более 5–10 м. Подготовительный период смещения масс составляет не менее десятка лет. Спорадическое обводнение песчаных отложений верхнего палеогена и нижнего неогена, развитие овражно-балочной эрозии, выклинивание подземных вод являются причинами образования движения почвенного покрова [5].

Белгородская область богата водоёмами, здесь наблюдается крупные участки сползания грунта на крутых берегах рек и других водоёмов. Частые разрушения склонов наблюдаются также на территориях карьеров по добыче полезных ископаемых, местах выгона скота, на склонах дорог. Огромное негативное воздействие оползни наносят дубравам: причиняется вред не только экологический, эстетический, но, что важно заметить, в этих местах произрастают растения, занесённые в Красную книгу.

В настоящее время существует различная классификация типов оползней. Для Белгородской области характерны фронтальные, глетчерообразные и асеквентные смещения [3]. В ходе исследования степени интенсивности проявления опасных гравитационных процессов, были выделены три района.

1. Первый из них расположен в восточной части области. Здесь интенсивное развитие получили оползни, имеющие разнообразные формы, возраст, способы смещения. В этом районе на их появление оказывают благоприятное влияние геологические и климатические условия, расчленённый рельеф, крутые склоны берегов рек Оскол и Тихой Сосны, где чаще всего наблюдаются подобные оползневые процессы. В бассейнах рек Ураева и Айдар можно наблюдается оживление старых сползших пластов.

2. Второй район по интенсивности находится в центральной части области. Сползшие пласты центральной части меньше по размерам, более молодые. Имеют место смещение пластов, обвалы на крутых берегах рек и других водоёмов. Располагается второй район в междуречье реки Северский Донец и Оскол. Самым заражённым оползнями участком являются верховья притоков р. Оскол. По разновидности экзогенные процессы сползания центрального района относятся к первому типу.

3. Западная часть области отличается слабым проявлением гравитационных процессов – это третий район. Здесь намного реже встречаются оползни, обвалы, сползания масс, так как территория более равнинная. Но на берегах реки Ворсклы всё же наблюдаются редкие обвалы грунта, что связано с их крутизной.

Направления охранных мероприятий по предотвращению гравитационных процессов будут связаны с запретом строительства в опасных зонах без применения конструктивных мер, исключающих вымывание верхних слоёв грунта, охраной растительности и деревьев, посадкой лесных массивов. Необходимость применения охранных мероприятий очевидна, но результат буден виден не сразу.

Нельзя не сказать о строительстве охранных сооружений для предотвращения появления гравитационных процессов. Метод террасирования – наиболее эффективный метод по борьбе с экзогенными процессами сползания – применяется в комплексе с водоотводами, защитными покрытиями, посадкой древесно-кустарниковой растительности и другими подобными мероприятиями.

Постоянный мониторинг является обязательным условием предотвращения опасных гравитационных процессов и их последствий [6].

Для предотвращения геологического риска следует проводить мероприятия по

их снижению: мероприятия по предупреждению неконтролируемого полива, среза склонов, подпора грунтовых вод, а также строительства сооружений по сбору и отводу поверхностных вод, гидроизоляции зданий, поддержанию в исправном состоянии водоносных коммуникаций. Только комплексное применение мероприятий по предотвращения появления опасных гравитационных процессов даст результат, частичное выполнение недопустимо.

Своевременное предупреждение населения в районах опасности появления экзогенных процессов сползания снизит риск появления человеческих жертв.

Информирование органов государственной власти, местного самоуправления, соответствующих ведомств о проявлениях и уровне активизации опасных гравитационных процессов, степени их разрушительной силы – это и есть основная цель прогнозирования их появления. Ведущими российскими учёными было отмечено, что повторяемость массовой активизации оползней составляет в среднем 8-12 лет, для Белгородской области этот срок меньше – в среднем 6-10 лет.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать вывод о том, что территория Белгородской области на 40 % заражена опасными гравитационными процессами, чему способствуют благоприятные природные факторы, расчленённый рельеф, выход на поверхность грунтовых вод и обилие осадков.

Гравитационные процессы распространены на крутых склонах водоёмов, оврагов, проявление происходит под силой тяжести. Формы смещений разнообразны по величине и геометрическим данным. Хозяйственная деятельность человекаи наличие большого количества осадков являются главными причинами появления оползневых процессов.

Для Белгородской области свойственны следующие виды экзогенных процессов сползания: проседания, выдавливания и скольжения. В морфологическом отношении выделяются: фронтальные; линейные, сосредоточенные в узкой зоне, охватывающей значительную часть склона; циркообразные, образующиеся в пределах локальных участков склонов, а также комбинированные оползни, сочетающие в себе несколько видов, создающих ландшафтные системы [7].

Опасные гравитационные процессы создают напряжённую ситуацию в Белгородской области, наносят большой ущерб промышленным сооружениям, жилым зданиям, уничтожают и сокращают количество пахотных земель.

Исследования позволили сегментировать область на районы по степени интенсивности проявления гравитационных процессов. Наиболее часто экзогенные процессы сползания наблюдаются в восточной части области, в средних значениях – центральная часть, наименьшую интенсивность проявления оползней занимает северная и северо-западная части области.

На территории Белгородской области прогнозируется активизация развития опасных гравитационных процессов, что является причиной глобальных изменений климата вследствие деятельности людей.

## Список литературы

1. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов / Е.П. Емельянова. – Москва: Недра, 1972. – 312 с.

2. Корнилов А.Г. Инженерно-экологические изыскания / А.Г. Корнилов, С.Н. Колмыков, Е.А. Дроздова, Л.Л. Новых. – Белгород, 2014. – 148 с.

3. Петина В.И. Формирование и развитие оползневых процессов на территории Белгородской области / В.И. Петина, Н.И. Гайворонская, Л.И. Белоусова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2009. – № 9 (11). – С. 126-132.

4. Хрисанов В.А. Развитие и распространение гравитационных процессов на территории Белгородской области, их районирование и инженерно-геоморфологическя оценка / В.А. Хрисанов, С.Н. Колмыков, В.В. Манышев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 34 (4). – С. 130-137.

5. Хрисанов В.А. Развитие и распространение карстовых процессов и их районирование и инженерно-геоморфологическя оценка на территории Белгородской области / В.А. Хрисанов, С.Н. Колмыков, В.В. Манышев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 34 (4).

6. Хрисанов В.А. Современные геоморфологические процессы на территории Белгородской области и их антропогенная активизация / В.А. Хрисанов, Е.А. Бахаева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 16 (15). – С. 209-215.

7. Хрисанов В.А. Современные экзогенные геоморфологические процессы, их прогноз и меры борьбы с ними на территории Белгородской области / В.А. Хрисанов, С.Н. Колмыков. – Белгород, 2018. – С. 23-35.

## МЕДИЦИНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ: АКТУАЛЬНОСТЬ МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

**Пройдакова А.С., Ковалева Е.А.**
*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*
*E-mail: 1047059@bsu.edu.ru, 379786@bsu.edu.ru*

Решение глобальных экологических проблем современности, охрана биосферы и оздоровление среды обитания человека определяют развитие новых направлений в науке. Особого внимания заслуживает медицинская география, возникшая на стыке географии и медицины (Куролап, 2017). Междисциплинарные тенденции, заимствованные из географии, особенно усилились в последние годы в связи с всеобщей экологизацией наук.

Согласно классическим представлениям, медицинская география – это междисциплинарная наука на стыке географии и медицины, изучающая влияние особенностей географической среды на здоровье человека, а также законы географического распространения болезней и других патологических состояний человека (Воронов, 1981).

На рубеже XX-XXI столетий медицинская география получила новый импульс развития в связи с развитием и внедрением новых современных технологий и инновационных методов научных исследований и прежде всего – совершенствование картографических методов исследования на базе развития геоинформационных технологий и цифровой картографии. Благодаря активному применению ГИС-технологий созданы многие региональные природно-ресурсные, медико-географические атласы, развивается картографическая медицинская география в целом (Куролап, 2017).

Однако, как отмечает Малхазова и др. (2011), для России отсутствует современная медико-картографическая сводка. Оптимальным решением этой проблемы может быть составление как региональных медико-географических атласов, так и единого атласа России, содержащего медико-географическую информацию, в том числе и по природно-очаговым заболеваниям на основе разработанных теоретико-методических положений и научного обобщения накопленной информации. Задача подготовки медико-

географических атласов для территории всей страны выдвигалась еще в шестидесятых годах прошлого столетия (Шошин, 1964). За это время ее актуальность как общенаучной и гуманитарной проблемы только возросла.

На кафедре географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле НИУ «БелГУ» представлен проект создания интерактивного атласа под рабочим названием «География здоровья», показывающего географические закономерности распространения природно-очаговых заболеваний и влияние качества окружающей среды на состояние здоровья населения Белгородской области.

Создание подобных атласов позволяет не только получить определенные новые знания, но способствуют популяризации интереса к данной проблематике, определяют связь географических и экологических наук с науками о здоровье человека. Создание интерактивного атласа «География здоровья» позволит жителям даже в отдаленных селах иметь доступ к информации об особенностях распространения заболеваний на территории региона, обусловленных географическими особенностями и развитием промышленного кластера. Улучшению качества географического и экологического образования будут способствовать и внедрение подобных изданий в образовательный процесс региональных школ и ВУЗов; высокая степень значимости атласа определяется еще и тем, что для Белгородской области подобные материалы ранее не публиковались. Атлас будет полезен при разработке программ социально-экономического развития Белгородской области для сохранения здоровья населения.

Аналогичные проекты реализуются в ряде регионов России и актуальны по своему содержанию. В 2017 г. издан Медико-географический атлас России. Природно-очаговые болезни (авторы: Ватлина Т.В., Котова, Т.В., Малхазова С.М., Миронова В.А., Орлов Д.С., Пестина П.В., Румянцев В.Ю., Рябова Н.В., Солдатов М.С., Шартова Н.В. (Малхазова и др., 2011). В 2020 г. создан электронный медико-экологический атлас г. Воронеж. Отличительная особенность интерактивного атласа, предлагаемого кафедрой географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле НИУ «БелГУ», состоит в его общедоступности, карты атласа можно будет посмотреть в свободном доступе на геопортале – инструмента понятного в использовании и легко распространяемого через открытый доступа в среде Интернет.

Авторы предлагают представить в атласе подробную характеристику санитарно-эпидемиологической обстановки в Белгородской области, оценку медико-демографических показателей, проанализировать и закартировать сведения о состоянии здоровья населения области. Необходимо предоставить и оценку: состояния водных объектов и водоснабжения населения, состояния атмосферного воздуха и климатических условий; почвенно-растительного покрова (в том числе, как фактор, способствующий эпифитотиям и эпизоотиям); эстетическим параметрам среды и рекреационным условиям; радиационной обстановке; физическим факторам неионизирующей природы; условиям проживания населения и учесть социально-демографические аспекты.

Для реализации данного проекта необходимо:

- выявить пространственные и временные различия и факторы территориальной дифференциации медико-экологических ситуаций в районах Белгородской области;
- провести сбор и обработку статистического материала по уровню техногенной нагрузки, качеству окружающей среды, здоровью населения в районах Белгородской области;
- выявить закономерности и провести зонирование и картографирование на основе полученных оценок показателей медико-экологического благополучия в районах Белгородской области.

Структурно будущий атлас должен включать картографический материал, объединенный в следующие блоки: блок карт медико-демографических и социально-

экономических показателей; блок карт заболеваемости массовыми неинфекционными заболеваниями и приоритетными заболеваниями в связи с вредным воздействием факторов среды; блок карт по инфекционной и паразитарной заболеваемости на территории Белгородской области; блок карт по оценке радиационной обстановке и блок карт по улучшению состояния окружающей среды и здоровья.

После окончания проекта созданные материалы интерактивного атласа могут быть изданы в виде печатной версии одноименного атласа. Разработанный материал необходимо рекомендовать для использования и популяризации в школьном курсе краеведения и экологии, посредством медиа-рекламы и образовательных семинаров для учителей географии. Созданные в атласе карты будут способны мотивировать развитие различных направлений медицинской география в Белгородской области, что в настоящее время практически не реализуется.

**Список литературы**

1. Воронов А.Г. Медицинская география. – М.: Издательство Московского государственного университета, 1981. – 161 с.
2. Куролап С.А. Медицинская география на современном этапе развития / С.А. Куролап // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2017. – №. 1. – С. 13-20.
3. Малхазова С.М. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни»: концепция и первые результаты / С.М. Малхазова, Т.В. Котова, В.А. Миронова, Н.В. Шартова, Н.В. Рябова // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2011. – № 4. – С. 16-23.
4. Шошин А.А. Современное состояние и основные задачи медицинской географии / А.А. Шошин // Медицинская география. Итоги, перспективы. – Иркутск: Ин-т геогр. Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, 1964. – 210 с.

**УДК 911.9:71**

## ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

**Цыгулёв Е.В., Севрюков М.С., Полтев А.Е., Дроздова Е.А., Игнатенко И.М.**
*E-mail:twimc@mail.ru*
*ФГАОУ ВО «Белгородский национальный исследовательский университет», Белгород, Россия*

Одним из сложнейших экологических вопросов эксплуатации площадок по выращиванию сельскохозяйственных животных является проблема неприятных запахов, поскольку в России, в целом, отсутствует система нормирования запаха в атмосферном воздухе. При этом, исследования по качеству атмосферного воздуха в зоне влияния сельскохозяйственных предприятий, при отсутствии нормативной базы в отношении запаха имеют ограниченную область применения и не позволяют природоохранным органам воздействовать на предприятия и требовать проведения мероприятий по снижению выбросов пахучих веществ [1]. Все это требует проведения широкомасштабных научных изысканий по оценке как показателей интенсивности запаха от сельскохозяйственных объектов, так и оценке покомпонентного состава выделяемых ароматических веществ для целей нормирования и контроля.

Воздействие объектов животноводства на состояние атмосферного воздуха в Белгородской области многогранно и условно может быть разделено на прямое и косвенное.

Прямое воздействие животноводства на состояние воздушного бассейна региона заключается в выбросе загрязняющих веществ из помещений по содержанию животных и мест размещения отходов животноводства. Загрязняющие атмосферный воздух вещества образуются при содержании и откорме животных в результате ферментативного расщепления аминокислот и деструкции остатков непереваренного корма, а также процессов жизнедеятельности и обмена веществ [2, 3].

В данной работе будут представлены результаты полевого и лабораторного опыта по оценке запахов от отходов животноводческой промышленности проведенном в НИУ «БелГУ».

Полевые мероприятия по оценке интенсивности запаха с животнодческих комплексов включают разработку схему опробования, которая предусматривает забор и проведение анализов проб воздуха непосредственно у источника, по периметру от источника в рабочей зоне предприятия и на удалении от источника.

Оборудование: ольфактометр, переносной газоанализатор, схемы проведения исследований, полевой журнал.

По результатам проведённых полевых исследований, превышения ПДК по содержанию в атмосферном воздухе рабочей зоны аммиака (20 мг/м3), метана (300 мг/м3) и сероводорода (10 мг/м3) не выявлены, в тоже время, по содержанию данных элементов отмечается большая вариативность и максимальные показатели на птицеводческих производствах составляют, аммиак – 0,2 мг/м3, сероводород – 0,78 мг/м3, метан – 0,016 мг/м3; на свинофермах: аммиак – 0,45 мг/м3, сероводород – 0,55 мг/м3, метан - 0,023 мг/м3; на МТФ: аммиак – не выявлен, сероводород – 0,25 мг/м3, метан - 0,025 мг/м3.

При оценке распределения максимальных концентраций в воздухе рабочей зоны исследованных объектов выявлено, что наибольшая интенсивность запаха характерна для объектов свиноводства и птицеводства и вблизи отстойников и пометохранилищ достигает 30, в то время как на МТФ и комплексах по содержанию КРС наибольшие зафиксированные значения не превышают 4.

При покомпонентном анализе максимальных концентраций можно отметить, что в общем объеме проанализированных загрязняющих веществ наибольшая доля приходится на выбросы сероводорода вблизи пометохранилищ и отстойников свинокомплексов, при оценке содержания аммиака в атмосферном воздухе видно, что основной источник его поступления среди объектов животноводства – это предприятия свиноводческого сектора (рис. 1). По содержанию углекислого газа и метана мы не наблюдаем такой дифференциации и практически все показатели варьируют в пределах 0,02-0,05 с некоторым превышением над остальными в доле выбрасываемого аммиака предприятиями содержащими КРС.

Лабораторный эксперимент по оценке интенсивности и покомпонентного состава запахов непосредственно от источника показал, что отходы свиноводства являются источником поступления в атмосферный воздух сероводорода в содержании до 20,55 мг/м3, что соответствует 2-х кратному превышению ПДК.

Большинство запахов представляет собой сложную смесь химических соединений. В некоторых запахах может преобладать один конкретный компонент, его концентрацию можно определить приборами. Например, аммиак или сероводород, тиогликолевая или масляная кислоты. Поэтому для контроля запахов необходимо знать причины их возникновения и какие конкретно соединения вызывают запахи. Условия же, при которых образуются соединения с неприятным запахом, подсказывают методы борьбы с ними. Большинство сельскохозяйственных отходов перед их использованием хранятся в кучах, буртах или, в лучшем случае, накопительных емкостях, ямах.

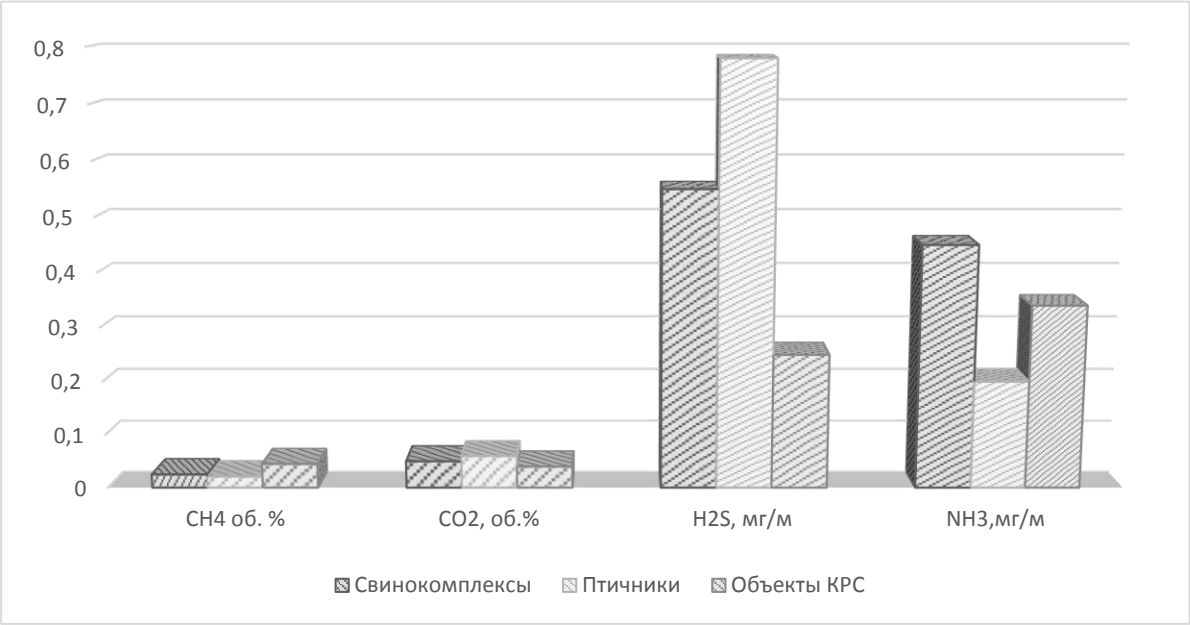



*Рис. 1* Распределение максимальных концентраций поллютантов в воздухе рабочей зоны животноводческих предприятий

В течение хранения отходов образуются продукты анаэробного разложения: аммиак, сульфиды, меркаптаны, амины, метан, органические кислоты и др. Многие из этих неокислившихся соединений имеют свой уникальный и неприятный запах даже при низких концентрациях. Сбор и удаление отходов (навоза, навозной жижи) с помощью жидкостных систем сопровождаются более неприятным запахом, чем «сухие» отходы, за счет образования новых пахнущих соединений.

Запахи от птичьего помета, хранившегося в анаэробных условиях, включали аммиак, кислый сульфат, двух- и пятиуглеродные органические кислоты, индол, скатол, дикетоны, меркаптаны и сульфиды. Таким образом, обладающие запахом материалы представляют собой восстановленные органические соединения и этот факт подсказывает возможность использования окислительного процесса для борьбы с запахом [4].

Результаты исследования имеют научно-справочный и прикладной характер и могут быть эффективно использованы при изучении и оценке влияния объектов животноводства, в деятельности государственных служб и органов управления на муниципальном и региональном уровне при организации и планировании природоохранных мероприятий в зоне воздействия животноводческих комплексов, послужить базой для работ по оценке как показателей интенсивности запаха от сельскохозяйственных объектов, так и оценке покомпонентного состава выделяемых ароматических веществ для целей нормирования и контроля

## Список литературы

1. Бударина О.В. Научное обоснование современных гигиенических основ нормирования, контроля и оценки запаха в атмосферном воздухе населенных мест [Текст]: автореф. дис. докт. мед. наук / О.В. Бударина. – М: НИИ Экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, 2020. – 48 с.

2. Игнатенко И.М., Ростовцева А.А., Корнейчук М.А., Игнатенко Е.М. Оценка эффективности биоремедиации для снижения интенсивности запахов на полях фильтрации отходов АПК // Кадры для АПК: сборник материалов международной

научно-практической конференции по вопросам подготовки кадров для научного обеспечения развития АПК, включая ветеринарию / отв. ред. И.В. Спичак – Белгород : ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2020. – С. 100-101.

3. Орлова А.В. Гигиеническая оценка птицеводческих комплексов как источников загрязнения атмосферного воздуха пахучими и раздражающими веществами. [Текст]: автореф. дис. канд. мед. наук / А.В. Орлова. – СПБ: Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова, 2005. – 21 с.

4. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Отходы животноводства // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. – С. 118-124.

УДК 504.06

# ИЗУЧЕНИЕ ЭСТЕТИКО-ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Чурилова Э.А.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Россия*

*E-mail: churilova@bsu.edu.ru*

Изучение эстетико-потребительских параметров среды – одно из разрабатываемых направлений на кафедре географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности НИУ «БелГУ» в рамках инициативных исследований социально-географических аспектов общественного природопользования. В настоящее время оно развивается в сторону постоянного углубления. Примером такого «углубления» может служить проведение исследований в районе размещения горнодобывающих предприятий КМА [4], изучение эстетико-потребительских параметров среды различных типов населенных пунктов (сельских и городских) [1], построение карт рекреационной нагрузки на основе эстетико-потребительских параметров общественного природопользования [2, 3]. Кроме того, исследование вышло за пределы Белгородской области, и разработанная методика была апробирована в населенных пунктах других регионов. Ниже представлены краткие результаты изучения эстетико-потребительских параметров среды на примере сельских поселений Курской области.

Курская область, расположенная на юго-западных склонах Среднерусской возвышенности Восточно-Европейской равнины, является староосвоенным регионом и имеет выгодное социально-экономическое положение. В настоящий момент в административно-территориальном делении Курской области выделяется 28 районов, 5 городов областного значения (Железногорск, Курск, Курчатов, Льгов, Щигры).

Исследование эстетико-потребительских параметров среды сельских поселений Курской области проходило в несколько этапов. Первый, подготовка социологического опроса. Анкета респондента состоит из двух разделов. Первый раздел включает анкетные данные респондентов (возраст, пол, национальность, социальный статус, образование, материальное положение; место рождения; количество лет проживания по месту рождения и нынешнего пребывания; количество человек и детей в семье и т.д.).

Вопросы во втором разделе касаются окружающей природной среды респондента (например, какие воспоминания об окружающей среде вспоминаются из детства, что окружает респондента в настоящий момент, нравится ли респонденту то, что он наблюдает в настоящий момент). Наиболее важными в исследовании являются вопросы о том, какие природные и культурные места посещают респонденты, и, какие виды природопользования практикуют в данный момент, или практиковали ранее.

Второй этап научно-исследовательской работы проведение социологического опроса. Социологический опрос проводился с помощью интернет ресурсов на протяжении 2018-2020 гг. Анкета опроса была составлена с помощь онлайн-ресурса «Google Формы» и распространялась среди населения Курской области с помощью интернет ресурсов и мессенджеров. Третий этап, сбор полученных результатов, первичная обработка и камеральная работа. Четвертый этап является завершающим.

В ходе исследования были задействованы следующие районы Курской области: Беловский, Большесолдатский, Глушковский, Золотухинский, Льговский, Мантуровский, Медвенский, Обоянский, Пристенский, Поныровский, Суджанский, и Тимский. Данные районы различаются как по географическому положению, так и по площади, численности и плотности населения. Районные центры представлены различными пунктами: село, слобода, посёлок городского типа, город областного значения.

Количество респондентов составило 962 человека, из них женщин 62,6 % и мужчин 38,4 %. Средний возраст – 32,2 года. Национальной состав: русские – 95,1%, украинцы – 2,6%, грузины – 0,9%, белорусы – 0,7%, армянине – 0,7%.

По уроню образования респонденты распределяются следующим образом: среднее основное образование – 4%, среднее общее образование – 28%, специальное профессиональное образование (СПО) – 35,1%, высшее образование – 33%.

По социальному статусу: рабочие – 48,8%; студенты – 26%; служащие – 3,3%; учащиеся – 3,3%; пенсионеры – 10%; индивидуальные предприниматели (ИП) – 1,7%; другое – 6,9 %. Доля коренных жителей составляет 87,4%, приезжих – 12,6%.

62,8% опрошенных респондентов имеют собственное жилье, 37,2% респондентов – не имеют. Состояние жилья респонденты оценивают следующим образом: новое (до 3х лет) – 13,2%; вторичное (3-10 лет) – 21,5%; вторичное (10 и более лет) – 58,7%; аварийное – 6,6%.

Все выше перечисленные и другие индивидуальные качества респондентов вместе с эмоциональным воздействие ландшафта и его отдельных компонентов на человека (речь идет о вмещающей населенный пункт природной среде) в совокупности формируют психолого-эстетическую оценку территории.

47,5% опрошенных респондентов нравится окружающий природный пейзаж, 30,9% респондентов не удовлетворены наблюдаемым пейзажем и 21,6% респондентов затрудняются ответить на этот вопрос.

Большинство опрошенных респондентов (40,1%) желает жить в городе. Как постоянное место жительства пригород предпочли 32,5 % опрошенных (важным фактором при этом выступает – наличие развитой сферы услуг), сельскую местность – 27,4%. Как правило, город, как постоянное место жительства выбирает молодежь, в отличие от старших поколений. Основной причиной этого является возможность реализации ряда потребностей, которые дает город: найти высокооплачиваемую работу, получить образование, организовать разноплановый отдых, главным образом, культурный. Люди пожилого возраста, наоборот, предпочитают сельскую местность, спокойный и размеренный темп жизни.

Частота отдыха на природе среди опрошенных респондентов сложилась следующим образом: 1 раз в неделю на природе отдыхает 25,1% опрошенных респондентов, 1 раз в месяц – 24,2%, 3-4 раза в полгода – 17,4%, 1-2 раза в год – 14,1%, не помнят, когда отдыхали на природе последний раз – 19,2%.

Предпочтения в месте отдыха у респондентов сильно разнятся, так как это зависит от наличия доступности тех или иных объектов, например, возможности выбраться в лес, если он находится рядом, или, возможности выбраться в районный цент или город для отдыха. Несмотря на это, 28% опрошенных респондентов предпочитают для отдыха личный участок, это может быть дача, частный дом в деревне, или поездка к родителям

за город. Отдых в парке отдало предпочтение 32,5% респондентов. Отдых на водных объектах (река, пруд) предпочитают 16,1%, в лесу – 10,6%, поля – 4,5%, луга – 3,4%, поездка в город (более крупный населенный пункт) – 2,4%, парк – 32,5%. И 2,5% опрошенных респондента предпочитают отдыхать дома.

В таблице 1. представлена доля использования респондентами видами природопользования и ресурсами.

*Таблица 1.*

Доля использования респондентами основных видов природопользования, %

| № п/п | Виды природопользования | Да, практикую, % | Нет, не практикую, % | Раньше практиковал, сейчас нет, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Сбор грибов | 37,5 | 36,2 | 26,3 |
| 2 | Сбор ягод | 49,2 | 27,5 | 23,3 |
| 3 | Отдых в лесу | 54,8 | 26,5 | 18,7 |
| 4 | Охота | 34,6 | 60,3 | 5,1 |
| 5 | Рыбалка | 32,5 | 48,4 | 19,1 |
| 6 | Сенокос | 15,1 | 58,2 | 26,7 |
| 7 | Работа на личном участке | 63,3 | 25,1 | 11,6 |
| 8 | Прогулка | 76,6 | 19,2 | 4,2 |
| 9 | Выпас скота | 15,9 | 58,3 | 25,8 |
| 10 | Купание на водоёмах | 59,1 | 18,4 | 22,5 |
| 11 | Сбор лекарственных трав | 15,1 | 76,5 | 8,4 |

На основе полученных результатов оценки эстетико-потребительских параметров среды, так же в дальнейшем, при более широком изучении населенных пунктов Курской области можно определять ключевые моменты по планированию и организации рациональной структуры земель поселений, а также для разработки картографического материала. Формировать единые базы данных, с дальнейшим обновлением информации.

## Список литературы

1. Киреева-Гененко И.А., Лопина Е.М., Белоусова Л.И., Бочковская А.Г., Петина В.И. Социально-географические аспекты изучения общественного природопользования сельских населенных пунктов Белгородской области (на примере центрального сельского поселения Ракитянского района) // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 546.
2. Киреева-Гененко И.А., Лопина Е.М. О разработке базы данных рекреационной нагрузки местной и региональной системы населенных пунктов // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 4. – С. 190-195.
3. Корнилов А.Г., Лопина Е.М., Гененко И.А., Стаценко Е.А. Рекомендации по разработке карт рекреационной нагрузки // Вестник БГТУ им. Шухова. – №1. – 2012. – С. 145-148.
4. Лопина Е.М., Корнилов А.Г., Киреева-Гененко И.А. Эстетико-потребительские аспекты и проблемы организации и использования городских рекреационных пространств в районе КМА // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=14662

*Научное издание*

# ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Материалы
IX Международной научной конференции
в рамках Белгородского международного экологического форума

Белгород, 20-23 октября 2021 г.

Публикуется в авторской редакции

Оригинал-макет: Ю.В. Ивахненко
Обложка: П.В. Голеусов
Выпускающий редактор: В.С. Берегова

Подписано в печать 19.08.2022. Формат 60×90/8
Гарнитура Times New Roman. Усл. п. л. 46,8. Тираж 100 экз. Заказ 193
Оригинал-макет подготовлен и тиражирован в ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ»
308015 г. Белгород, ул. Победы, 85. Тел.: 30-14-48