

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

REGIONAL GEOSYSTEMS

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Том 45, № 3

16+

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

2021. Том 45, № 3

До 2020 г. журнал издавался под названием «Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки».

Основан в 1995 г.

Журнал включен в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (25.00.00 – науки о Земле). Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

Издатель: НИУ «БелГУ» Издательский дом «БелГУ».

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор

Лисецкий Ф.Н., доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ведущий редактор

Голеусов П.В., доктор географических наук, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ответственный секретарь

Зеленская Е.Я., м.н.с. Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов НИУ «БелГУ», (Белгород, Россия)

Члены редколлегии:

Витченко А.Н., доктор географических наук, профессор Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь)

Геннадиев А.Н., доктор географических наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Тишков А.А., чл.-корр. РАН, доктор географических наук, профессор Института географии РАН (Москва, Россия)

Ермолаев О.П., доктор географических наук, профессор Казанского федерального университета (Казань, Россия)
(по согласованию)

Куролан С.А., доктор географических наук, профессор Воронежского государственного университета (Воронеж, Россия)

Луто Э.Р., доктор, профессор Университета Миссури (Колумбия, США)

Недялков М.И., чл.-корр. Академии Наук Молдовы, доктор географических наук, профессор Института экологии и географии Академии Наук Молдовы (Кишинев, Республика Молдова)

Хаустов В.В., доктор геолого-минералогических наук, профессор Юго-Западного государственного университета (Курск, Россия)

Хуббарт Дж. А., доктор, профессор Университета Западной Вирджинии (Моргантаун, США)

Чантурия Е.Л., доктор технических наук, профессор НИТУ «МИСиС» (Москва, Россия)

Чендев Ю.Г., доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле НИУ «БелГУ» (Белгород, Россия)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77-77841 от 31.01.2020. Выходит 4 раза в год.

Выпускающий редактор Л.П. Котенко. Корректурa, компьютерная верстка и оригинал-макет Л.П. Котенко. E-mail: goleusov@bsu.edu.ru.
Гарнитуры Times New Roman, Arial, Impact. Уч.-изд. л. 19,5. Дата выхода 30.09.2021. Оригинал-макет подготовлен отделом объединенной редакции научных журналов НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

- 273 **Адельмурзина И.Ф., Бигильдина Э.Р., Сулейманов Р.Р.**
Роль природно-климатических особенностей Республики Башкортостан в размещении мелиоративных комплексов
- 288 **Ильин В.Н., Мулендеева А.В., Никитина А.С.**
Оценка ландшафтно-эстетической привлекательности пригородных лесов г. Чебоксары
- 301 **Петрова Т.А., Некрасова О.А., Учаев А.П., Дергачева М.И., Радченко Т.А., Бетехтина А.А.**
Формирование почв под луговыми сообществами на золоотвалах Среднего Урала
- 316 **Ерофеева А.А.**
Природно-ресурсные факторы формирования социально-экономических связей
Тобольского, Уватского и Вагайского районов
- 328 **Макеев И.В.**
О модернизации системы водного пассажирского транспорта Санкт-Петербурга:
географические детерминанты
- 341 **Сарафанова А.Г., Сарафанов А.А.**
Концептуализация сверхтуризма и влияние COVID-19
- 354 **Абсатаров Р.Р.**
Факторы, влияющие на состояние наркоситуации в субъектах Северо-Западного федерального округа России
- 366 **Кухарук Н.С., Полякова Т.А., Нарожняя А.Г.**
Ретроспективная оценка использования земель территорий метрополисных ареалов
Белгородской, Воронежской и Курской областей
- 382 **Маслова Н.В., Кочетова Ж.Ю.**
Комплексный экспресс-анализ загрязнения вод
- 393 **Косинова И.И., Надежка Л.И., Лисецкий Ф.Н., Бударина В.А., Семенов А.Е., Павловский А.И.**
Анализ пространственных закономерностей воздействий промышленных взрывов на эколого-геологические системы
горнодобывающих районов
- 414 **Колягина Н.М., Бережнова Т.А., Клепиков О.В., Епринцев С.А., Шекоян С.В.**
Метеорологическая обстановка урбанизированной территории как фактор возникновения у населения
заболеваний сердечно-сосудистой системы
- 431 **Лопина Е.М., Зеленская Е.Я.**
Геохимические особенности транслокации элементов в системе «почва - растение» по результатам изучения
географических районов виноградарства Крыма
- 441 **Жабин А.В., Игнатенко И.М., Донецкий С.В.**
О происхождении отложений вулканического пепла на территории Воронежской области

REGIONAL GEOSYSTEMS

2021. Volume 45, No. 3

Until 2020, the magazine was published with the name "Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences".

Founded in 1995

The journal is included into the List of Higher Attestation Commission of peer-reviewed scientific publications where the main scientific results of dissertations for obtaining scientific degrees of a candidate and doctor of science should be published (25.00.00 – Earth sciences). The journal is introduced in Russian Science Citation Index (РИНЦ).

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

Publisher: Belgorod National Research University «BelGU» Publishing House.

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

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Chief Editor

Fedor N. Lisetskii, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia)

Issuing Editor

Pavel V. Goleusov, Doctor of Geographical Sciences (Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia)

Responsible Secretary

Evgeniya Ya. Zelenskaya, (Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia)

Members of Editorial Board:

Aleksandr N. Vitchshenko, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus)

Aleksandr N. Gennadiyev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia)

Arkadiy A. Tishkov, Member corr. RAS, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Institute of Geography RAS, Moscow, Russia)

Oleg P. Ermolaev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazan Federal University, Kazan, Russia)

Semyon A. Kurolap, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Voronezh State University, Voronezh, Russia)

Anthony R. Lupo, Doctor, Professor (University of Missouri-Columbia, Columbia, USA)

Maria I. Nedelcov, Member corr. Academy of Sciences of Moldova, Doctor, professor, (Institute of Ecology and Geography ASM, Chişinău Municipality, Republica of Moldova)

Vladimir V. Khaustov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor (Southwestern State University, Kursk, Russia)

Jason A. Hubbart, Doctor (Ph. D), Professor (West Virginia University, Morgantown, USA)

Elena L. Chanturia, Doctor of Technical Sciences, Professor (NUST "MISiS", Moscow, Russia)

Yuriy G. Chendev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (BSU, Belgorod, Russia)

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor). Mass media registration certificate ЭЛ № ФС 77-77841 dd 31.01.2020. Publication frequency: 4/year

Commissioning Editor L.P. Kotenko. Pag Proofreading, computer imposition L.P. Kotenko. E-mail: goleusov@bsu.edu.ru. Typefaces Times New Roman, Arial, Impact. Publisher's signature 19,5. Date of publishing 30.09.2021. The layout was prepared by the Department of the joint editorial Board of scientific journals of NRU "BelSU". Address: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

CONTENTS

- 273 **Adelmurzina I.F., Bigildina E.R., Suleymanov R.R.**
The role of natural and climatic features of the Republic of Bashkortostan in the formation of reclamation complexes
- 288 **Ilyin V.N., Mulendeeva A.V., Nikitina A.S.**
Assessment of the landscape and aesthetic attractiveness of suburban forests of the Cheboksary city
- 301 **Petrova T.A., Nekrasova O.A., Uchaev A.P., Dergacheva M.I., Radchenko T.A., Betekhtina A.A.**
Soil formation under meadow communities on the Middle Urals ash dumps
- 316 **Erofeeva A.A.**
Analysis natural systems Tobolsk, Uvatsky and Vagaysky districts as the reasons for the formation socio-economic relations
- 328 **Makeev I.V.**
On the modernization of the water passenger transport system of St. Petersburg: geographical determinants
- 341 **Sarafanova A.G., Sarafanov A.A.**
The conceptualization of overtourism and the impact of COVID-19
- 354 **Absatarov R.R.**
Factors affecting the state of the drug situation in the constituent entities of the Northwestern Federal District of Russia
- 366 **Kukharuk N.S., Polyakova T.A., Narozhnyaya A.G.**
Retrospective assessment of land use in the territories of metropolitan areas of the Belgorod Voronezh and Kursk regions
- 382 **Maslova N.V., Kochetova Z.Yu.**
Comprehensive rapid analysis of water pollution
- 393 **Kosinova I.I., Nadezhka L.I., Lisetskii F.N., Budarina V.A., Semenov A.E., Pavlovsky A.I.**
Analysis of spatial regulations of impact of industrial explosions on ecological and geological systems of mining areas
- 414 **Kolyagina N.M., Berezhnova T.A., Klepikov O.V., Yeprintsev S.A., Shekoyan S.V.**
The meteorological situation of the urbanized territory as a factor in the occurrence of diseases of the cardiovascular system in the population
- 431 **Lopina E.M., Zelenskaya E.Ya.**
Geochemical features of the translocation of elements in the "soil-plant" system based on the results of studying the geographical regions of Crimean viticulture
- 441 **Zhabin A.V., Ignatenko I.M., Donetskii S.V.**
On the origin of volcanic ash deposits on the territory of the Voronezh region



УДК 504.53.052

DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-273-287

Роль природно-климатических особенностей Республики Башкортостан в размещении мелиоративных комплексов

¹Адельмурзина И.Ф., ¹Бигильдина Э.Р., ^{1,2}Сулейманов Р.Р.

¹Башкирский государственный университет

Россия, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32

²Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Россия, 450054, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Проспект Октября, 69

E-mail: ebigildina@gmail.com, adelmur@mail.ru, soils@mail.ru

Аннотация. Возрождение и строительство мелиоративных комплексов на территории Республики Башкортостан осложнено неблагоприятными природными факторами, такими как неравномерное распределение осадков, наличие горных массивов, засухи. В связи с недостатком исследований о влиянии климата на размещение мелиоративных комплексов, авторами рассмотрены основные причины размещения оросительных и осушительных систем по Республике Башкортостан, а также составлены климатические карты по засушливости Башкортостана, на основе которых проведен анализ размещения мелиоративных комплексов. В результате исследования выделены причинно-следственные связи по размещению оросительных и осушительных систем, а также составлена общая карта размещения всех мелиоративных комплексов с учетом влияния природно – климатических особенностей территории. В ходе работы было установлено, что размещение осушительных систем характерно для северной части Республики Башкортостан, а оросительных для запада и юга территории Республики Башкортостан, что связано с показателями засушливости климата, рассчитанными по формуле Де Мартона. Результаты исследования могут быть использованы для составления оценочных и прогнозных климатических карт, для проведения экспертно-аналитических исследований по территории Республики Башкортостан.

Ключевые слова: мелиорация, оросительные системы, осушительные системы, карты засушливости климата, атмосферные осадки, индекс Де Мартона.

Для цитирования: Адельмурзина И.Ф., Бигильдина Э.Р., Сулейманов Р.Р. 2021. Роль природно-климатических особенностей Республики Башкортостан в размещении мелиоративных комплексов. Региональные геосистемы, 45(3): 273–287. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-273-287

The role of natural and climatic features of the Republic of Bashkortostan in the formation of reclamation complexes

¹Ilgiza F. Adelmurzina, ¹Elina R. Bigildina, ^{1,2}Ruslan R. Suleymanov

¹Bashkir State University

32 Zaki Validi St, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450076, Russia

²UFRC RAS Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

69 Prospekt Oktyabrya, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450054, Russia

E-mail: ebigildina@gmail.com, adelmur@mail.ru, soils@mail.ru

Abstract. The issue of reviving and building reclamation complexes is relevant for the territory of the Republic of Bashkortostan, since their formation is associated with unfavorable natural factors, such as uneven distribution of precipitation, the presence of mountain ranges, and droughts. Due to the lack of research on the influence of climate on the location of reclamation complexes, the authors considered the main reasons for the location of irrigation and drainage systems in the Republic of Bashkortostan, and



also compiled climate maps on the aridity of Bashkortostan, on the basis of which the analysis of the location of reclamation complexes was carried out. According to the results of the study, the cause-and-effect relationships for the placement of irrigation and drainage systems are identified, and a general map of the location of all reclamation complexes is compiled, taking into account the influence of the natural and climatic features of the territory. During the work, it was found that the location of drainage systems is typical for the northern part of the Republic of Bashkortostan, and irrigation systems for the west and south of the territory of the Republic of Bashkortostan, which is associated with the indicators of aridity of the climate calculated by the De Martonne formula.

Keywords: land reclamation, irrigation systems, drainage systems, climate aridity maps, precipitation, De Martonn index.

For citation: Adelmurzina I.F., Bigildina E.R., Suleymanov R.R. 2021. The role of natural and climatic features of the Republic of Bashkortostan in the formation of reclamation complexes. *Regional Geosystems*, 45 (3): 273–287 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-273-287

Введение

Неблагоприятные природные факторы оказывают негативное влияние на развитие сельского хозяйства Республики Башкортостан. Создание комплекса оросительных и осушительных систем объясняется тем, что территория республики находится в зоне недостаточного увлажнения и слабо защищена от негативного влияния природных условий. Эти факторы приводят к тому, что наблюдается снижение урожайности и общего объема сельскохозяйственной продукции [Erten, Rossi, 2019]. Наблюдения за климатическими условиями за последние 60 лет показывают, что влагообеспеченными являются только 4 года из всего ряда многолетних наблюдений. 8 лет из 60 относятся к условно обеспеченным, оставшиеся 48 считаются в разной степени засушливыми, а 4 являются острозасушливыми. [Адаменко и др., 1982] С точки зрения географии и экологии, наибольший интерес представляет не столько анализ изменений климатических параметров (температур, осадков), сколько результаты влияния этих изменений на саму территорию и способов смягчения отрицательных явлений на близлежащие территории [Алисов и др., 1952].

Один из регионов России, где строительство мелиоративных комплексов является актуальным вопросом – это Республика Башкортостан. Особенность мелиорации Башкирии – формирование мелиоративных комплексов в условиях неблагоприятных природных факторов: засух, наличия горных массивов, неравномерного распределения осадков [Берлянт, 2005]. Выявление взаимосвязи между природно-климатическими особенностями территории и мелиорацией является главным вопросом в ходе написания работы.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования были определены взаимосвязи между расположением оросительных и осушительных систем с такими климатическими показателями, как засушливость территории.

В качестве исходных материалов использовались среднегодовые данные по температуре воздуха и атмосферным осадкам за период с 1986 г. по 2015 г., содержащиеся в фондах ВНИИГМИ-МДЦ и БашУГМС [Всероссийский научно-исследовательский ..., 2021; Федеральное государственное ..., 2021] и монографии «Биоклиматический потенциал России: теория и практика», под редакцией А.В. Гордеева и др. [2006]. На основе этих данных составлены карты засушливости Башкортостана за теплый период – май, июль, сентябрь (рис. 1, 2, 3), отражающие характер распространения территорий, испытывающих дефицит влаги и ее переизбыток. Данные с расчетами выполнены в программе ArcGIS (ГИС) с поправками, учитывающими потери осадков из-за смачивания.

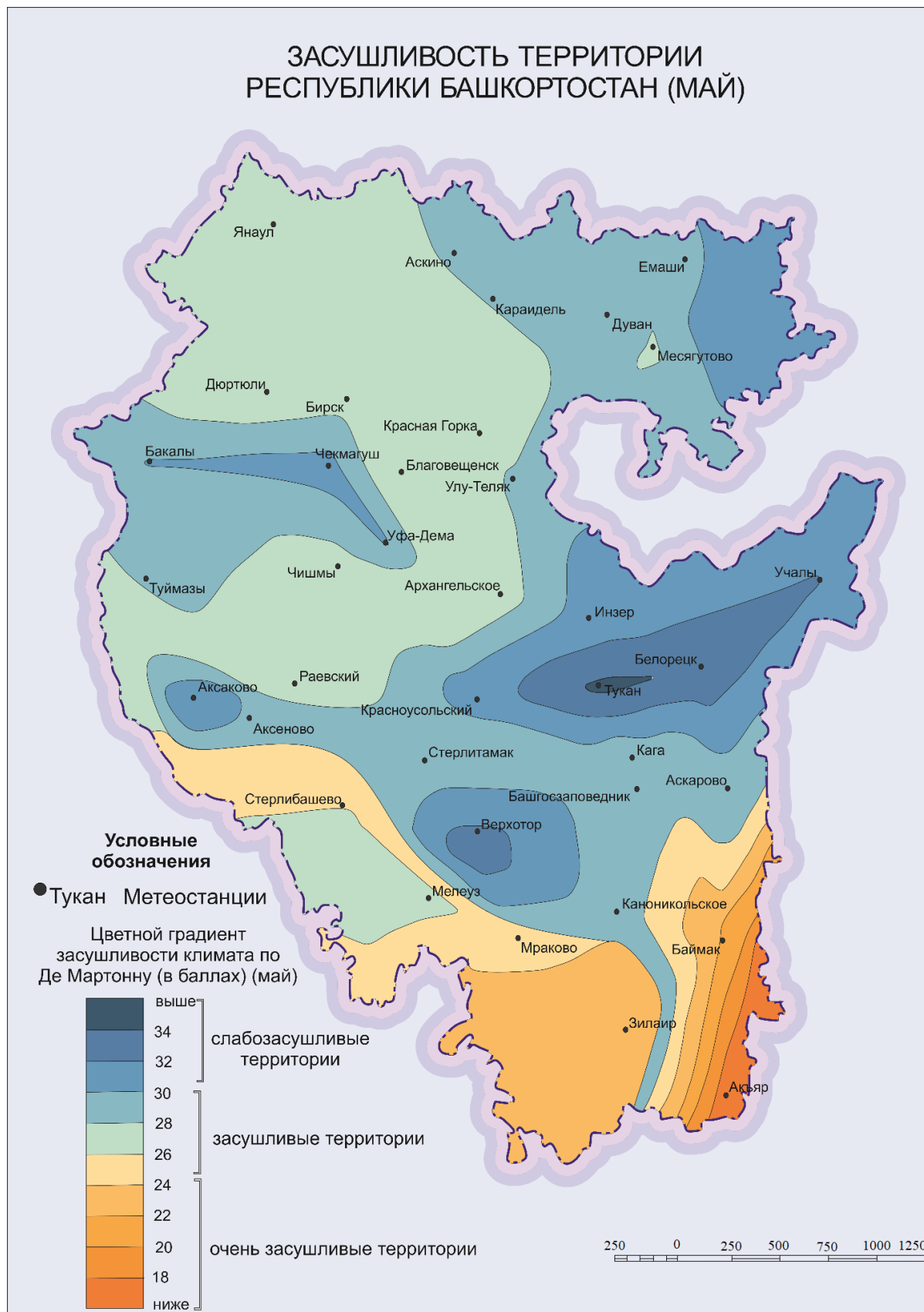


Рис. 1. Засушливость климата Республики Башкортостан (май) (составлено авторами)
Fig. 1. Aridity of the climate of the Republic of Bashkortostan (May) (compiled by the authors)

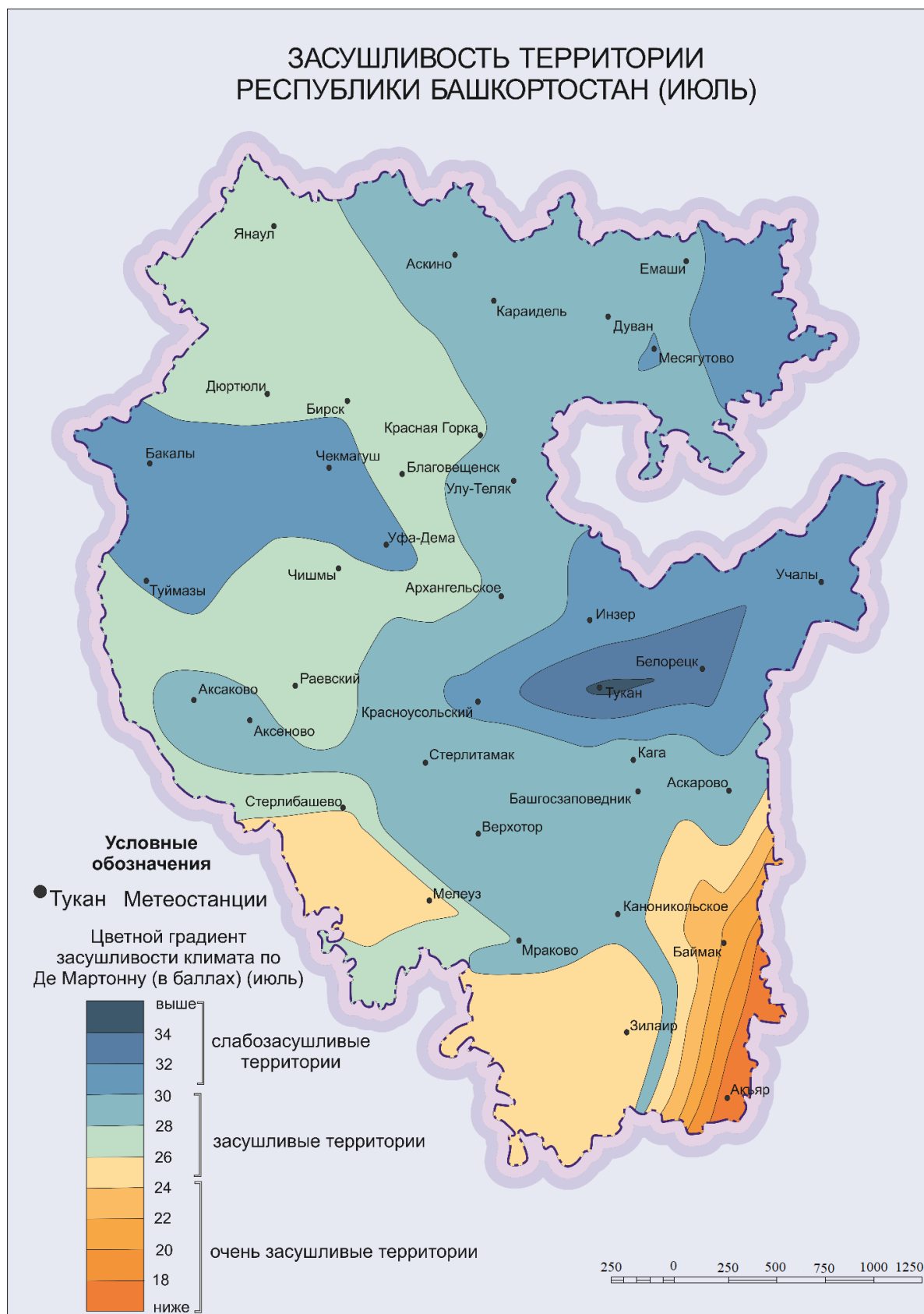


Рис. 2. Засушливость климата Республики Башкортостан (июль) (составлено авторами)
Fig. 2. Aridity of the climate of the Republic of Bashkortostan (July) (compiled by the authors)

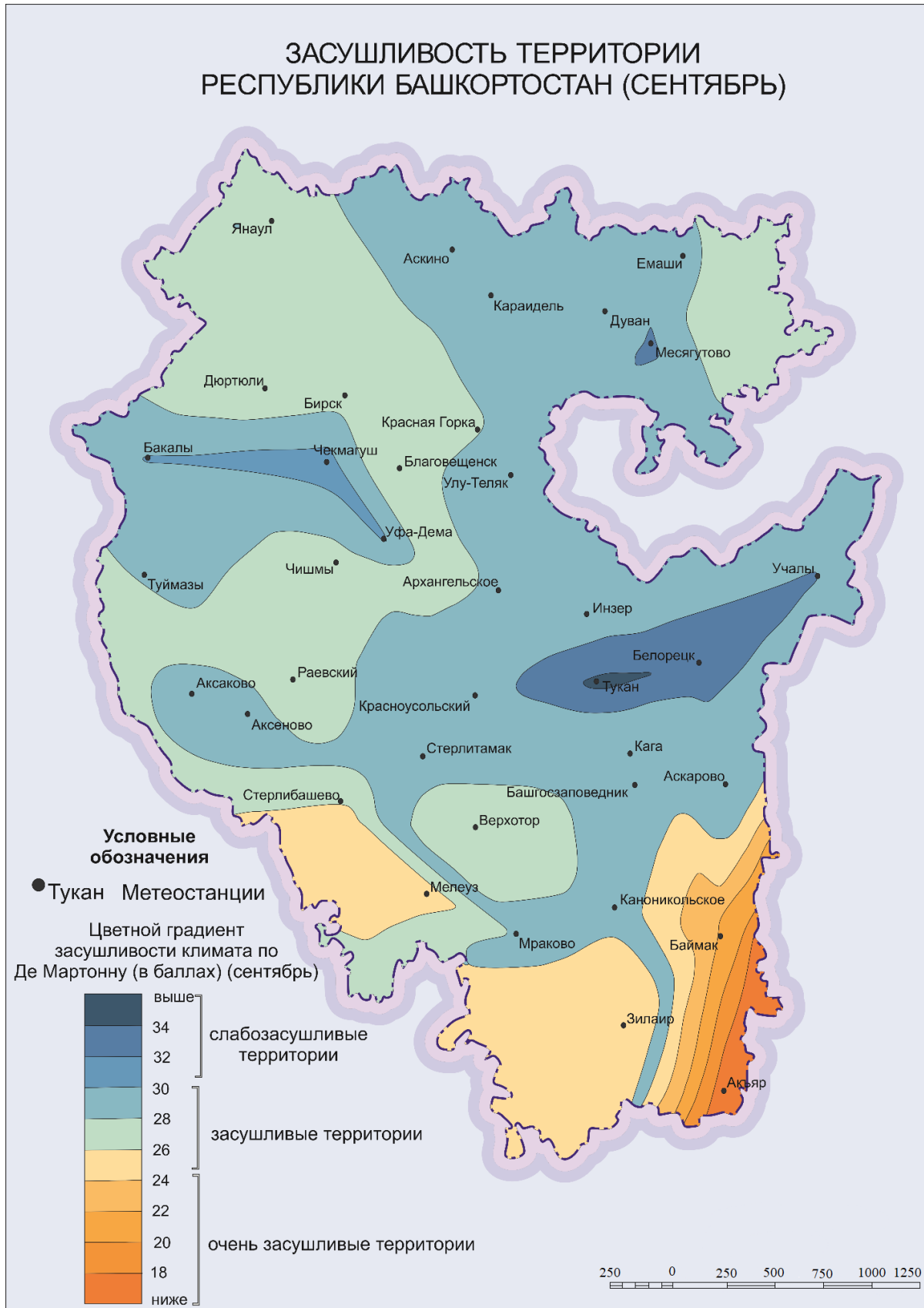


Рис. 3. Засушливость климата Республики Башкортостан (сентябрь) (составлено авторами)
Fig. 3. Aridity of the climate of the Republic of Bashkortostan (September) (compiled by the authors)



Коэффициенты по поправкам получены от Управления по гидрометеорологической службе Республики Башкортостан. Карты составлены в программном обеспечении ArcGIS методом интерполирования. Программа не учитывает особенности рельефа местности, поэтому те изолинии, которые проходят по холмистой, возвышенной или горной территории, стоит обязательно проверить и внести необходимые исправления с учетом орографии территории [Атоян, 2005]. Для территории Башкортостана это актуально, так как ее восточная часть относится к горной, поэтому все изолинии, которые проходят по восточной части, были дополнительно изменены с учетом рельефа. Такие же исправления были характерны для юго-западной части территории республики. Шаг для горизонталей выбран десятичным, на карте выделено восемь горизонталей. Подверженные явлению засушливости территории показаны на карте оттенком желтого цвета, а территории с увлажнением показаны оттенком синего цвета. Красочно-цветовые карты и легенды оформлены в программе CorelDraw X6 [Li, Zhang, 2021].

В качестве опорных данных для составления карт были использованы материалы наблюдений с метеостанций сети Башкирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, расположенных по территории республики Башкортостан и географические координаты точек наблюдения. Для получения изолиний были проведены математические расчеты по формуле Де Мартонна, на основе которых и получены индексы засушливости в баллах. Выбор данной формулы объясняется более точной и быстрой техникой обработки климатических данных с использованием материалов об осадках и координат местоположения пунктов. При выборе методики для расчетов были изучены разные варианты подсчета и оценки климатических показателей по монографии А.В. Гордеева и др. [2006], где предложены различные методы расчета показателей увлажнения.

Засуха, по определению из климатического справочника, привычное для природы явление, обусловленное процессами циркуляции атмосферы, которое можно охарактеризовать длительным отсутствием выпадающих осадков или их сокращением по сравнению с зафиксированными нормами, выпадающими на данной территории, а также повышением температуры воздуха или почвы [Абзалов, Япаров, 2005; Галимова и др., 2019; Галимова, 2020а, б, в]. Такие условия погоды приводят к резкому сокращению атмосферной влаги, уменьшению влагозапасов в почвах, а также общему снижению показателей урожайности сельскохозяйственной продукции. Кроме того, изменчивость водных ресурсов напрямую зависит от показателя засушливости, то есть, чем выше показатель, тем изменчивость водных ресурсов больше [Справочник по показателям ..., 2016]. При развитии процесса засушливости в дальнейшем данные условия могут привести к так называемой гидрологической засухе с потерей влагозапасов с водосборных площадей, а также понижением уровней и расходов воды в водных объектах.

В работе для расчетов была использована формула Де Мартонна, где благодаря данным об осадках и температуре, взятых за промежуток с 1989 г. по 2015 г. (табл. 1), были произведены математические расчеты:

$$J_a = P / (T + 10),$$

где P – годовое количество осадков, см, T – среднегодовая температура, градусы [Гареев, Галимова, 2010].

Засушливые территории будут иметь меньший индекс. Для анализа показателя засушливости за теплый период для территории Республики Башкортостан были проанализированы данные (табл. 2), полученные с 38 метеостанций [Билич, Васмут, 1984].

Преимущество индекса Де Мартонна заключается в минимальном наборе данных, используемых для обработки, ведь показатель засушливости по формуле зависит только от осадков и температуры. Между показателями есть взаимосвязь: повышающийся показатель температуры снижает показатели засушливости климата [Krolikowska et al.,

2009]. Для составления карт засушливости территории Республики Башкортостан необходимо не менее 30–40 пунктов, чтобы изолинии равномерно покрывали всю территорию республики. Шаг для горизонталей выбран десятичным, на карте выделено восемь горизонталей. Подверженные явлению засушливости территории показаны на карте оттенком желтого цвета, а территории с увлажнением показаны оттенком синего цвета. Красочно-цветовые карты и легенды оформлены в программе CorelDraw X6 [Li, Zhang, 2021].

Таблица 1
Table 1

Средние многолетние значения сезонных и годовых сумм осадков на территории РБ
в периоды 1986–2015 гг., мм
Average long-term values of seasonal and annual precipitation totals in the territory
of the Republic of Belarus in the periods 1986–2015, mm

Сезон	Период	Предуралье	Южный Урал	Зауралье	РБ
Холодный период	1986–2015	187	194	99	180
Теплый период	1986–2015	361	394	268	358
Год	1986–2015	548	588	367	538

Примечание: суммы атмосферных осадков рассчитывались по гидрологическим годам.

Таблица 2
Table 2

Исходные данные для расчетов по агроклиматическому справочнику по Башкирской АССР
и климатическому справочнику Гареева, Галимовой [2010]
Initial data for calculations according to the agro-climatic reference book of the Bashkir ASSR
and the climatic reference book of Gareeva, Galimova [2010]

Название метеостанций	P , количество осадков за месяц	t , средняя температура за месяц	L , засушливость климата в баллах
Янаул	57	16,2	26,1
Аскино	64	15,8	29,8
Емаши	69	14,9	33,3
Караидель	66	15,7	30,8
Андреевка	62	17,1	27,5
Дуван	70	14,9	33,7
Месягутово	67	15,8	31,2
Дюртюли	58	17,0	25,8
Бирск	55	17,2	24,3
Бакалы	48	17,0	21,3
Красная Горка	58	16,3	26,5
Кушнаренково	47	17,4	20,6
Благовещенск	58	17,6	25,2
Улу-Теляк	69	16,2	31,6
Уфа-Дёма	48	17,0	21,3
Туймазы	49	17,5	21,4
Чишмы	50	17,2	22,1
Архангельское	65	16,7	29,2
Учалы	64	14,9	30,8
Инзер	70	14,8	33,9
Раевский	49	17,6	21,3



Окончание табл. 2
 End of the table 2

Название метеостанций	P , количество осадков за месяц	t , средняя температура за месяц	L , засушливость климата в баллах
Аксаково	59	16,5	26,7
Белорецк	64	14,4	31,5
Тукан	70	14,0	35,0
Аксёново	55	16,9	24,5
Красноусольский	72	16,7	32,4
Стерлитамак	53	17,6	23,0
Кага	61	14,4	30,0
Стерлибашево	52	18,7	21,7
Аскарово	56	15,3	26,6
Башгосзаповедник	60	13,7	30,4
Верхотор	61	16,8	27,3
Мелеуз	45	17,8	19,4
Кананикольское	63	14,6	30,7
Мраково	50	17,0	22,2
Баймак	47	16,2	21,5
Зилаир	56	15,3	26,6
Акъяр	33	17,5	14,4

Результаты и их обсуждение

На основе всех полученных данных были составлены карты засушливости для территории Башкирии на основные месяцы теплого периода: май, июль, август (см. рис. 1, 2, 3). Выбор именно этих перечисленных месяцев объясняется вегетативными особенностями произрастания сельскохозяйственных культур в Республике Башкортостан: май – начало сева, июль – период цветения, сентябрь – созревание, посев озимых культур.

Анализ полученных карт показал, что территория Башкортостана с достаточным увлажнением принадлежит к области умеренно-континентального климата [Безднина, 1997]. Территориями, где наиболее вероятны засухи, являются юго-восточные и южные районы, колебания индекса засушливости в которых находится в диапазоне от 18 до 24 баллов. Самыми засушливыми территориями с наименьшими показателями индекса являются Акъяр и Баймак. Причины таких низких показателей связаны с более высокими показателями температуры, которые накладываются на меньшее количество осадков. Другая ситуация характерна для западной и северной части Башкортостана, где показатель засушливости находится в диапазоне 26–34 баллов и выше. На этих участках наблюдается средний температурный режим и большое количество осадков, по сравнению с южными территориями. Самыми влажными районами, где наблюдаются максимумы индекса, являются Верхнотор и Тукан, которые приходятся на предгорную часть территории. Минимальные показатели индекса засушливости можно обосновать тесным соседством с еще более засушливыми территориями, такими как Казахстан, Челябинская область. Осадки для этой территории выпадают преимущественно в летний период. Изменение в индексах засушливости зависит не только от климатических показателей, но и рельефа местности [Большая советская энциклопедия, 1973]. Уральские горы, которые протянулись в меридиональном направлении, оказывают влияние на показатели климатических условий, то есть западные и восточные склоны будут иметь различные климатические характеристики, так как горы в данном случае выполняют роль барьера. Осадки, которые продвигаются с запада на восток, встречая на своем пути преграду в виде гор, не могут их огибать, поэтому большая часть осадков вынуждена выпадать на западных склонах, делая их увлаж-

ненными, по сравнению с восточными, где их количество существенно ниже. Это ярко можно увидеть, если сравнить индексы на двух метеостанциях. В Тукане индекс составляет 35 баллов, он расположен на западном склоне, а в Учалинском районе показатель индекса ниже и составляет 30,8 балла (см. рис. 1, 2, 3). На карте имеются участки, которые условно можно назвать «аномальными»: территории вблизи Аксеново, Аксаково, Месягутово и Дувана. Чтобы понять, почему в этих местах наблюдаются контрастные показатели, нужно изучить природные особенности территорий. Обстановка вблизи Аксаково объясняется тем, что данная территория находится на возвышенном участке Бугульмино-Белебеевской возвышенности, где осадков выпадает больше, чем на близлежащих территориях, например, Аксеново, которое находится по высоте над уровнем моря ниже, соответственно и осадков там выпадает меньше, хотя разница в высотах небольшая – 280 и 400 м. Интересная картина наблюдается в районе Дувана и Месягутово: оба населенных пункта окружены кольцом из небольших по высоте хребтов, которые со стороны напоминают греческие амфитеатры, поэтому многие географы называют данный участок «Уфимским амфитеатром». Хребты вокруг населенных пунктов играют роль барьера, не допуская осадки вглубь территории.

В сложившихся климатических условиях особую актуальность приобретает эффективное использование потенциала оросительной и осушительной мелиорации [Кильметова, 1987]. Увеличение эффективности сельскохозяйственных угодий требует решения долгосрочных мер по развитию и восстановлению мелиоративных комплексов с последующим привлечением инвестиций [Riding, 2018]. Правительство Республики Башкортостан осознает важность данного вопроса для экономики, поэтому разрабатывает и постепенно претворяет в жизнь различные программы и четко следит за соблюдением закона «О мелиорации земель», который был принят 11 ноября 1997 г. под № 120-з [2020]. Данный закон направлен на регулирование отношений в области мелиорации земель, а также определяет полномочия органов власти и прописывает права и обязанности граждан и юридических лиц. Особо активно вопросом мелиорации на территории Башкортостана владеет ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз», которое и занимается созданием и обслуживанием всех оросительных и осушительных систем, функционирующих на территории Республики Башкортостан.

Мероприятия, посвященные мелиорации земель, направлены на общее повышение продуктивности почв и улучшение показателей земледелия, а также создание необходимых условий, которые сделают возможным ввести малопригодные и неиспользуемые земли в сельскохозяйственный оборот, что позволит комплексно развивать лесное и сельское хозяйство, а самое главное – рационально использовать имеющиеся природные ресурсы [Гордеев и др., 2006].

По состоянию на 01.01.2020 г. общая площадь мелиорируемых земель в Республике Башкортостан составляет 71150 тыс. га, из которых 38705 тыс. га относятся к орошаемым землям, 32445 тыс. га к осушаемым землям. В ведении ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз» находятся оросительные системы с общей обслуживаемой территорией 10275 тыс. га, в том числе оросительные системы с обслуживаемой площадью 8885 тыс. га.

Всего на территории республики функционирует 13 оросительных систем (табл. 3), а также 12 осушительных систем (табл. 4).

На основании имеющихся данных с официального сайта ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз», справочника по климату Республики Башкортостан, а также карт засушливости, нами была составлена карта мелиоративных систем, которые функционируют на территории Республики Башкортостан на сегодняшний день (рис. 4).



Таблица 3
Table 3

Оросительные системы Республики Башкортостан
Irrigation systems of the Republic of Bashkortostan

№	Название
1	Абзелиловская межхозяйственная оросительная система (Гусевское водохранилище на р. Тырки, озера Чебаркуль)
2	Альшеевская межхозяйственная оросительная система
3	Бакалинская межхозяйственная оросительная система (водохранилище на р. Мата)
4	Давлекановская межхозяйственная оросительная система (пруд на р. Сазлы-Куль)
5	Дмитриевская межхозяйственная оросительная система
6	Дюртюлинская межхозяйственная оросительная система (водохранилище на р. Евбаза)
7	Енгальшевская межхозяйственная оросительная система (пруд на р. Кайгальш)
8	Илишевская межхозяйственная оросительная система
9	Кушнаренковская межхозяйственная оросительная система (водохранилище на р. Сычевка)
10	Маканская межхозяйственная оросительная система
11	Хайбуллинская межхозяйственная оросительная система (водохранилище на р. Дергамыш)
12	Хайбуллинский район-лиманное орошение на реке Таналык
13	Межхозяйственная оросительная система «Спартак»

Таблица 4
Table 4

Осушительные системы Республики Башкортостан
Drainage systems of the Republic of Bashkortostan

№	Название
1	Бураевская № 1 межхозяйственная осушительная система
2	Бураевская № 2 межхозяйственная осушительная система
3	Бураевская № 3 межхозяйственная осушительная система
4	Буздякская межхозяйственная осушительная система
5	Дуванская межхозяйственная осушительная система
6	Иглинская межхозяйственная осушительная система
7	Краснокамская № 1 межхозяйственная осушительная система
8	Краснокамская № 2 межхозяйственная осушительная система
9	Краснокамская № 3 межхозяйственная осушительная система
10	Салаватская № 1 межхозяйственная осушительная система
11	Салаватская № 2 межхозяйственная осушительная система
12	Чишминская межхозяйственная осушительная система

Анализ полученных данных по карте (рис. 4) показывает, что осушительные системы (на карте показаны в виде круга с розовым окрасом в центральной части знака) размещены преимущественно на севере Республики Башкортостан, где расположены слабозасушливые территории, с переизбытком влаги, что можно увидеть и на картах засушливости, соответственно, строительство осушительных систем является очень рациональным решением. Оросительные системы (на карте показаны в виде круга с синим окрасом в центральной части знака) расположены преимущественно в западной части территории Республики Башкортостан, где выделены засушливые территории, которые испытывают небольшой дефицит влаги, их расположение также тесно связано с картами засушливости, где можно увидеть связь между показателями индекса и расположением самих оросительных систем. Все оросительные системы связаны со строительством водохранилищ и прудов около населенных пунктов в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Стоит отме-

тить, что все оросительные системы расположены в районах, где находятся крупные посевные площади. На карте сразу заметно отсутствие мелиоративных систем на востоке Республики Башкортостан. Это связано с рельефом территории. Дело в том, что в восточной части республики расположены хребты Южного Урала, которые влияют на климат близлежащих территорий, поэтому западные склоны гор имеют переизбыток увлажнения, а восточная часть – ее недостаток. Так, в Учалинском районе (север Зауралья) показатели индекса засушливости уменьшаются по сравнению с показателями в Тукане (горная часть). Учитывая сложный рельеф, строительство мелиоративных систем является нецелесообразным для данных территорий. Ведение сельского хозяйства в условиях горного рельефа не дает высоких показателей урожайности и требует больших финансовых затрат ввиду особенностей почвенного покрова, наличия лесных массивов. А вот на территории Зауралья, где осадки уменьшаются из-за барьерной роли Уральских гор, строительство оросительных систем является необходимым при условии ведения сельского хозяйства.

Создание мелиоративных систем и перевооружение осуществляется силами не только государства, но и сельхозтоваропроизводителей, местных инвесторов, которые ведут финансирование работ с субсидированием до 70 % [Чирков, 1986; Мелкий и др., 2020]. Большинство оросительных систем создается для орошения овощных культур, причем используется капельный вид орошения. На сегодняшний день лидером этого вида орошения в республике является Гуймазинский район [Хасанова, Япаров, 2020]. Так как данный вид орошения является экономически более выгодным и менее затратным, его активно начинают вводить и в других районах, например, в Шаранском, Уфимском и Чекмагушевском районах Республики Башкортостан.

Несмотря на густую речную сеть в зонах засушливости (Зауралья) (см. рис. 4), далеко не все крупные реки можно использовать для строительства на них гидромелиоративных объектов. Это связано с тем, что используемые для орошения воды должны иметь неагрессивный химический состав, а именно оптимальное содержание хлора и натрия, кальция и магния, превышение которых может привести к засолению и уплотнению почв. Химический состав вод многих рек, протекающих по территории Зауралья (северо-восточная часть), где реки содержат большое количество хлоридных солей, ранее не характерных для них, связан с разнообразием пород, слагающих водосборы, техногенным воздействием на поверхностные и подземные воды транспортировки и добычи нефти, которые находятся поблизости. Приведем в качестве примера реку Малый Кизил, где наблюдается изменение состава воды с гидрокарбонатного кальциевого и магниевое-кальциевого на хлоридный натриево-кальциевый [Абдрахманов, 2005]. Техногенное воздействие на реки Зауралья, а именно р. Миндык и р. Таналык, вызвано влиянием горнорудных предприятий, которые находятся в соседних регионах. Эти факторы и влияют на возможности строительства мелиоративных комплексов, где наличие гидрографических возможностей еще не говорит о возможных проектах по мелиорации. Для предотвращения деградации орошаемых земель необходимо учитывать гидрохимический состав воды в реках, геологические характеристики местности и наличие крупных загрязнителей вод в радиусе 100 км, которые могут напрямую или косвенно влиять на состав воды в реках, приводя к неблагоприятным последствиям [Абдрахманов, 2005].

Схожая картина наблюдается и с озерами Зауралья. Озера неглубокие (до 10 м), только глубина озера Яктыкуль достигает 28 м. Воды озер этого региона, кроме озера Мулдаккуль, имеют гидрокарбонатный кальциево-магниевое-натриевый состав, геохимический тип № 1 (содовый). Эти характеристики дают понять, что использование воды озер для орошения недопустимо, так как может привести к засолению почв, что соответственно приводит к снижению урожайности и ухудшению экологической ситуации в целом.

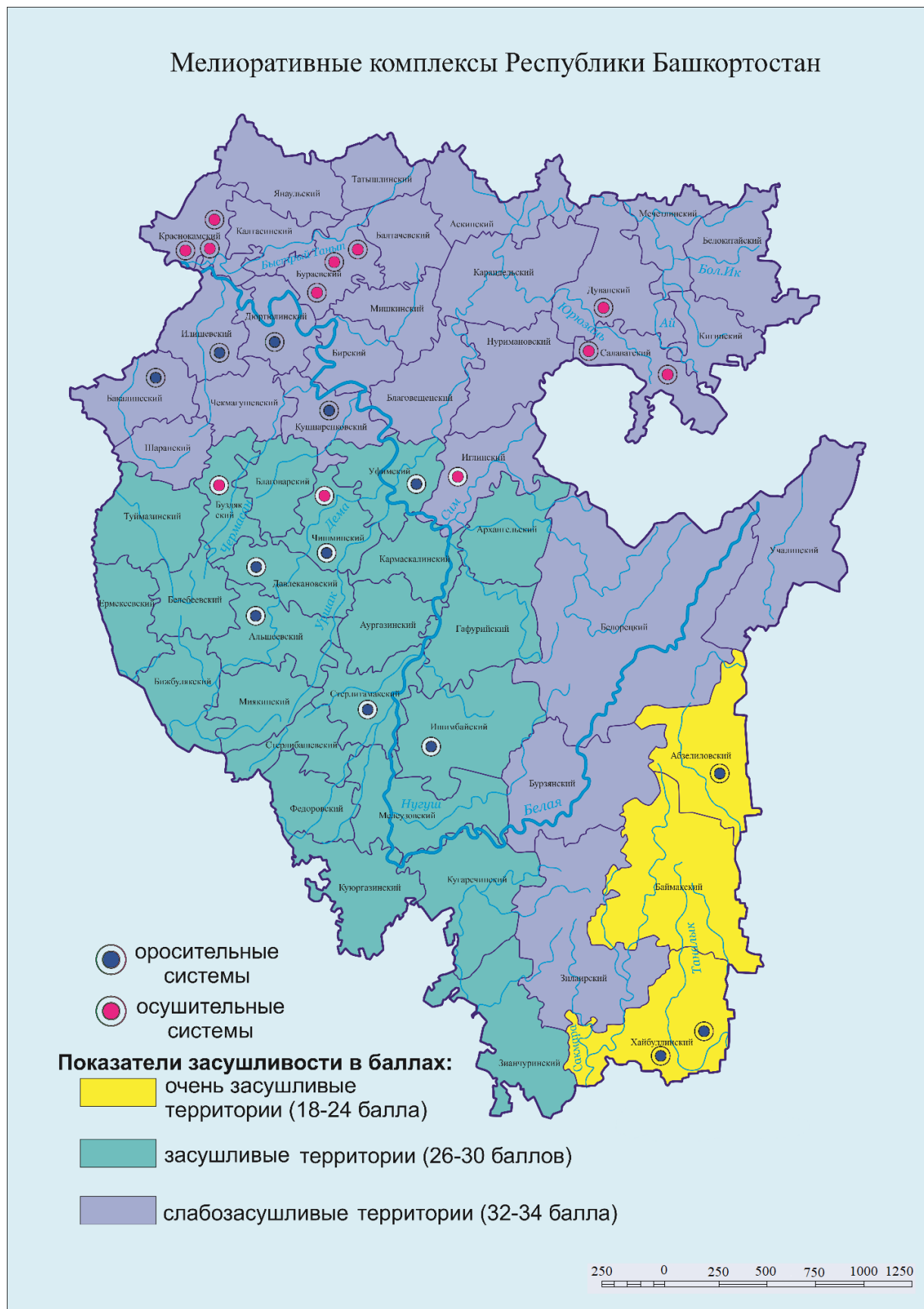


Рис. 4. Карта мелиоративных комплексов на территории Башкортостана (составлено авторами)
Fig. 4. Map of reclamation complexes on the territory of Bashkortostan (compiled by the authors)

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: на основе метеорологических данных были составлены климатические карты засушливости климата за теплый период на территории Республики Башкортостан. Анализ полученных карт показал, что территория Республики Башкортостан относится к области умеренно-континентального климата с достаточным увлажнением. Наиболее подверженными засухам территориями являются южные и юго-восточные районы Республики Башкортостан, индекс засушливости в этих регионах колеблется от 18 до 24 баллов. Минимальные показатели индекса характерны для Акъяра и Баймака. Выполненные карты позволяют оценить характер размещения мелиоративных комплексов. Анализ карт показывает, что осушительные системы на территории Республики Башкортостан размещены преимущественно на севере Республики, где расположены слабозасушливые территории с переизбытком влаги, что можно увидеть и на картах засушливости, соответственно, строительство осушительных систем является очень рациональным решением. Оросительные системы расположены преимущественно в западной части территории Республики Башкортостан, где выделены засушливые территории, которые испытывают небольшой дефицит влаги, их расположение также тесно связано с картами засушливости, где можно увидеть связь между показателями индекса и расположением самих оросительных систем. Все это говорит о том, что создание мелиоративных комплексов имеет тесную связь с климатом и их размещение во многом зависит от их показателей.

Список источников

1. Абзалов Р.А., Япаров И.М. 2005. Атлас республики Башкортостан. Уфа, Китап, 419 с.
2. Алисов Б.П., Дроздов О.А., Рубинштейн Е.С. 1952. Курс климатологии. Ч.1, II. М., Гидрометеиздат., 488 с.
3. Атоян Л.В. 2005. Проектирование и составление карт. Минск, БГУ, 41 с.
4. Берлянт А.М. 2005. Картографический словарь. М., Научный мир, 423 с.
5. Безднина С.Я. 1997. Качество воды для орошения: принципы и методы оценки. М., Изд-во РОМА, 185 с.
6. Билич Ю.С., Васмут А.С. 1984. Проектирование и составление карт. М., Недра, 364 с.
7. Большая советская энциклопедия, Том 12. 1973. М., Советская энциклопедия, 624 с.
8. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных: Специализированные массивы. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Электронный ресурс. URL: <http://www.meteorf.ru> (дата обращения 23 марта 2021).
9. Гареев А.М., Галимова Р.Г. 2010. Справочник по климату Республики Башкортостан. Уфа, РИЦ БашГУ, 92 с.
10. О мелиорации земель : Закон Республики Башкортостан от 11 ноября 1997 года № 120-з (с изменениями на 7 декабря 2020 года). СПС Гарант. URL: <https://base.garant.ru/17752032/> (дата обращения 18 января 2021).
11. Справочник по показателям и индексам засушливости. 2016. Всемирная метеорологическая организация, 60 с.
12. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Электронный ресурс. URL: <https://www.meteorf.ru/about/structure/local/434/> (дата обращения 23 марта 2021).
13. Чирков Ю.И. 1986. Агрометеорология. Л., Гидрометеиздат, 296 с.

Список литературы

1. Абдрахманов Р.Ф. 2005. Гидрогеоэкология Башкортостана. Уфа, Информреклама, 344 с.
2. Адаменко В.Н., Масанова М.Д., Четвериков А.Ф. 1982. Индикация изменений климата: Методы анализа и интерпретации. Л., Гидрометеиздат, 111 с.



3. Галимова Р.Г. 2020а. Анализ изменений температурно-влажностного режима на территории Республики Башкортостан в современный период. Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле, 30 (1): 83–93. DOI: 10.35634/2412-9518-2020-30-1-83-93.
4. Галимова Р.Г. 2020б. Оценка влияния современных климатических изменений в природных зонах Республики Башкортостан. Региональные геосистемы, 2 (44): 125–137. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-2-125-137.
5. Галимова Р.Г. 2020в. Современный климатический режим атмосферных осадков на территории Республики Башкортостан. Географический вестник, 2 (53): 111–119. DOI: 10.17072/2079-7877-2020-2-111-119.
6. Галимова Р.Г., Переведенцев Ю.П., Яманаев Г.А. 2019. Агроклиматические ресурсы Республики Башкортостан. Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология, 3: 29–39.
7. Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. 2006. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. М., Товарищество научных изданий КМК, 512 с.
8. Кильметова Ф.Ш. 1987. К вопросу о климатической обеспеченности высоких урожаев зерновых культур в Башкирии. В кн.: Проблемы изучения, охраны и рационального использования природных ресурсов Башкирии. Тезисы докладов республиканской конференции. Уфа, Типография издательства Башкирского обкома КПСС: 85–86.
9. Мелкий В.А., Верхотуров А.А., Братков В.В. 2020. Влияние климата на состояние северной части елово-пихтовой подзоны темнохвойных бореальных лесов острова Сахалин. Региональные геосистемы, 44 (4): 415–431. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-415-431
10. Хасанова Г.Р., Япаров И.М. 2020. Определение засушливости климата по Мартону (на примере территории Республики Башкортостан за август 2019 года). В кн.: Комплексные и отраслевые проблемы науки и пути их решения. Международная научно-практическая конференция. Новосибирск, 25 апреля 2020 г. Уфа, Аэтерна: 326–328.
11. Erten E., Rossi C. 2019. The worsening impacts of land reclamation assessed with Sentinel-1: The Rize (Turkey) test case. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 74: 57–64. DOI: 10.1016/j.jag.2018.08.007.
12. Krolikowska K., Dunajski A., Magnuszewski P., Siczka M. 2009. Institutional and environmental issues in land reclamation systems maintenance. Environmental Science & Policy, 12 (8): 1137–1143. DOI: 10.1016/j.envsci.2009.09.001.
13. Li X., Zhang C. 2021. Effect of natural and artificial afforestation reclamation on soil properties and vegetation in coastal saline silt soils. Catena, 198: 105066. DOI: 10.1016/j.catena.2020.105066.
14. Riding T. 'Making Bombay Island': land reclamation and geographical conceptions of Bombay, 1661–1728. Journal of Historical Geography, 59: 27–39. DOI: 10.1016/j.jhg.2017.08.005.

References

1. Abdrakhmanov R.F. 2005. Hidrogeoeкологиya Bashkortostana [Hydrogeoeecology of Bashkortostan]. Ufa, Publ. Informreklama, 144 p.
2. Adamenko V.N., Masanova M.D., Chetverikov A.F. 1982. Indikatsiya izmeneniy klimata: Metody analiza i interpretatsii [Indication of climate changes: Methods of analysis and interpretation]. Leningrad, Publ. Hydrometeoizdat, 111 p.
3. Galimova R.G. 2020а. Analysis of Changes in Temperature and Humidity Regime in the Republic of Bashkortostan in Recent Period. Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences, 30 (1): 83–93. DOI: 10.35634/2412-9518-2020-30-1-83-93 (in Russian).
4. Galimova R.G. 2020б. Assessment of the Influence of Modern Climate Change in the Natural Zones of the Republic of Bashkortostan. Regional Geosystems, 2 (44): 125–137. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-2-125-137 (in Russian).
5. Galimova R.G. 2020в. Modern Climatic Regime of Precipitation in the Territory of the Republic of Bashkortostan. Geographical Bulletin, 2 (53): 111–119. DOI: 10.17072/2079-7877-2020-2-111-119 (in Russian).
6. Galimova R.G., Perevedentsev Yu.P., Yanaev G.A. 2019. Agro-climatic resources of the Republic of Bashkortostan. Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology, 3: 29–39 (in Russian).

7. Gordeev A.V., Kleshchenko A.D., Chernyakov B.A., Sirotenko O.D. 2006. Bioklimaticheskiy potentsial Rossii: teoriya i praktika [Bioclimatic potential of Russia: theory and practice]. Moscow, Publ. Tovarishestvo nauchnykh izdaniya KMK, 512 p.
8. Kilmetova F.Sh. 1987. K voprosu o klimaticheskoy obespechennosti vysokikh urozhayiv grain crops in Bashkiria [On the issue of climatic security of high yields of grain crops in Bashkiria]. In: Problemy izucheniya, okhrana i rationalnogo usloviya prirodnnykh resursov Bashkiria [Problems of study, protection and rational use of natural resources of Bashkiria]. Abstracts of the republican conference. Ufa, Tipografiya izdatelstva Bashkirskogo obkoma KPSS: 85–86.
9. Melkiy V.A., Verkhoturov A.A., Bratkov V.V. 2020. Climate influence on the state of the northern part of the eel-fir subzone of the dark coniferous boreal forests of Sakhalin Island. *Regional Geosystems*, 44 (4): 415–431. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-415-431 (in Russian).
10. Khasanova G.R., Yaparov I.M. 2020. Opredeleniye zasushlivosti klimata po Martonu (na primere territorii Respubliki Bashkortostan za avgust 2019 goda) [Determination of the aridity of the climate according to Marton (on the example of the territory of the Republic of Bashkortostan for August 2019)]. In: Kompleksnyye i otraslevyye problemy nauki i puti ikh resheniya [Complex and branch problems of science and ways of their solution]. International Scientific and Practical Conference. Novosibirsk, 25 April 2020. Ufa, Publ. Aeterna: 326–328.
11. Erten E., Rossi C. 2019. The worsening impacts of land reclamation assessed with Sentinel-1: The Rize (Turkey) test case. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 74: 57–64. DOI: 10.1016/j.jag.2018.08.007.
12. Krolikowska K., Dunajski A., Magnuszewski P., Sieczka M. 2009. Institutional and environmental issues in land reclamation systems maintenance. *Environmental Science & Policy*, 12 (8): 1137–1143. DOI: 10.1016/j.envsci.2009.09.001.
13. Li X., Zhang C. 2021. Effect of natural and artificial afforestation reclamation on soil properties and vegetation in coastal saline silt soils. *Catena*, 198: 105066. DOI: 10.1016/j.catena.2020.105066.
14. Riding T. ‘Making Bombay Island’: land reclamation and geographical conceptions of Bombay, 1661–1728. *Journal of Historical Geography*, 59: 27–39. DOI: 10.1016/j.jhg.2017.08.005.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сулейманов Руслан Римович, доцент кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем Башкирского государственного университета, г. Уфа, Россия

Адельмурзина Ильгиза Фиркатовна, старший преподаватель кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем Башкирского государственного университета, г. Уфа, Россия

Бигильдина Элина Рамилевна, студент кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем Башкирского государственного университета, г. Уфа, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ruslan R. Suleymanov, Associate Professor of the Department of geodesy, cartography and geographical information systems of the Bashkir State University, Ufa, Russia

Ilgiza F. Adelmurzina, Senior Lecturer, Department of Geodesy, Cartography and Geographical Information Systems of the Bashkir State University, Ufa, Russia

Elina R. Bigildina, Student of the Department of Geodesy, Cartography and Geographical Information Systems of the Bashkir State University, Ufa, Russia



УДК 502.5
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-288-300

Оценка ландшафтно-эстетической привлекательности пригородных лесов г. Чебоксары

Ильин В.Н., Мулендеева А.В., Никитина А.С.

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,
Россия, 428003, г. Чебоксары, пр. Московский, 15
E-mail suvar2009@yandex.ru, alena-mulendeeva@yandex.ru

Аннотация. Население г. Чебоксары использует в целях рекреации удобные с точки зрения транспортной доступности зоны рекреации, пренебрегая чуть отдаленными устойчивыми, эстетически-привлекательными лесами. Исследование проведено для последующего информирования населения о состоянии лесов в целях равномерного распределения рекреационной нагрузки. Оценка проводилась по 5 показателям: ценность преобладающей породы, разнообразие видов растений в подлеске, возрастная группа по преобладающим породам, захламленность лесного участка и сухостой, санитарно-гигиеническая оценка. Всего было проанализировано 1168 лесных выделов Карачуринского, Сосновского и Пихтулинского участков лесничеств Чувашской Республики. Была составлена сводная карта ландшафтно-эстетической оценки лесов и разработаны рекомендации по повышению эстетической привлекательности древесных насаждений. Для пригородных древесных насаждений г. Чебоксары ландшафтно-экологическая оценка подавляющего большинства лесов характеризуется выше среднего. Низкой эстетической оценкой характеризуются насаждения в состоянии распада, потерявшие декоративные качества из-за механических повреждений, перестойного возраста или зараженности вредителями и болезнями. Внедрение полученных результатов позволяет оптимально распределить нагрузку на пригородные леса. Новизна исследования заключается в ландшафтном подходе при выделении оптимальных рекреационных территорий.

Ключевые слова: пригородные леса, устойчивость лесов, ландшафтно-эстетическая оценка, санитарное состояние лесов, эстетическая ценность лесных ландшафтов.

Для цитирования: Ильин В.Н., Мулендеева А.В., Никитина А.С. 2021. Оценка ландшафтно-эстетической привлекательности пригородных лесов г. Чебоксары. Региональные геосистемы, 45 (3): 288–300. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-288-300

Assessment of the landscape and aesthetic attractiveness of suburban forests of the Cheboksary city

Vladimir N. Ilyin, Alena V. Mulendeeva, Anastasia S. Nikitina

Ulyanov Chuvash state university,
15 Moscow Av., Cheboksary, 428003, Russia
E-mail suvar2009@yandex.ru, alena-mulendeeva@yandex.ru

Abstract. The population of Cheboksary uses recreational areas that are convenient from the point of view of transport accessibility for recreation, neglecting slightly distant stable, aesthetically attractive forests. The study was conducted to inform the population about the state of forests in order to evenly distribute the recreational load. The assessment was carried out according to 5 indicators: the value of the prevailing breed, the variety of plant species in the

undergrowth, the age group for the prevailing breeds, the score, the clutteriness of the forest area and dead wood, and the sanitary and hygienic assessment. In total, 1168 forest allotments of the Karachurinsky, Sosnovsky and Pihtulinsky district forest districts of the Chuvash Republic were analyzed. A summary map of the landscape and aesthetic assessment of forests was compiled and recommendations were developed to improve the aesthetic appeal of tree stands. For suburban tree stands of Cheboksary, the landscape and ecological assessment of the vast majority of forests is characterized by above average. Low aesthetic evaluation is characterized by plantings in a state of decay, which have lost their decorative qualities due to mechanical damage, over-aging, or infestation with pests and diseases. The implementation of the obtained results allows us to optimally distribute the load on suburban forests. The novelty of the study lies in the landscape approach to the allocation of optimal recreational areas.

Keywords: suburban forests, forest sustainability, landscape and aesthetic assessment, forest health, aesthetic value of forest landscapes.

For citation: Ilyin V.N., Mulendeeva A.V., Nikitina A.S. 2021. Assessment of the landscape and aesthetic attractiveness of suburban forests of the Cheboksary city. *Regional geosystems*, 45 (3): 288–300 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-288-300

Введение

Пригородные леса и леса Чебоксарского городского округа занимают 5256 га. Однако значительный приток рекреантов в наиболее близкие с точки зрения транспортной доступности участки пригородных лесов г. Чебоксары приводит к чрезмерной антропогенной нагрузке, снижению устойчивости и продуктивности лесов [Гуменюк и др., 2019]. Актуальность рассматриваемой темы обусловлена объективной потребностью в ландшафтно-экологическом и эстетическом анализе лесов, позволяющем оценить степень нарушенности ландшафтов, использования лесов для рекреационной деятельности. Проводимая ландшафтно-эстетическая оценка способствует наиболее рациональному использованию лесных ландшафтов в рекреационных целях и разработке мер по повышению общего уровня привлекательности лесов Чебоксарского городского округа. Цель данного исследования – провести ландшафтно-эстетическую оценку лесов, непосредственно прилегающих к г. Чебоксары. Решение проблемы неравномерного использования отдельных лесных участков в рекреационных целях возможно за счет анализа рекреационной привлекательности и последующего информирования заинтересованного населения в полученных результатах. Ландшафтно-экологическая оценка лесов осуществлялась на основе анализа таксационных и ландшафтных показателей [Ильин, Орлов, 2020]. Научная новизна исследования заключается в наиболее подробной комплексной оценке лесных участков ранга выдела и составлении сводной карты ландшафтно-эстетического состояния.

Объекты и методы исследования

Методологической основой исследования послужили идеи отечественных и зарубежных ученых в области комплексной оценки насаждений урбанизированных территорий; широко применялись лесоводственно-таксационные приемы и методы моделирования [Yang, 2017]. Теоретической и методологической базой исследования влияния рекреационной деятельности на общее состояние лесов и разнообразие растений в них стали труды сотрудников отечественных институтов [Vakhlamova et al., 2016; Тарасова и др., 2016]. Были проанализированы материалы по оптимизации рекреацион-



ной нагрузки за счет создания экологических троп и зон отдыха [Miller et al., 2020; Pirnat, 2020].

Ландшафтно-эстетическая оценка лесов проводилась по методике Э. Репшаса [1994], В.Ф. Ковязина и Нешатаевой Е.В. [2013], В.Ф. Ковязина и Т.Т. Нгуен [2017]. Она включает оценку лесных насаждений по преобладающей породе, разнообразию видов в подлеске, по возрастной структуре, захламленности территории, санитарно-гигиеническую оценку лесных насаждений.

В качестве элементарных территориальных единиц для оценки были выбраны выделы. Леса Чебоксарского городского округа включают 1168 выделов, что позволяет получить значительных объем фактических данных по современному состоянию лесных ландшафтов исследуемой территории. Применение элементарных единиц ранга выдела позволяет составить подробную карту ландшафтно-эстетического состояния.

Оценки каждого лесного выдела определялись по формуле [Ковязин, Нгуен, 2017]:

$$K = 0,3 \times X_1 + 0,1 \times X_2 + 0,1 \times X_3 + 0,3 \times X_4 + 0,2 \times X_5,$$

где X_1 – ценность преобладающей породы, балл; X_2 – разнообразие видов растений в подлеске, балл; X_3 – возрастная группа по преобладающим породам, балл; X_4 – захламленность лесного участка и сухостой, балл; X_5 – санитарно-гигиеническая оценка, балл.

Каждая из пяти групп оценок представлена тремя классами, где 1 класс – наилучший, а 3 – худший. Ландшафтно-эстетическая оценка варьируется от 1 до 3, при этом оценка «3» характеризует насаждения с наилучшей эстетической ценностью, а 1 – насаждения с худшими характеристиками эстетической ценности.

При этом были выделены 3 группы оценок:

1. Участки, набравшие от 1 до 1,73 баллов, являющиеся наименее эстетически привлекательными для рекреантов. В общем случае это древесные насаждения, приуроченные к низинам и западинам, заболоченным участкам, представленные деформированными и подверженными болезнями деревьями. Также сюда можно отнести лесные участки, пострадавшие от техногенного воздействия при строительстве дорог и зданий, добыче полезных ископаемых, чрезмерной рекреационной нагрузки. Отдельно следует отметить молодые насаждения, возникшие самосевом после пожаров или сплошной вырубке. Они отличаются высокой густотой, низкоценными породами, монотонностью и однообразностью ландшафтов. Все выделенные выше типы древесных насаждений необходимо привести к более высокому уровню за счет проведения комплекса лесовосстановительных мероприятий.

2. Участки, получившие от 1,73 до 2,36 баллов. Насаждения приурочены к дерново-подзолистым и серым лесным почвам с хорошим дренажом на выровненных и слабонаклонных участках. Древесные насаждения представлены ценными породами деревьев среднего возраста различной сомкнутости. Чаще всего это спелые сосняки, березняки и ельники, представленные монопородо. Наблюдается наличие примеси декоративных пород, значительного подроста. Обозримость и просматриваемость небольшая, проходимость пониженная. На участке захламленность до 5 м³. В большинстве случаев требуется проведение рубок ухода для формирования лесопаркового ландшафта.

3. Выдела, получившие в результате оценки комфортности более 2,36 баллов, приравниваются к 1 классу лесов. Насаждения на данных выделах расположены в повышенных, выровненных, хорошо дренированных местах, свежих и богатых по плодородию почвах. Преобладают деревья и кустарники с высокими декоративными свойствами, чистые или смешанные. Обозримость и проходимость – хорошие. Подлесок и

подрост средней густоты, хорошего состояния. Захламленности, сухостоя, валежника, перестойных и больных деревьев нет. Общее восприятие данных участков соответствует общепринятому представлению о наиболее ухоженных, «правильных» ландшафтах исследуемой местности и ландшафта. Территории не требуют дополнительных лесовосстановительных мер.

Результаты и их обсуждение

В качестве элементарных ландшафтных единиц были использованы лесные выделы: для исследуемой территории насчитывается 1168 выделов общей площадью 5256 га. Из них 505 относятся к Карачуринскому участковому лесничеству, 237 – Пихтулинскому и 426 – Сосновскому [Никитина, Мулендеева, 2017]. Комплексная оценка ландшафтно-эстетической привлекательности была проведена по 5 показателям.

1. **По преобладающим породам.** Первый показатель – это эстетическая ценность по преобладающей породе. Насаждения с разными преобладающими породами имеют различную эстетическую привлекательность для горожан. Исходя из закономерностей, существующих в шкалах привлекательности пород, составленных различными авторами, мы использовали следующую градацию (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Ценность лесных насаждений по преобладающей породе
The value of forest plantations by the dominant species

Балл	Преобладающая порода
1	Осина, ива, ольха серая, ольха черная
2	Ель, береза
3	Сосна, лиственница, липа, твердолиственные породы

В 87 % исследуемой территории преобладающей породой является сосна, липа, лиственница и твердолиственные породы. Ель и береза характерны для 9 % лесных насаждений, а низкий класс по преобладающей породе занимает 4 % территории.

В лесничествах Заволжья характерно преобладание третьего класса ценности лесов по преобладающей породе. В Сосновском участковом лесничестве в кварталах 105–106, 110, 119 в некоторых выделах между соснами и твердолиственными породами замечается преобладание ели и березы. Они относятся ко второму классу оценки, то есть обладают средней привлекательностью.

В Пихтулинском участковом лесничестве в кварталах 110, 117 и 121 в единичных выделах характерен также второй класс ценности лесных насаждений по преобладающей породе, в остальных квартальных выделах этот класс менее значителен. Для 114–116, 119–125 кварталов этого же участкового лесничества характерен третий класс ценности, преобладают насаждения сосны, лиственницы и ценных лиственных пород, относящихся к наиболее рекреативным породам.

Для Карачуринского участкового лесничества выявили значительное преобладание второго класса (кварталы 31, 69, 70, 76, и некоторые выделы 41 квартала) и третьего класса (кварталы 35, 43, 86, 89) ценности лесов по преобладающей породе. Первый класс, относящийся к хорошим рекреативным породам, характерен для Московского района Чебоксарского городского округа (некоторые выделы 42–45 кварталов). Преобладающими породами на данной территории являются ольха серая и черная, осина и ива, относящиеся к малоценным породам. Таксационные выделы с низкой ценностью находятся вдоль



правобережья северо-западной части Чебоксарского водохранилища, входящего в Карачуринское участковое лесничество (выделы 51 квартала).

2. По видам растений в подлеске. Следующим показателем является оценка разнообразия видов растений в подлеске. Богатство видового состава подлеска делает ландшафт более привлекательным и разнообразным. В работе использовалась градация, основанная на количестве видов растений в подлеске (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Оценка насаждений по видовому разнообразию растений в подлеске
 Evaluation of plantations by species diversity of plants in the undergrowth

Балл	Количество видов в подлеске
1	Более 2 видов в составе подлеска
2	1–2 вида в составе подлеска
3	Отсутствует

Оценка лесных насаждений по видовому разнообразию в подлеске варьируется от 1 до 3. Наилучшие показатели характерны для Сосновского участкового лесничества, в частности, в кварталах 107, 112, 123, 126. Также есть выделы, которые находятся в 110, 117, 123 кварталах Пихтулинского участкового лесничества. В Карачуринском – несколько выделов в 44 квартале (31, 46, 74, 86, 78 и 51).

Распределение насаждений, где имеются 1–2 вида в подлеске, преобладает в Карачуринском участковом лесничестве. Сюда можно отнести кварталы: 32, 35, 36, 69–89. В Пихтулинском участковом лесничестве второй класс оценки по видовому разнообразию растений в подлеске характерен для северо-западной части территории (114–115 кварталы), а также преобладает в выделах 110, 120 и 121 кварталов.

Третий класс оценки (более 2 видов растений в подлеске) преобладает в Пихтулинском участковом лесничестве. Этот класс занимает более 60 % на данной территории, включает 117–125 кварталы. В Сосновском участковом лесничестве данный класс не присутствует. В Карачуринском участковом лесничестве он преобладает в некоторых выделах 33, 43, 53 и 84 кварталов.

Проанализировав ценность лесных насаждений по количеству пород в подлеске для Чебоксарского городского округа, можно сказать, что в 50 % территории преобладают 1–2 вида в подлеске. 33 % имеют более 2 видов в подлеске, а на 17 % исследуемой территории подлесок отсутствует.

3. По возрасту древостоя. Третьим показателем является возраст древостоя, влияющий на восприятие ландшафта в целом. Декоративные качества растений не могут рассматриваться вне возрастных и сезонных изменений.

По мнению отечественных [Аратова, 2019] и зарубежных исследователей [Oppliger et al., 2019; Gao et al., 2021], наиболее эстетически приятными являются деревья среднего возраста. Градация, используемая в настоящей работе, сформирована на социологических опросах Э. Репшаса [1994] и в других научных работах [Оку, Fukamachi, 2016] (табл. 3).

В черте Чебоксарского городского округа возрастной состав древостоя распределен практически равномерно. На 44 % исследуемой территории произрастают спелые насаждения, что характеризует высокий класс ценности по возрасту. Спелые и приспевающие насаждения занимают 41 %, а молодняки и перестойные произрастают на 15 % от общей площади. В лесничествах Заволжья в Сосновском участковом лесничестве характерно преобладание спелых насаждений, которые являются более предпочтительными

ми для эстетической ценности (кварталы 109–127). В некоторых выделах 105–106, 110 кварталов можно заметить средневозрастные и приспевающие насаждения.

Таблица 3
Table 3Оценка древостоя по возрастной структуре
Assessment of the stand by age structure

Балл	Возрастные группы насаждений
1	Молодняки, перестойные
2	Средневозрастные и приспевающие
3	Спелые

В Пихтулинском участковом лесничестве насаждения по возрастной структуре разнообразнее. В 110–112 кварталах заметно преобладание средневозрастных и приспевающих насаждений, они также встречаются в выделах 114, 116, 119–121, 125 кварталов. В некоторых выделах 117 и 123 кварталов преобладают спелые насаждения, а молодняки и перестойные произрастают в выделах 116, 117, 119 и 124 кварталов. Для Карачуринского участкового лесничества характерно преобладание молодняков и перестойных насаждений. Спелые, средневозрастные и приспевающие лесные насаждения произрастают частично в 31, 43, 76 и 84 кварталах.

4. **По наличию захламленности.** К негативным факторам, снижающим эстетическое восприятие лесных участков, относится захламленность (наличие сухих, упавших деревьев, больших веток). Сухостой и валежник не просто негативно влияет на восприятие лесов, но и препятствует передвижению, активному отдыху, увеличивает степень пожароопасности. Увеличение доли усыхающих и высохших деревьев приводит к снижению привлекательности. Здесь наблюдается прямая корреляция [Ebenberger, Arnberger, 2019].

Некоторые ученые допускают наличие единичных случаев усохших деревьев в качестве декоративных элементов, улучшающих эстетическую привлекательность лесных ландшафтов [Гизатуллина, 2018]. Однако увеличение количества сухостоя и захламленности отрицательно влияет на ландшафтную оценку рекреационных насаждений и рекреационную оценку в целом. Именно поэтому наличие сухостоя и валежника решено включать в перечень основных факторов, влияющих на ландшафтно-эстетическую оценку лесов (табл. 4).

Таблица 4
Table 4Оценка лесопокрытых ландшафтов по захламленности территории
Assessment of wooded landscapes by the presence of trash

Балл	Захламленность и сухостой, м ³ /га
1	От 10 и выше
2	До 10
3	Отсутствует



Зонирование территории лесов Чебоксарского городского округа по захламленности показало, что к благоприятным территориям, в которых отсутствует захламленность, относятся Сосновское и Карачуринское участковые лесничества – 76 % от общей площади территории. На 19 % исследуемой территории сухой и захламленность наблюдаются на 10 % и выше от общей площади. В Пихтулинском участковом лесничестве заметно преобладание третьего класса – это насаждения, в которых захламленность территории от 10 и выше (кварталы 114–116, частичные выделы, находящиеся в кварталах 117–123). Захламленность территории, которая относится к 2-балльной оценке (категория до 10 м³/га), находится в нескольких выделах 11 квартала Пихтулинского участкового лесничества и 52, 59, 86 кварталах Карачуринского участкового лесничества.

5. По санитарно-гигиенической оценке. Общая санитарно-гигиеническая оценка предполагает анализ древостоев с точки зрения «приятности» нахождения на данном участке, оказания на человека зрительного, эмоционального и релаксирующего эффекта.

Некоторые исследователи при выставлении санитарно-гигиенической оценки используют показатели, описывающие антропоклиматическое воздействие леса на человека [Ciesielski, Stereńczak, 2018]. Общая санитарно-гигиеническая оценка описывает восприятие рекреантами лесных ландшафтов в целом: сочетание пород деревьев, чередование высоких и низких деревьев, проходимость и доступность, наличие полян, отсутствие неприятных запахов и насекомых, прозрачность и чистота воздуха, наличие или отсутствие техногенного шума. [Ковязин, Нгуен, 2017].

Санитарно-гигиеническая оценка ландшафтов основывается на пригодности их к выполнению санитарно-гигиенических и оздоровительных функций. Эта оценка определяется исходя из необходимой степени хозяйственного воздействия на участок для возможности организации в нем отдыха [Konashova et al., 2018] (табл. 5).

Таблица 5
Table 5

Категории санитарно-гигиенической оценки ландшафтов
 Categories of sanitary and hygienic landscape assessment

Характеристика ландшафтов	Категория	Балл
Возможно использование для отдыха без дополнительных мероприятий	Слабая	1
Требуются несложные мероприятия по улучшению санитарного состояния	Средняя	2
Возможно использование для отдыха без дополнительных мероприятий	Высокая	3

После получения общего массива оценки ценности для расчета санитарно-гигиенической оценки лесных насаждений было выполнено ранжирование. Значения были распределены в три группы, где наибольший балл присваивался наилучшим участкам. Анализ показал неравномерное распределение санитарно-гигиенической оценки лесных насаждений исследуемой территории. В лесничествах Заволжья в Сосновском участковом лесничестве характерно преобладание 1 и 2 класса комфортности, состояние низкое (кварталы 105, 109, 110, 112–119, 123 и средние кварталы 106–108, 120–122, 124–127). В Карачуринском участковом лесничестве заметно преобладание 2 и 3 класса оценки, санитарно-гигиеническая оценка средняя (в западной части ЧГО кварталы 35, 41–43, 45 некоторые выделы 36 и 44 кварталов).

В Калининском районе Чебоксарского городского округа средняя санитарно-гигиеническая оценка преобладает в выделах 69, 70, 74, 83–84, 86–88, 90 кварталов. Таксационные выделы с средней санитарно-гигиенической оценкой находятся вдоль правобережья северо-западной части Чебоксарского водохранилища, входящего в Карачуринское участковое лесничество.

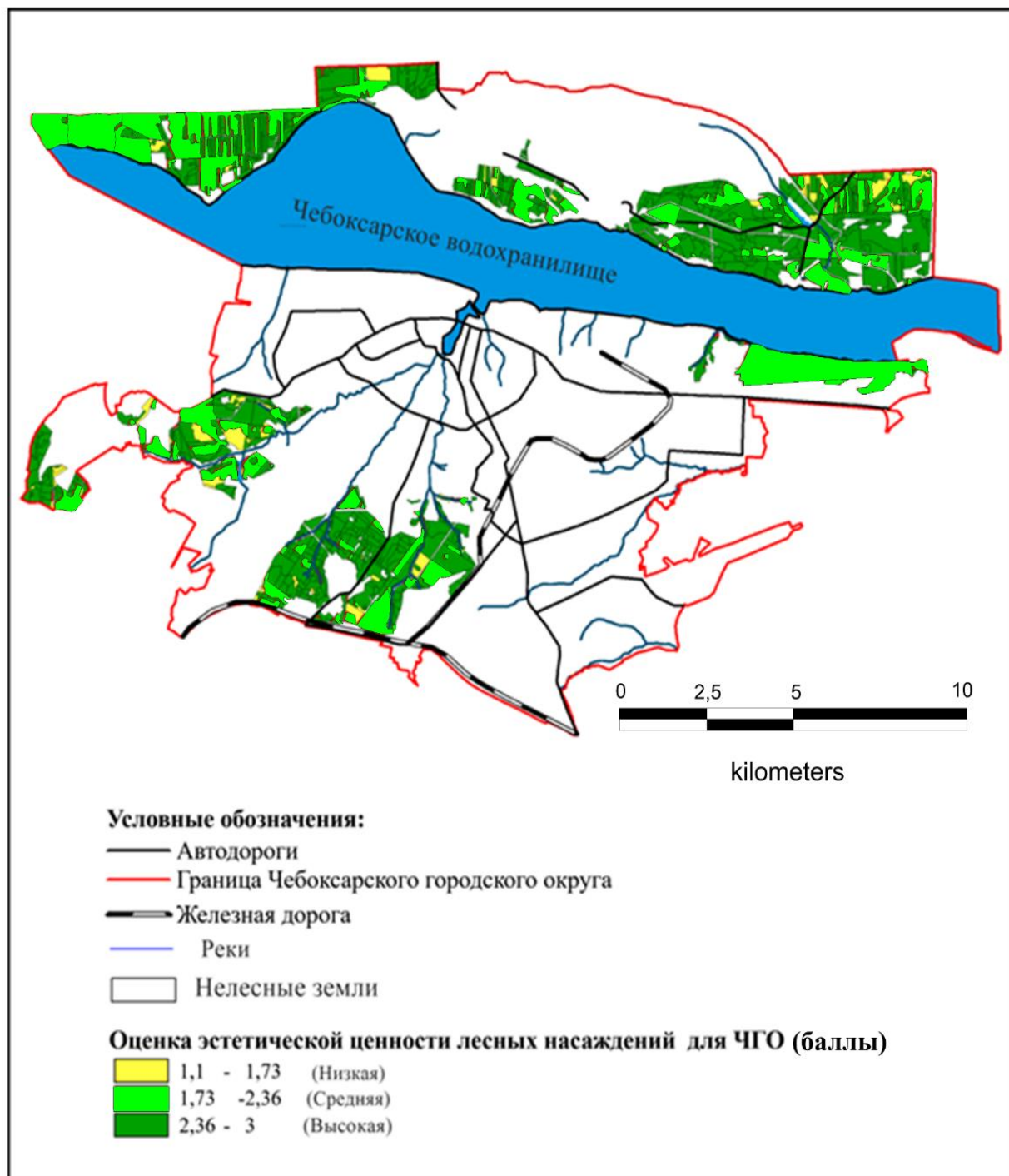
В Пихтулинском участковом лесничестве характерно равномерное распределение санитарно-гигиенических показателей. Для 116 и 117 кварталов характерен 1 класс оценки, 2 класс оценки характерен для некоторых выделов 112, 114, 115, 117, 119, 124, 125 кварталов, участки без заметных загрязнений окружающей среды, воздух чистый, встречаются отдельные сухостойные деревья, в остальных квартальных выделах этот класс менее значителен. Высокая оценка санитарно-гигиенического состояния характерна для некоторых выделов 110, 111, 119–125 кварталов в связи с хорошим состоянием участков, воздухом особой чистоты и отсутствием шума [Ильин, Никонорова, 2017].

Комплексный анализ ценности лесных насаждений по преобладающей породе, разнообразию видов растений в подлеске, по возрастной группе преобладающей породы, захламленности лесного участка и сухостоя, санитарно-гигиенической оценке позволил провести итоговую ландшафтно-эстетическую оценку лесных насаждений для Чебоксарского городского округа. Зонирование территории по ландшафтно-эстетической ценности приведено на рисунке.

Анализ составленной карты показал, что наилучшие показатели ландшафтно-эстетической оценки характерны для Сосновского и Карачуринского участковых лесничеств. Здесь обозримость и проходимость – хорошие. Подлесок и подрост средней густоты, хорошего состояния. Захламленности и мертвого леса нет. В Карачуринском участковом лесничестве это Московский и Калининские районы, в частности кварталы 31, 32, 36, 70, 71, 74–78, 81, 86–88. В Сосновском участковом лесничестве это 109–110, некоторые выделы, входящие в 112–118, 120–127 кварталы.

Для 43–46, 80 и 89 кварталов Карачуринского участкового лесничества характерен второй класс комфортности, леса относительно ценны для рекреантов. Это древесные насаждения среднего возраста, представленные широколиственными породами с незначительным подлеском. В Пихтулинском участковом лесничестве заметно преобладание второго класса ландшафтно-эстетической оценки лесных насаждений, в частности это кварталы 114–116, находящиеся в северо-западной части территории, а также выделы, входящие в 117, 121, 124, 110 и 111 кварталы. В Сосновском участковом лесничестве к данной категории относятся выделы, входящие в 110, 112, 105–108, 119, 120, 124 и 125 кварталы. Это заниженные участки, занятые насаждениями высокого бонитета на слабоподзолистых и дерново-подзолистых почвах.

Часть лесных ландшафтов отвечает показателям низкой оценки, в частности, на юго-западе Чебоксарского городского округа (некоторые выделы, входящие в кварталы 41, 43, 44, 46), также в Ленинском районе (кварталы 81 и 83). В остальных квартальных выделах этот класс менее значителен. В Сосновском участковом лесничестве ландшафтно-эстетическая оценка третьего класса характерна для северо-восточной территории (выделы, входящие в 105–108 и 109 кварталы). На данных участках наблюдается преобладание молодых деревьев малоценных пород, возникших в результате самосева и отличающихся непроходимостью. На некоторых участках имеются лесные насаждения в критическом и угнетенном состоянии, которое возникло в результате влияния древесных вредителей и антропогенного фактора: механические повреждения деревьев в результате строительства и реконструкции инженерных сооружений, техногенных аварий и чрезвычайных происшествий. На данных участках необходимо провести комплексное восстановление лесных ландшафтов.



Ландшафтно-эстетическая ценность лесных насаждений Чебоксарского городского округа (ЧГО)
Landscape and aesthetic value of forest plantations of the Cheboksary urban district

Заключение

В целом, для Чебоксарского городского округа ландшафтно-эстетическая оценка выше среднего. Анализ карты эстетической привлекательности показал, что наилучшие показатели оценки характерны для Сосновского и Карачуринского участков лесничеств. Для данных территорий присущи хорошая обзорность и проходимость. Подлесок и подрост средней густоты, хорошего состояния. Захламленности и сухостоя нет.

Для улучшения состояния пригородных лесных насаждений должны проводиться комплексы мероприятий по регулированию частоты и общего количества рекреантов; регулярные обследования по санитарному состоянию; виды рубок, улучшающие средообразующую и средосохраняющую функцию.

В участковых лесничествах, где ландшафтно-эстетическая оценка ниже среднего (Карачуринское участковое лесничество – несколько выделов 32, 36 41, 42, 43, 46, 79 квартала; Пихтулинское – выделы, входящие в 111 и 117 кварталы; Сосновское – некоторые выделы, входящие в 105–108 кварталы), необходимо провести комплексные работы по повышению ландшафтно-эстетической оценки. Это создание устойчивых декоративно-ценных лесных ландшафтов за счет проведения осветления, прореживания и ландшафтных рубок. Необходимость проведения ландшафтных рубок обусловлена потребностью в сохранении устойчивости древесных насаждений и улучшении их декоративных качеств.

Список литературы

1. Аратова Д.З. 2019. Экологическое значение насаждений в условиях города Уфы. Российский электронный научный журнал, 1 (31): 96–102. DOI: 10.31563/2308-9644-2019-31-1-96-102.
2. Гизатуллина Г.И. 2018. Лесоводственно-экологическая характеристика насаждений общего пользования в г. Уфе. Дис. ... канд. с.х. наук. Уфа, 161 с.
3. Гуменюк А.Е., Мулендеева А.В., Никитина А.С. 2019. Использование аттрактивности побережий Чебоксарского водохранилища в территориальном развитии региона. В кн.: Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Труды VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь, 30 мая – 02 июня 2019 г. Пермь, Пермский государственный национальный исследовательский университет: 69–76.
4. Ильин В.Н., Никонорова И.В. 2017. Выбор оптимальной территориальной единицы для планирования экологического каркаса интенсивно освоенных регионов лесостепной зоны (на примере Чувашской Республики). В кн.: Охрана природы и региональное развитие: гармония и конфликты (к Году экологии в России). Материалы международной научно-практической конференции. п. Партизанский Бузулукского района Оренбургской области, 01–05 октября 2017 г. Оренбург, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук: 282–285.
5. Ильин В.Н., Орлов П.С. 2020. Пути оптимизации земельного фонда Чувашской Республики на основе анализа соотношения угодий. В кн.: Науки о Земле: от теории к практике (Арчиловские чтения – 2020). Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары, 05–08 ноября 2020 г. Чебоксары, Новое время: 356–359.
6. Ковязин В.Ф., Нгуен Тхи Тхюи. 2017. Комплексная оценка лесных насаждений Санкт-Петербурга. В кн.: Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции. Киров, 04–06 декабря 2017 г. Киров, Вятский государственный университет: 157–160.
7. Нешатаева Е.В., Ковязин В.Ф. 2013. Лесоводственные характеристики городских лесов Санкт-Петербурга. Астраханский вестник экологического образования, 4 (26): 131–138.
8. Никитина А.С., Мулендеева А.В. 2017. Комплексный анализ лесного фонда Чебоксарского городского округа. В кн.: Науки о Земле: от теории к практике (Арчиловские чтения – 2017). Материалы Всероссийской молодежной школы-конференции. Чебоксары, 21–23 ноября 2017 г. Чебоксары, Среда: 243–250.
9. Репшас Э. 1994. Оптимизация рекреационного лесопользования (на примере Литвы). М., Наука, 240 с.
10. Тарасова О.Ю., Москалева С.А., Васин С.Н. 2016. Анализ нарушений использования земель лесного фонда ГКУ РМ "Виндрейское территориальное лесничество" в Республике Мордовия. Научное обозрение. Международный научно-практический журнал, 1: 7.
11. Ciesielski M., Stereńczak K. 2018. What do we expect from forests? The European view of public demands. Journal of Environmental Management, 209: 139–151. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.12.032.



12. Ebenberger M., Arnberger A. 2019. Exploring visual preferences for structural attributes of urban forest stands for restoration and heat relief. *Urban Forestry & Urban Greening*, 41: 272–282. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.04.011.
13. Gao Y., Zhang T., Sasaki K., Uehara M., Jin Y., Qin L. 2021. The spatial cognition of a forest landscape and its relationship with tourist viewing intention in different walking passage stages. *Urban Forestry & Urban Greening*, 58: 126975. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126975.
14. Konashova S.I., Sultanova R.R., Khairtdinov A.F., Gabdrakhimov K.M., Konovalov V.F., Rakhmatullin Z.Z., Isyanyulova R.R., Nasyrova E.R., Gubaidullin A.F., Muftakhova S.I. 2018. Forestry and ecological aspects of the broad-leaven forest formation. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13 (S11): 8789–8795. DOI: 10.3923/jeasci.2018.8789.8795.
15. Miller A.B., Kays R., Leung Y.F. 2020. Wildlife response to recreational trail building: An experimental method and Appalachian case study. *Journal for Nature Conservation*, 56: 125815. DOI: 10.1016/j.jnc.2020.125815.
16. Oku H., Fukamachi K. 2006. The differences in scenic perception of forest visitors through their attributes and recreational activity. *Landscape and Urban Planning*, 75 (1–2): 34–42. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.10.008.
17. Oppliger J., Lieberherr E., Hegetschweiler K.T. 2019. Factors influencing teenagers' recreational forest use in a densely-populated region in Switzerland. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 27: 100225. DOI: 10.1016/j.jort.2019.100225.
18. Pirnat J. 2000. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 52 (2–3): 135–143. DOI: 10.1016/S0169-2046(00)00128-6.
19. Vakhlamova T., Rusterholz H.P., Kamkin V., Baur B. 2016. Recreational use of urban and suburban forests affects plant diversity in a Western Siberian city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 17: 92–103. DOI: 10.1016/j.ufug.2016.03.009.
20. Yang Y. 2017. The Practice and Exploration of Shanghai Recreational Trail System Planning. *Procedia Engineering*, 198: 127–138. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.07.077.

References

1. Aratova D.Z. 2019. The Ecological Value of Plantations in the City of Ufa. *Russian Electronic Scientific Journal*, 1 (31): 96–102. DOI: 10.31563/2308-9644-2019-31-1-96-102 (in Russian).
2. Gizatullina G.I. 2018. *Lesovodstvenno-ekologicheskaya kharakteristika nasazhdeniy obshchego polzovaniya v g. Ufe* [Forestry and ecological characteristics of public plantings in Ufa]. Dis. ... cand. agric. science. Ufa, 161 p.
3. Gumenyuk A.E., Mulendeeva A.V., Nikitina A.S. 2019. Using the Attractiveness of the Coastals of the Cheboksar Reservoir in the Territorial Development of the Region. In: *Modern problems of reservoirs and their catchments. Proceedings of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Perm, 30 May – 02 June 2019. Perm, Perm State National Research University: 69–76 (in Russian).*
4. Ilyin V.N., Nikonorova I.V. 2017. *Vybor optimalnoy territorialnoy edinitsy dlya planirovaniya ekologicheskogo karkasa intensivno osvoyennykh regionov lesostepnoy zony (na primere Chuvashskoy Respubliki)* [Selection of the optimal territorial unit for planning the ecological framework of intensively developed regions of the forest-steppe zone (on the example of the Chuvash Republic)]. In: *Okhrana prirody i regionalnoye razvitiye: garmoniya i konflikty (k Godu ekologii v Rossii)* [Nature Protection and Regional development: Harmony and Conflicts (for the Year of Ecology in Russia)]. Materials of the international scientific and practical conference. Partizansky village, Buzuluk district, Orenburg region, 01–05 October 2017. Orenburg, Institute of the Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences: 282–285.
5. Ilyin V.N., Orlov P.S. 2020. On Some Components of the Geological Environment of the Slopes, their Typization and the Quality of Design Models for the Estimation of Their Stability. In: *Earth Sciences: from Theory to Practice (Archikov Readings-2020)*. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Cheboksary, 05-08 November 2020. Cheboksary, Publ. Novoe vremya: 356–359 (in Russian).

6. Kovyazin V.F., Nguyen Thi Thui. 2017. Kompleksnaya otsenka lesnykh nasazhdeniy Sankt-Peterbura [Comprehensive assessment of forest stands in Saint Petersburg]. In: Biodiagnostika sostoyaniya prirodnykh i prirodno-tekhnogennykh sistem [Bio-diagnostics of the state of natural and natural-man-made systems]. Kirov, 04–06 December 2017. Kirov, Publ. Vyatka State University: 157–160.
7. Neshataeva E.V., Kovyazin V.F. 2013. Silvicultural Characteristics of Saint-Petersburg's Urban Forests. Astrakhan Bulletin for Environmental Education, 4 (26): 131–138 (in Russian).
8. Nikitina A.S., Mulendeeva A.V. 2017. Kompleksnyy analiz lesnogo fonda Cheboksarskogo gorodskogo okruga [Comprehensive analysis of the forest fund of the Cheboksary city District]. In: Nauki o Zemle: ot teorii k praktike (Archikovskiy chteniye – 2017) [Earth Sciences: from theory to Practice (Archikov Readings-2017)]. Materials of the All-Russian Youth School-conference. Cheboksary, 21–23 November 2017. Cheboksary, Publ. Sreda: 243–250.
9. Repshas E. 1994. Optimizatsiya rekreatsiionnogo lesopolzovaniya (na primere Litvy) [Optimization of recreational forest management (on the example of Lithuania)]. Moscow, Publ. Nauka, 240 p.
10. Tarasova O.Yu., Moskaleva S.A., Vasin S.N. 2016. The Analysis of Use Violations of Forest Fund Lands in State Public Institution "Vindrey Territorial Forestry" in the Republic of Mordovia. Scientific Review. International scientific and practical journal, 1: 7 (in Russian).
11. Ciesielski M., Stereńczak K. 2018. What do we expect from forests? The European view of public demands. Journal of Environmental Management, 209: 139–151. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.12.032.
12. Ebenberger M., Arnberger A. 2019. Exploring visual preferences for structural attributes of urban forest stands for restoration and heat relief. Urban Forestry & Urban Greening, 41: 272–282. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.04.011.
13. Gao Y., Zhang T., Sasaki K., Uehara M., Jin Y., Qin L. 2021. The spatial cognition of a forest landscape and its relationship with tourist viewing intention in different walking passage stages. Urban Forestry & Urban Greening, 58: 126975. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126975.
14. Konashova S.I., Sultanova R.R., Khairtdinov A.F., Gabdrakhimov K.M., Konovalov V.F., Rakhmatullin Z.Z., Isyanyulova R.R., Nasyrova E.R., Gubaidullin A.F., Muftakhova S.I. 2018. Forestry and ecological aspects of the broad-leaved forest formation. Journal of Engineering and Applied Sciences, 13 (S11): 8789–8795. DOI: 10.3923/jeasci.2018.8789.8795.
15. Miller A.B., Kays R., Leung Y.F. 2020. Wildlife response to recreational trail building: An experimental method and Appalachian case study. Journal for Nature Conservation, 56: 125815. DOI: 10.1016/j.jnc.2020.125815.
16. Oku H., Fukamachi K. 2006. The differences in scenic perception of forest visitors through their attributes and recreational activity. Landscape and Urban Planning, 75 (1–2): 34–42. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.10.008.
17. Oppliger J., Lieberherr E., Hegetschweiler K.T. 2019. Factors influencing teenagers' recreational forest use in a densely-populated region in Switzerland. Journal of Outdoor Recreation and Tourism, 27: 100225. DOI: 10.1016/j.jort.2019.100225.
18. Pirnat J. 2000. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscapes. Landscape and Urban Planning, 52 (2–3): 135–143. DOI: 10.1016/S0169-2046(00)00128-6.
19. Vakhlamova T., Rusterholz H.P., Kamkin V., Baur B. 2016. Recreational use of urban and suburban forests affects plant diversity in a Western Siberian city. Urban Forestry & Urban Greening, 17: 92–103. DOI: 10.1016/j.ufug.2016.03.009.
20. Yang Y. 2017. The Practice and Exploration of Shanghai Recreational Trail System Planning. Procedia Engineering, 198: 127–138. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.07.077.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ильин Владимир Николаевич, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и геоморфологии Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

Мулендеева Алена Владимировна, старший преподаватель кафедры физической географии и геоморфологии Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

Никитина Анастасия Сергеевна, магистрант Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladimir N. Ilyin, candidate of geographical sciences, associate Professor of the Department of Physical Geography and Geomorphology of the Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia

Alena V. Mulendeeva, senior lecturer of the Department of Physical Geography and Geomorphology of the Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia

Anastasia S. Nikitina, master's student of the Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia



УДК 911.9:631.4:581.5
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-301-315

Формирование почв под луговыми сообществами на золоотвалах Среднего Урала

¹Петрова Т.А., ¹Некрасова О.А., ¹Учаев А.П., ²Дергачева М.И.,
¹Радченко Т.А., ¹Бетехтина А.А.

¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 8/2
E-mail: tatiana.petrova@urfu.ru

Аннотация. Формирование растительных сообществ и почв на золоотвалах снижает их негативное воздействие на окружающую среду, однако сведения о свойствах эмбриоземов, формирующихся на зольном субстрате в процессе самозарастания, немногочисленны. Проведены комплексные исследования на заросшем травянистой растительностью участке золоотвала Среднеуральской электростанции, сложенного золой уноса бурого угля, а также на фоновых участках с вторичными послелесными лугами с целью выявления особенностей почв, сформированных на 50-летнем золоотвале под луговыми сообществами в южнотаежных условиях Среднего Урала. Выявлено, что в процессе первичной сукцессии на золоотвале сформировались разнотравно-злаковые луговые сообщества. В целом зольный субстрат оказался неоднороден по физико-химическим свойствам, однако сформировавшиеся в его верхней 20-сантиметровой толще молодые почвы – эмбриоземы – близки по морфологическому строению и особенностям дифференциации профиля, содержанию органического углерода, общего азота, подвижных форм фосфора и калия, обменных катионов кальция и магния, с максимальной аккумуляцией изученных элементов в гумусовом горизонте, а также по реакции среды. По сравнению с фоновыми почвами содержание большинства биогенных элементов в молодых почвах золоотвала существенно ниже. Полученные данные будут способствовать установлению закономерностей формирования почв на техногенных субстратах и, в конечном итоге, позволят влиять на преобразование техногенных экосистем.

Ключевые слова: зола, субстрат, золоотвал, луговые сообщества, эмбриозем, южная тайга, Средний Урал

Благодарности: количество углерода и запас фитомассы определены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования (тема № FEUZ-2021-0014).

Для цитирования: Петрова Т.А., Некрасова О.А., Учаев А.П., Дергачева М.И., Радченко Т.А., Бетехтина А.А. 2021. Формирование почв под луговыми сообществами на золоотвалах Среднего Урала. Региональные геосистемы, 45 (3): 301–315. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-301-315

Soil formation under meadow communities on the Middle Urals ash dumps

¹Tatyana A. Petrova, ¹Olga A. Nekrasova, ¹Anton P. Uchaev, ²Maria I. Dergacheva,
¹Tatyana A. Radchenko, ¹Anna A. Betekhtina

¹Ural Federal University named after the first President B.N. Yeltsin,
19 Mira Av., Ekaterinburg, 620002, Russia

²Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS,
8/2 Lavrentieva St, Novosibirsk, 630090, Russia
E-mail: tatiana.petrova@urfu.ru

Abstract. The formation of plant communities and soils on ash dumps reduces their negative impact on the environment however, there are little data on the properties of Technosols formed on the ash substrate



during spontaneous vegetation. Comprehensive geobotanical and soil studies were carried out on Sredneuralskaya thermal power plant (SUTPP) fly ash dump area spontaneously overgrown with herbaceous vegetation, as well as on background areas with secondary post-forest meadows. The purpose of the study was to identify the features of soils formed on a 50-year-old ash dump under meadow communities in the southern taiga conditions of the Middle Urals. It was revealed that in the process of the primary succession on the ash dump, herb-grass meadow communities have been formed. In general, the ash substrate turned out to be heterogeneous in its physicochemical properties. However, the young soils formed in its upper layer (Technosols) are similar in morphological structure and features of profile differentiation in terms of the content of organic carbon, total nitrogen, mobile forms of phosphorus and potassium, exchange cations of calcium and magnesium (with the maximum accumulation of the studied elements in the humus horizon) as well as in the reaction of the medium. In comparison with the background soils, the content of most biogenic elements in the young soils of the ash dump is significantly lower. The data obtained will contribute to the establishment of soil formation patterns on technogenic substrates and, ultimately, will allow influencing the transformation of technogenic ecosystems. Since there is little information on the properties of Technosols formed on ash dumps during spontaneous succession, the data obtained will help to establish the patterns of soil formation on technogenic substrates, and ultimately will allow influencing the rate of soil formation.

Key words: ash, substrate, ash dump, meadow communities, Technosols, southern taiga, Middle Urals

Acknowledgements: carbon amount and phytomass stock were determined within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education (topic No. FEUZ-2021-0014).

For citation: Petrova T.A., Nekrasova O.A., Uchaev A.P., Dergacheva M.I., Radchenko T.A., Betekhtina A.A. 2021. Soil formation under meadow communities on the Middle Urals ash dumps. *Regional Geosystems*, 45 (3): 301–315 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-301-315

Введение

В процессе деятельности тепловых электростанций (ТЭЦ), использующих уголь в качестве основного топлива, образуются золошлаковые отходы, которые складывают в золоотвалы. Как правило, золоотвалы подвергаются рекультивации путем применения разных приемов улучшения состояния зольных пород, однако на некоторых из участков рекультивация не проводится, и они остаются под самозарастание. С момента заселения зольного субстрата живыми организмами начинается процесс почвообразования, и с течением времени происходит формирование почв – эмбриоземов, сведения о которых для Урала немногочисленны. Наибольшее число публикаций посвящено характеристикам видового состава естественных сукцессий растительности на золоотвалах [Махнев и др., 2002; Чу, 2008; Чибрик и др., 2011; Kostic et al., 2012; Mustafa et al., 2012; Pandey et al., 2012, 2014; Pandey, 2015; Pandey et al., 2015; Chibrik et al., 2016; Pandey et al., 2016; Шеремет и др., 2018; Лукина и др., 2019; и др.], большое количество публикаций отражает также свойства исходной золы [Пасынкова, 1974; Jambhulkar, Juwarkar, 2009; Pandey, Singh, 2014; Shaheen et al., 2014; Weber et al., 2015; Gajic et al., 2018; и др.]. В то же время формирующиеся в процессе почвообразования, протекающего при самозарастании зольного субстрата, эмбриоземы (или, согласно классификации WRB 2014, – техносоли) рассматриваются лишь в единичных работах [Pandey et al., 2014; Uzarowicz, Zagorski, 2015; Uzarowicz et al., 2017, 2018a; Константинов и др., 2018; Uzarowicz, 2018; Uzarowicz et al., 2018b; Nekrasova et al., 2020].

В связи со слабой изученностью свойств молодых почв, формирующихся на золоотвалах в процессе самозарастания, новая информация о таких объектах представляет существенный интерес, поскольку будет способствовать развитию представлений о формировании почв на разных породах от нуля-момента, выявлению общих закономерностей

почвообразования на техногенных субстратах, а также позволит наметить мероприятия для ускорения почвообразования на золоотвалах.

Настоящее исследование посвящено выявлению особенностей почв, сформированных на 50-летнем золоотвале под луговыми сообществами в южнотаежных условиях Среднего Урала (на примере золоотвала Среднеуральской ГРЭС).

Объекты и методы исследования

Работа выполнена на выровненном участке бурогоугольного золоотвала Среднеуральской ГРЭС (СУГРЭС), расположенного на Среднем Урале, в 26 км к северо-западу от г. Екатеринбурга (Россия; 57°00' N и 60°27' E), в Зауральской холмисто-предгорной провинции с абсолютными отметками высот преимущественно 250–300 м. Местоположение участка приурочено к Белоярскому южно-таежному ботанико-географическому округу, находится в типично лесном районе с южно-таежными сосновыми с лиственницей (реже сосново-еловыми и вторичными березовыми и смешанными) лесами, характеризуется умеренно-континентальным климатом с продолжительной (5–6 месяцев) холодной зимой, коротким (около трех месяцев), сравнительно теплым летом, среднегодовой температурой +2,2...+2,4 °С, среднегодовым количеством осадков 510...520 мм [Климатические данные..., 2021]. Фоновые почвы представлены дерново-подзолистыми и бурыми горнолесными [Гафуров, 2008].

На участке сложенного золой уноса 50-летнего золоотвала, самопроизвольно заросшего луговой растительностью, были заложены пробные площади ($S = 100\text{--}300\text{ м}^2$), на которых проведены комплексные геоботанические и почвенные исследования. Для сравнения аналогичные исследования были осуществлены на фоновых (контрольных) участках с вторичными послелесными лугами, находящимися в радиусе 3–4 км.

На каждой пробной площади было выполнено геоботаническое описание и заложено по 30 площадок размером 0,25 м² для определения проективного покрытия, высоты и состава травяного и мохово-лишайникового ярусов с целью определения весового обилия видов и запаса живой фитомассы. Составлены флористические списки с оценкой обилия каждого вида (по шкале Друде). Определялся класс постоянства видов и видовая насыщенность на площадке 0,25 м². На основе оценки проективного покрытия и запасов фитомассы были выделены доминирующие виды.

На каждой пробной площади были также заложены почвенные разрезы (1-19, 2-19 и 3-19) и прикопки к ним и проведено их морфологическое описание. Образцы молодых почв золоотвалов и фоновых почв отбирались для аналитических исследований подробно, послойно, с учетом видимых границ горизонтов и подготавливались к анализу общепринятыми методами. Было определено содержание общего органического углерода – по Тюрину, общего азота – по Кьельдалю, подвижного фосфора (P₂O₅) – по Кирсанову, обменного калия (K₂O) – пламенно-фотометрическим методом, pH – потенциометрическим методом, обменных Ca²⁺ и Mg²⁺ – титриметрически [Аринушкина, 1970; Воробьева, 2006]. Кроме этого, рассчитано валовое содержание оксидов основных элементов по содержанию последних, определенных атомно-эмиссионным (АМС) методом. Содержание и соотношение групп и фракций гумусовой составляющей почв определялось по модифицированной методике В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [1968].

Среднестатистические величины разных почвенных характеристик рассчитывались и представлялись графически с использованием пакета STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc., USA, 1984–2007).

Результаты и их обсуждение

Травянистые сообщества, сформировавшиеся на 50-летнем золоотвале СУГРЭС, относятся к категории материковых разнотравно-злаковых лугов. Общее проективное их



покрытие составляет 20–50 % при средней высоте травостоя 35–50 см. Луга характеризуются относительно низким флористическим богатством, которое составляет от 12 до 23 видов (11 семейств и 18 родов) сосудистых растений на учетной площади в 100 м², а также видовой насыщенностью от 3 до 9 видов на площадке 0,25 м². Мохово-лишайниковый покров выражен крайне слабо, преобладающие виды – *Polytrichum juniperinum* Hedw. и *Brachythecium salebrosum* (F. Weber et D. Mohr) Bruch et al. – представлены неравномерными пятнами. В составе травостоя по количеству видов преобладают такие семейства, как Poaceae и Fabaceae (по 20 % от общего количества видов), а также Asteraceae (15 %). Анализ встречаемости видов позволил выявить среди них преобладающие, встречаемость которых превышает 30 %: на территории золоотвала СУГРЭС – 11 видов, на фоновой территории – 44 вида. Определение весового обилия (табл. 1) показало, что преобладающими по массе видами (с долей участия более 3 % хотя бы на одной площадке) являются *Calamagrostis epigeios*, *Bromopsis inermis*, *Poa pratensis*, *Dianthus deltoides*, *Erigeron acris*, *Potentilla argentea*, *Rumex acetosella* и *Agrostis tenuis*. Флора лугов фоновой территории включает 98 видов травянистых растений, относящихся к 23 семействам и 67 родам. Ведущими семействами являются Poaceae (16,3 % от общего количества видов), Asteraceae (15,3 %) и Fabaceae (10,2 %). Среди доминантов лугов фоновой территории (за исключением *Poa pratensis*) выявлены другие виды: *Alchemilla vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis tenuis*, *Centaurea phrygia*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratense*, *Taraxacum officinalis*, *Potentilla erecta* и *Veronica chamaedrys*.

Таблица 1
Table 1

Весовое обилие преобладающих видов луговой растительности пробных площадей
Weight abundance of the predominant species of the sample areas meadow vegetation

Территория	Вид	Весовая доля (%) на пробной площади (№)			
		1	2	3	Среднее
Золоотвал СУГРЭС	<i>Bromopsis inermis</i>	7,33	3,05	4,38	4,92
	<i>Calamagrostis epigeios</i>	13,42	40,47	44,73	32,87
	<i>Dianthus deltoides</i>	3,07	9,30	0	4,12
	<i>Erigeron acris</i>	20,39	8,57	9,04	12,67
	<i>Poa pratensis</i>	8,33	10,19	21,55	13,36
	<i>Potentilla argentea</i>	35,69	14,19	11,33	20,40
	<i>Rumex acetosella</i>	0,53	7,63	2,93	3,70
Фон	<i>Agrostis tenuis</i>	13,59	7,89	–	10,74
	<i>Alchemilla vulgaris</i>	17,66	46,34	–	32,00
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	6,36	3,02	–	4,69
	<i>Centaurea phrygia</i>	0	6,40	–	3,20
	<i>Dactylis glomerata</i>	5,90	4,24	–	5,07
	<i>Festuca pratense</i>	8,49	0,94	–	4,72
	<i>Poa pratensis</i>	4,31	0,34	–	2,33
	<i>Potentilla erecta</i>	0,11	4,24	–	2,18
	<i>Taraxacum officinalis</i>	16,04	0	–	8,02
<i>Veronica chamaedrys</i>	3,99	1,99	–	2,99	

Сравнение флоры лугов золоотвала и фоновой территории по ценобитическому составу показало, что в обоих случаях преобладают луговые виды (соответственно 40,0 и 39,8 % от общего количества видов).

Запас надземной фитомассы луговых сообществ золоотвала ниже фоновой более, чем в четыре раза (табл. 2). В сравнении с фоновыми луга золоотвала показывают более низкие значения и других показателей, что связано с более высоким видовым богатством

и видовой насыщенностью фоновых лугов, на которых развитый травяной ярус обуславливает и более высокий запас надземной фитомассы.

Таблица 2
Table 2Общий запас надземной фитомассы лугов
Total stock of meadow aboveground phytomass

Территория	№ пробной площади	Надземная фитомасса, г/м ²		
		на площади	пределы	среднее
Золоотвал СУГРЭС	1	75,81 ± 6,86	37,08–152,24	81,67±7,95
	2	81,94 ± 7,14		
	3	87,24 ± 9,84		
Фон	1	374,88 ± 33,35	110,88–551,85	349,82±34,38
	2	324,75 ± 35,42		

Сравнение флоры лугов золоотвала и фоновой территории по экологическому составу показало, что по отношению к влаге на фоновой территории мезофиты составляют 81 % от общего количества видов, на золоотвале – 75 %. Оценка экотопов по шкале увлажнения Л.Г. Раменского и др. [1956] показала, что луга золоотвала относятся к сухо-луговому интервалу ступеней шкалы увлажнения, в то время как луга фоновой территории относятся к свежелуговому интервалу (табл. 3), по шкале богатства и засоления местообитания лугов золоотвала и фоновой территории – близки, относятся к ступеням 10,2–13,6, т. е. к относительно богатым почвам, характерным для суглинистых луговых почв.

Таблица 3
Table 3Балльная оценка видов луговой растительности золоотвала СУГРЭС и фоновой территории по Л.Г. Раменскому
Score assessment of meadow vegetation species of SUTPP ash dump and background area according to L.G. Ramensky

Показатель	Территория						
	Площадки золоотвала СУГРЭС				Площадки фоновые		
	1	2	3	Среднее	1	2	Среднее
Увлажнение	57,8	59,3	58,5	58,5	67,3	67,7	67,5
Богатство и засоление	10,7	11,6	10,7	11,0	10,5	10,2	10,4

Процесс зарастания золоотвала травянистыми растениями можно рассматривать как этап первичной сукцессии по восстановлению зональной лесной растительности. Важным фактором, влияющим на скорость и характер зарастания, кроме доступности диаспор, является характер субстрата и возможность повторного нанесения золы, а также условия увлажнения. Сравнивая луговые сообщества золоотвалов и фоновой территории, можно отметить, что на данном этапе сукцессионного развития сообщества на золе степень восстановления продуктивности травянистых сообществ составляет около 23 %, а состав и структура зависят как от возраста, так и, не в меньшей степени, от особенностей увлажнения субстрата.

В почвенных разрезах, заложенных на каждой пробной площади, морфологически был выделен буро-серый гумусовый горизонт мощностью 2 см (рыхлый, бесструктурный,



супесчаный, с включениями многочисленных тонких корней) и светло-серый горизонт С, вскрытый до глубины 40 см (рыхлый, бесструктурный, супесчаный, с единичными тонкими корнями в основном в верхней его части). Кроме того, по слабозаметному потемнению окраски на глубине 2–7 см дополнительно выделен горизонт АС. Толща под ним – горизонт С – был отобран подробно и обозначен сверху вниз как С1, С2, С3 и С4, что позволило проследить возможную глубину влияния процесса почвообразования на зольную породу. Таким образом, под луговыми сообществами на золоотвале СУГРЭС за 50 лет сформировались маломощные слабодифференцированные почвы – эмбриоземы [Гаджиев, Курачев, 1992] или техносоли [World Reference ..., 2014].

В минеральном составе золы СУГРЭС, на которой формировались эмбриоземы, преобладают алюмосиликаты. На максимальной глубине исследования претерпевшая наименьшие изменения зола имеет характеристики валового состава, представленные в табл. 4. Как показывают результаты, в наибольшей степени варьирует содержание оксидов титана, железа и алюминия, тогда как для остальных оксидов стандартное отклонение от средних значений не превышает 20 %, составляя в большинстве случаев 12–16 %.

Таблица 4
Table 4

Валовой состав субстрата золоотвала СУГРЭС (% к воздушно-сухой почве)
Bulk composition of SUTPP ash dump substrate (% to air-dry soil)

Варианты	Содержание основных оксидов, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
1	51,1	32,3	4,46	4,24	1,21	1,40	4,50	0,54	0,21
2	53,6	29,2	5,17	4,61	1,05	1,36	4,16	0,62	0,27
3	60,5	21,2	7,10	4,05	1,52	1,52	3,14	0,76	0,24
4	40,3	36,4	9,27	5,73	1,72	1,54	3,69	1,16	0,24
5	57,2	26,7	4,46	4,70	1,19	1,18	3,89	0,49	0,19
6	43,1	39,7	4,82	5,06	1,21	1,14	4,08	0,71	0,19
<i>x</i>	51,0	30,9	5,88	4,73	1,32	1,36	3,91	0,71	0,22
<i>s</i>	7,9	6,7	1,93	0,60	0,25	0,17	0,47	0,24	0,03
<i>V</i> , %	15,5	21,7	32,8	12,7	18,9	12,5	12,0	33,8	13,6

Обозначения: *x* – среднее отклонение; *s* – стандартное отклонение; *V* – коэффициент вариации, %

Зольный субстрат, на котором формировались молодые почвы под луговыми сообществами, на разных площадках имеет неоднозначные величины некоторых показателей вещественного состава (табл. 5): нейтральную или слабощелочную реакцию среды (рН от 6,70 до 7,47), от 0,23 % до 1,48 % общего органического углерода, незначительное количество общего азота (0,02–0,08 %); низкую или среднюю обеспеченность подвижными формами фосфора (3–10 мг/100 г) и низкую – калием (2–7 мг/100 г), небольшое количество обменных катионов кальция и магния (соответственно 2–4 и 0,3–1,2 мг-экв/100 г), низкое содержание гуминовых кислот в составе гумуса (5–9 %), а также фульватный тип последнего.

Таблица 5
Table 5

Основные свойства зольного субстрата СУГРЭС
Main properties of SUTPP ash substrate

Варианты	рНН ₂ О	Содержание элементов						Доля ГК % к С _{орг.}	С _{ГК} :С _{ФК}
		С _{орг.}	Ν _{общ.}	К ₂ О	Р ₂ О ₅	Са ²⁺	Мg ²⁺		
		масс, %		подвижные, мг/100 г		обменные, ммоль/100 г			
1	6,70	1,33	0,08	5,3	2,5	2,8	1,2	4,8	0,44
2	6,83	0,23	0,02	2,0	4,0	1,8	0,7	9,4	0,29
3	6,73	0,83	0,04	6,9	1,1	3,3	0,8	–	–
4	6,90	1,48	0,07	5,0	9,8	3,5	0,7	–	–
5	7,39	0,30	0,02	2,1	6,6	1,8	0,3	4,8	0,21
6	7,47	1,19	0,03	3,6	3,8	3,0	0,5	–	–

Результаты пределов варьирования полученных показателей вещественного состава педогенно переработанных золоотвалов представлены на рис. 1.

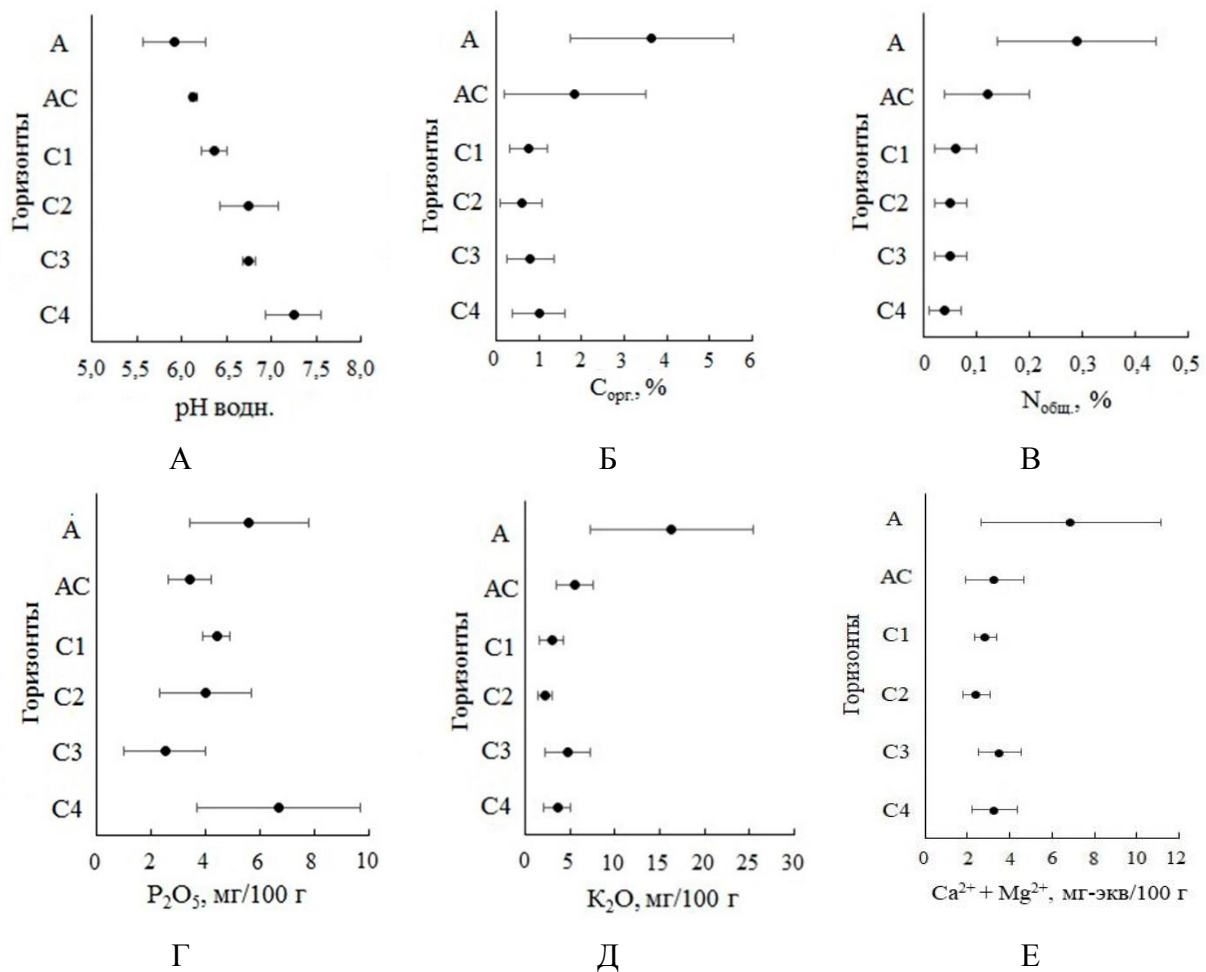


Рис. 1. Среднестатистические характеристики эмбриоземов золоотвала
Fig. 1. Average statistical characteristics of ash dump Technosols



В верхней 20-сантиметровой толще зольного субстрата, которая наиболее всего затронута процессами почвообразования, в распределении общего количества органического углерода и азота фиксируются максимумы их накопления в слое 0–2 см (табл. 6), в большинстве случаев наблюдается подкисление реакции среды, а также относительно пониженное содержание валовых форм фосфора, калия, кальция и магния в горизонтах С1 и (или) С2.

Таблица 6
Table 6

рН и валовое содержание элементов в эмбриоземах золоотвала СУГРЭС
pH and total content of elements in Technosols of SUTPP ash dump

Горизонт	Глубина, см	рН _{Н2О}	Валовое содержание элементов, %					
			С _{орг.}	Н _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Разрез 1-19								
A	0–2	6,32	5,12	0,43	0,33	0,89	5,15	2,16
AC	2–7	6,12	3,73	0,21	0,20	1,51	4,32	1,21
C1	7–13	6,20	1,25	0,11	0,11	1,33	3,88	0,83
C2	13–20	6,37	1,16	0,09	0,13	1,28	4,92	1,14
Разрез 2-19								
A	0–2	5,67	1,48	0,13	0,20	1,65	4,23	1,11
AC	2–7	6,17	0,62	0,05	0,18	1,52	4,31	1,12
C1	7–13	6,45	0,51	0,04	0,18	1,39	4,04	1,12
C2	13–20	7,00	0,29	0,03	0,19	1,26	5,04	1,20
Разрез 3-19								
A	0–2	5,77	4,31	0,31	0,23	1,17	4,62	1,55
AC	2–7	6,10	1,17	0,10	0,21	1,09	5,22	1,60
C1	7–13	6,43	0,47	0,04	0,17	0,97	5,48	1,59
C2	13–20	6,87	0,30	0,04	–	1,44	4,53	1,41

Максимальное количество гуминовых кислот в основном приходится на гумусовый горизонт эмбриоземов, их доля в составе гумуса лежит в пределах 14–19 % (табл. 7). Содержание фульвокислот превышает таковое гуминовых кислот, гумус в зольном субстрате, служащем почвообразующей породой (горизонты С1 и С2), имеет фульватный состав, однако в горизонте А он меняется на гуматно-фульватный за счет более высокого накопления гуминовых кислот.

В профилях эмбриоземов лугового участка золоотвала (табл. 7) в качестве тенденции прослеживается аккумуляция в гумусовом горизонте (а в некоторых случаях и в переходном к породе горизонте – АС) подвижных форм фосфора и калия, а также обменных катионов кальция и магния, среди которых доля первого в 1,4 раза и более превышает долю второго.

Сопоставление основных показателей вещественного состава формирующихся молодых почв с таковыми зольного субстрата позволило выявить процессы, протекающие на начальных этапах почвообразования под луговыми сообществами золоотвала: подкисление реакции среды почвенного профиля, а также накопление биогенных элементов в гумусовом горизонте, что происходит, как очевидно, за счет фиксации растениями (С) или микроорганизмами (N) из воздуха, либо благодаря биогенному перераспределению входящих в состав компонентов золы элементов (P, K, Ca и Mg).

Таблица 7
Table 7

Содержание гумусовых веществ, подвижных и обменных форм элементов
в эмбриоземах золоотвала СУГРЭС
Content of humus substances, mobile and exchange forms of elements in SUTPP ash dump Technosols

Горизонт	Глубина, см	Доля ГК %	С _{ГК} :С _{ФК}	Содержание элементов			
				P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		подвижные, мг/100 г		обменные, мг-экв/100 г			
Разрез 1-19							
A	0–2	18,5	0,73	5,3	25,5	8,7	2,7
AC	2–7	6,0	0,49	2,5	6,9	3,7	1,0
C1	7–13	6,2	0,39	4,4	3,3	2,2	1,0
C2	13–20	3,1	0,26	6,0	3,1	2,5	0,3
Разрез 2-19							
A	0–2	17,2	0,50	7,9	7,4	2,2	0,8
AC	2–7	7,2	0,19	4,0	3,2	1,2	0,8
C1	7–13	8,1	0,29	4,0	1,5	1,8	0,7
C2	13–20	8,9	0,27	3,3	1,5	1,8	0,3
Разрез 3-19							
A	0–2	13,5	0,69	3,6	16,1	4,7	1,5
AC	2–7	14,2	0,48	3,6	6,3	2,2	1,0
C1	7–13	11,8	0,45	4,9	4,0	1,7	1,2
C2	13–20	5,6	0,21	2,8	2,1	1,7	0,7

Эмбриоземы золоотвала по сравнению с верхней 20-сантиметровой толщей фонных дерново-подзолистых почв вторичных лугов на момент исследования характеризовались (рис. 2) более щелочной реакцией среды и существенно меньшим средневзвешенным содержанием общего органического углерода и общего азота, обменных Ca²⁺ и Mg²⁺, незначительно меньшим – подвижных форм фосфора, но при этом несколько большей величиной подвижных форм калия.

Заключение

На 50-летнем золоотвале СУГРЭС в условиях южной тайги в ходе первичной сукцессии по восстановлению зональной лесной растительности сформировались разнотравно-злаковые луговые сообщества, отличающиеся от вторичных послелесных лугов более низкими видовым богатством и видовой насыщенностью, а также значительно меньшими запасами надземной фитомассы.

Несмотря на неоднородность физико-химических свойств зольного субстрата, в верхней 20-сантиметровой толще золоотвала сформировались морфологически сходные молодые почвы (эмбриоземы), в которых четко прослеживается маломощный (2 см) горизонт А, по слабому более темному оттенку – горизонт АС, мощностью в 2,5 раза больше, чем предыдущий, а также горизонт С, который неоднороден по всем изученным показателям вещественного состава.

В процессе почвообразования в гумусовом и переходном горизонтах эмбриоземов по сравнению с золой, служащей почвообразующей породой, произошла аккумуляция биогенных элементов (С, N, P, K, Ca и Mg), а также подкисление реакции среды, что в целом согласуется с данными, полученными для инициальных почв золоотвалов в других биоклиматических условиях. В горизонте А также увеличилась доля гуминовых кислот в составе гумуса, имеющего гуматно-фульватный тип. В то же время содержание всех изу-

ченных элементов (за исключением калия) в эмбриоземах, сформированных на 50-летнем золоотвале, по сравнению с фоновыми почвами вторичных лугов существенно ниже.

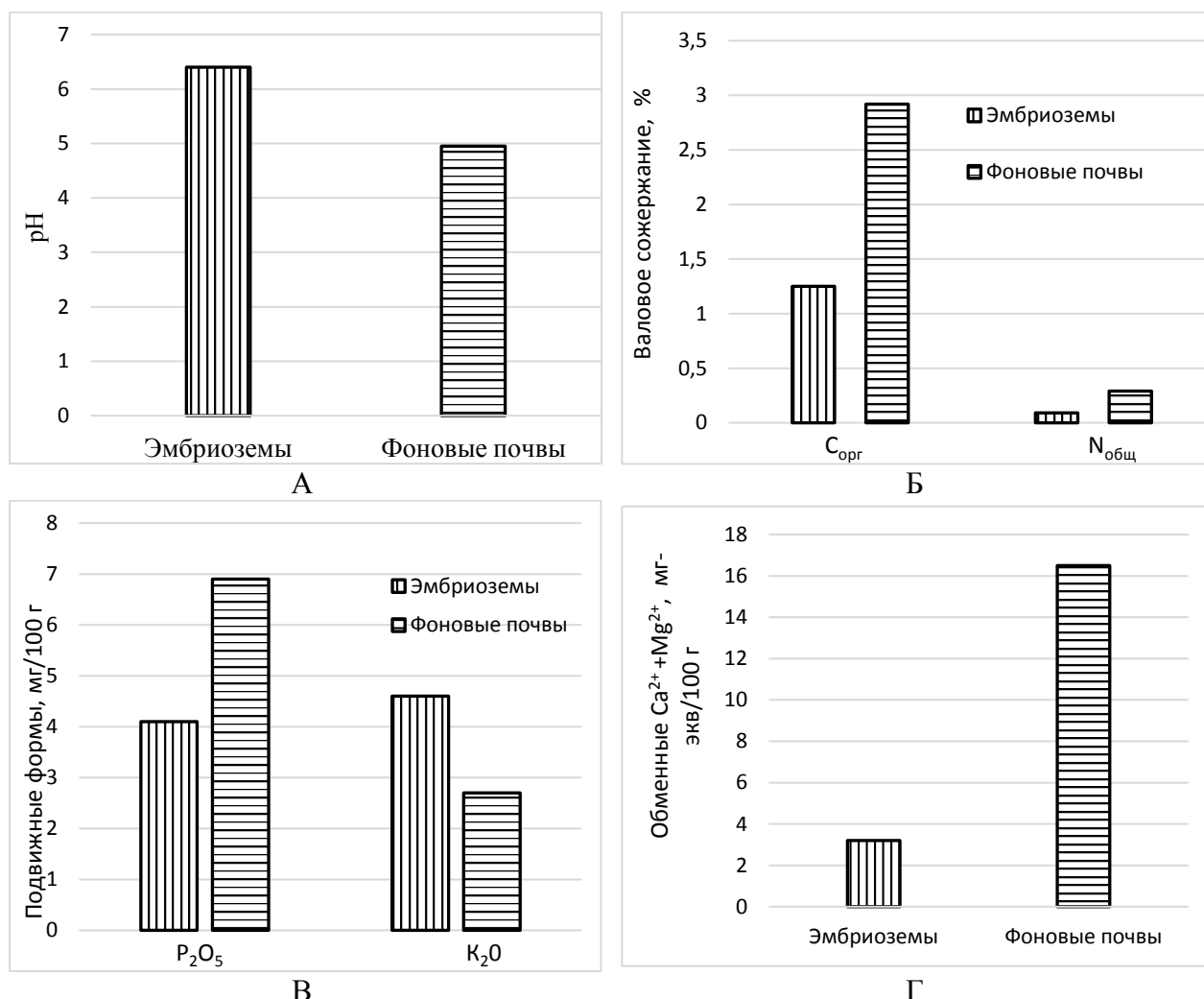


Рис. 2. Средневзвешенные физико-химические характеристики эмбриоземов золоотвала СУГРЭС и фоновых почв

Fig. 2. Weighted average physical and chemical characteristics of SUTPP ash dump Technosols and background soils

Представленные данные, характеризующие становление растительных сообществ и трансформацию 50-летнего золоотвала в южно-таежных условиях Среднего Урала, показали, что в течение этого периода при самозарастании золоотвалов происходит преобразование их верхней 20-сантиметровой толщи с появлением слабодифференцированных морфологически, но дифференцированных более четко по аналитическим показателям инициальных почв – эмбриоземов – и изменением в процессе выветривания более глубоких слоев золы. Эти материалы могут служить отправной точкой мониторинга почвообразовательного процесса на золоотвалах Среднего Урала, которые ранее с позиций комплексных почвенно-растительных подходов не изучались.

Накопление данных, характеризующих растительные сообщества и почвы, формирующиеся на разновозрастных золоотвалах со специфичным химическим составом золы, расположенных в различных природно-климатических условиях, позволит в конечном итоге прогнозировать скорость формирования экосистем в техногенных ландшафтах и влиять на их преобразование.

Список источников

1. Аринушкина Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв. Москва, Изд-во МГУ, 488 с.
2. Воробьева Л.А. 2006. Теория и практика химического анализа почв. М., ГЕОС, 400 с.
3. Климатические данные городов по всему миру. Электронный ресурс. URL: <http://ru.climate-data.org> (дата обращения: 07.07.2021).
4. World Reference Base for Soil Resources. 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 2015. Rome, Food and agriculture organization of the United Nations, 192 pp.

Список литературы

1. Гаджиев И.М., Курачев В.М. 1992. Генетические и экологические аспекты исследования и классификация почв техногенных ландшафтов. В кн.: Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. Новосибирск, Наука: 6–15.
2. Гафуров Ф.Г. 2008. Почвы Свердловской области. Екатеринбург, Изд-во Уральского Университета, 396 с.
3. Константинов А.О., Новоселов А.А., Лойко С.В. 2018. Особенности процессов почвообразования на участках самозарастающих золоотвалов твердотопливной теплоэлектростанции. Вестник Томского государственного университета. Биология, 43: 6–24. DOI: 10.17223/19988591/43/1.
4. Лукина Н.В., Чибрик Т.С., Глазырина М.А., Филимонова, Е.И. 2019. Динамика восстановления растительности и микоризы на рекультивированных и нереккультивированных участках золоотвала Верхнетагильской ГРЭС (Средний Урал). Экосистемы, 20: 188–196.
5. Махнев А.К., Чибрик Т.С., Трубина М.Р., Лукина Н.В., Гебель Н.Э., Терин А.А., Еловиков Ю.И., Топорков Н.В. 2002. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. Екатеринбург, Уральское отделение РАН, 356 с.
6. Пасынкова М.В. 1974. Зола углей как субстрат для выращивания растений. Растения и промышленная среда, 3: 29–44.
7. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. 1968. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов. Почвоведение, 11: 104–117.
8. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижигов О.Н., Антипин Н.А. 1956. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., Сельхозгиз, 472 с.
9. Чибрик Т.С., Лукина Н.В., Филимонова Е.И., Глазырина М.А. 2011. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. Екатеринбург, Изд-во Урал, 268 с.
10. Шеремет Н.В., Ламанова Т.Г., Доронькин В.М., Ветлужских Н.В. 2018. Формирование растительности при естественном зарастании золоотвалов на юге Западной Сибири. Растительный мир азиатской России, 4 (32): 95–101. DOI: 10.21782/RMAR1995-2449-2018-4(95-101).
11. Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A., Rakov E.A., Maleva M.G., Prasad M.N.V. 2016. Biological Recultivation of Mine Industry Deserts: Facilitating the Formation of Phytocoenosis in the Middle Ural Region, Russia. Bioremediation and Bioeconomy, 389–418. DOI: 10.1016/B978-0-12-802830-8.00016-2.
12. Chu L.M. 2008. Natural revegetation of coal fly ash in a highly saline disposal lagoon in Hong Kong. Applied Vegetation Science, 11 (3): 297–306. DOI: 10.3170/2008-7-18427.
13. Gajic G., Djurdjevic L., Kostic O., Jaric S., Mitrovic M., Pavlovi P. 2018. Ecological Potential of Plants for Phytoremediation and Ecorestoration of Fly Ash Deposits and Mine Wastes. Frontiers in Environmental Science, 6: 124 p. DOI: 10.3389/fenvs.2018.00124.
14. Jambhulkar H.P., Juwarkar A.A. 2009. Assessment of bioaccumulation of heavy metals by different plant species grown on fly ash dump. Ecotoxicology and Environmental Safety, 72 (4): 1122–1128. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2008.11.002.



15. Kostic O., Mitrovic M., Knezevic M., Jaric S., Gajic G.M., Durdevic L., Pavlovic P. 2012. The potential of four woody species for the revegetation of fly ash deposits from the 'Nikola Tesla' thermoelectric plant (Obrenovac, Serbia). *Archives of Biological Sciences*, 64 (1): 145–158. DOI: 10.2298/ABS1201145K.
16. Mustafa B, Hajdari A, Krasniqi F, Morina I, Riesbeck F, Sokoli A. 2012. Vegetation of the ash dump of the “Kosova A” power plant and the slag dump of the “Ferronikeli” Smelter in Kosovo. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 4 (9): 823–834.
17. Nekrasova O., Radchenko T., Filimonova E., Lukina N., Glazyrina M., Dergacheva M., Uchaev A., Betekhtina A. 2020. Natural forest colonization and formation on ash dump in southern taiga. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 62 (4): 306–316. DOI: 10.2478/ffp-2020-0029.
18. Pandey V.C. 2015. Assisted phytoremediation of fly ash dumps through naturally colonized plants. *Ecological Engineering*, 82: 1–5. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.04.002.
19. Pandey V.C., Bajpai O., Singh N. 2016. Plant regeneration potential in fly ash ecosystem. *Urban Forestry & Urban Greening*, 15: 40–44. DOI: 10.1016/j.ufug.2015.11.007.
20. Pandey V.C., Prakash P., Bajpai O., Kumar A., Singh N. 2015. Phytodiversity on fly ash deposits: evaluation of naturally colonized species for sustainable phytoremediation. *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (4): 2776–2787. DOI: 10.1007/s11356-014-3517-0
21. Pandey V.C., Singh K., Singh R.P., Singh B. 2012. Naturally growing *Saccharum munja* L. on the fly ash lagoons: a potential ecological engineer for the revegetation and stabilization. *Ecological Engineering*, 40: 95–99. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2011.12.019.
22. Pandey V.C., Singh N. 2014. Fast green capping on coal fly ash basins through ecological engineering. *Ecological Engineering*, 73: 671–675. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.09.036.
23. Pandey V.C., Singh N., Singh R.P., Singh D.P. 2014. Rhizoremediation potential of spontaneously grown *Typha latifolia* on fly ash basins: study from the field. *Ecological Engineering*, 71: 722–727. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.08.002.
24. Shaheen S.M., Hooda P.S., Tsadilas C.D. 2014. Opportunities and challenges in the use of coal fly ash for soil improvements—a review. *Journal of environmental management*, 145: 249–267. DOI: 10.1016/j.jenvman.2014.07.005.
25. Uzarowicz L., Skibab M, Leuec M, Zagorskia Z, Gąsinski A, Trzciskie J. 2018a. Technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from thermal power stations combusting bituminous coal and lignite. Part II. Mineral transformations and soil evolution. *Catena*, 162: 255–269. DOI: 10.1016/j.catena.2017.11.005.
26. Uzarowicz L. 2018. A sequence of Technosols developed from ashes from “Pątnow” and “Konin” thermal power stations (central Poland) combusting lignite. In: *Soil Sequences Atlas*. Toruń, Machina Druku: 217–228.
27. Uzarowicz L., Kwasowski W., Spiewak O., Switoniak M. 2018b. Indicators of pedogenesis of Technosols developed in an ash settling pond at the Belchatow thermal power station (central Poland). *Soil Science Annual*, 69 (1): 49–59. DOI: 10.2478/ssa-2018-0006.
28. Uzarowicz L., Zagorski Z. 2015. Mineralogy and chemical composition of technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from selected thermal power stations in Poland. *Soil Science Annual*, 66 (2): 82–91. DOI: 10.1515/ssa-2015-0023.
29. Uzarowicz L., Zagorski Z., Mendak E., Bartminski P., Szara E., Kondras M., Oktaba L., Turek A., Rogozinski. 2017. Technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from thermal power stations combusting bituminous coal and lignite. Part I. Properties, classification, and indicators of early pedogenesis. *Catena*, 157: 75–89. DOI: 10.1016/j.catena.2017.05.010.
30. Weber J., Strączynska S., Kocowicz A., Gilewska M., Bogacz A., Gwizdz M., Debicka M. 2015. Properties of soil materials derived from fly ash 11 years after revegetation of post-mining excavation. *Catena*, 133: 250–254. DOI: 10.1016/j.catena.2015.05.016.

References

1. Gadzhiev I.M., Kurachev V.M. 1992. Geneticheskie i ekologicheskie aspekty` issledovaniya i klassifikaciya pochv texnogenny`x landshaftov [Genetic and ecological aspects of research and classification of soils of technogenic landscapes]. In: *Ekologiya i rekul'tivaciya texnogenny`x landshaftov* [Ecology and recultivation of technogenic landscapes]. Novosibirsk, Publ. Nauka: 6–15.

2. Gafurov F.G. 2008. Pochvy Sverdlovskoj oblasti [Soils of the Sverdlovsk region]. Ekaterinburg, Publ. Uralskogo Universiteta, 396 p.
3. Konstantinov A.O., Novoselov A.A., Loiko S.V. 2018. Special Features of Soil Development Within Overgrowing Fly Ash Deposit Sites of the Solid Fuel Power Plant. Tomsk State University Journal of Biology, 43: 6–24. DOI: 10.17223/19988591/43/1 (in Russian).
4. Lukina N.V., Chibrik T.S., Glazyrina M.A., Filimonova E.I. 2019. The Dynamics of Vegetation and Mycorrhizal Restoration on Recultivated and Non-Recultivated Sites of the Ash Dump. Ekosistems, 20: 188–196 (in Russian).
5. Maxnev A.K., Chibrik T.S., Trubina M.R., Lukina N.V., Gebel N.E., Terin A.A., Elovikov Yu.I., Toporkov N.V. 2002. Èkologicheskie osnovy` i metody` biologicheskoy rekul'tivacii zolootvalov teplov`x èlektrostancij na Urale [Ecological bases and methods of biological reclamation of ash dumps of thermal power plants in the Urals]. Ekaterinburg, Publ. Ural'skoe otделение RAN, 356 p.
6. Pasy`nkova M.V. 1974. Zola uglej kak substrat dlya vy`rashhivaniya rastenij [Coal ash as a substrate for growing plants]. Rasteniya i promy`shlennaya sreda, 3: 29–44.
7. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. 1968. Metodika i nekotorye rezul'taty frakcionirovaniya gumusa chernozemov [Methodology and some results of fractionation of humus in chernozems]. Pochvovedenie, 11: 104–117.
8. Ramenskij L.G., Czacenkin I.A., Chizhikov O.N., Antipin N.A. 1956. Èkologicheskaya ocenka kormovy`x ugodij po rastitel`nomu pokrovu [Ecological assessment of forage lands by vegetation cover]. Moscow, Publ. Selhozgiz, 472 p.
9. Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazy`rina M.A. 2011. Èkologicheskie osnovy` i opy`t biologicheskoy rekul'tivacii narushenny`x promy`shlennost`yu zemel` [Ecological bases and experience of biological reclamation of lands disturbed by industry]. Ekaterinburg, Publ. Ural, 268 p.
10. Sheremet N.V., Lamanova T.G., Doron'kin V.M., Vetluzhskih N.V. 2018. Formation of Vegetation of Natural Growing Over Ash Dumps in Southern West Siberia. Plant Life of Asian Russia, 4 (32): 95–101. DOI: 10.21782/RMAR1995-2449-2018-4(95-101) (in Russian).
11. Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A., Rakov E.A., Maleva M.G., Prasad M.N.V. 2016. Biological Recultivation of Mine Industry Deserts: Facilitating the Formation of Phytocoenosis in the Middle Ural Region, Russia. Bioremediation and Bioeconomy, 389–418. DOI: 10.1016/B978-0-12-802830-8.00016-2.
12. Chu L.M. 2008. Natural revegetation of coal fly ash in a highly saline disposal lagoon in Hong Kong. Applied Vegetation Science, 11 (3): 297–306. DOI: 10.3170/2008-7-18427.
13. Gajic G., Djurdjevic L., Kostic O., Jaric S., Mitrovic M., Pavlovi P. 2018. Ecological Potential of Plants for Phytoremediation and Ecorestoration of Fly Ash Deposits and Mine Wastes. Frontiers in Environmental Science, 6: 124. DOI: 10.3389/fenvs.2018.00124.
14. Jambhulkar H.P., Juwarkar A.A. 2009. Assessment of bioaccumulation of heavy metals by different plant species grown on fly ash dump. Ecotoxicology and Environmental Safety, 72 (4): 1122–1128. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2008.11.002.
15. Kostic O., MitROVIC M., Knezevic M., Jaric S., Gajic G.M., Durdevic L., Pavlovic P. 2012. The potential of four woody species for the revegetation of fly ash deposits from the 'Nikola Tesla-a' thermoelectric plant (Obrenovac, Serbia). Archives of Biological Sciences, 64 (1): 145–158. DOI: 10.2298/ABS1201145K.
16. Mustafa B, Hajdari A, Krasniqi F, Morina I, Riesbeck F, Sokoli A. 2012. Vegetation of the ash dump of the “Kosova A” power plant and the slag dump of the “Ferronikli” Smelter in Kosovo. Research Journal of Environmental and Earth Sciences, 4 (9): 823–834.
17. Nekrasova O., Radchenko T., Filimonova E., Lukina N., Glazyrina M., Dergacheva M., Uchaev A., Betekhtina A. 2020. Natural forest colonization and formation on ash dump in southern taiga. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 62 (4): 306–316. DOI: 10.2478/ffp-2020-0029.
18. Pandey V.C. 2015. Assisted phytoremediation of fly ash dumps through naturally colonized plants. Ecological Engineering, 82: 1–5. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.04.002.
19. Pandey V.C., Bajpai O., Singh N. 2016. Plant regeneration potential in fly ash ecosystem. Urban Forestry & Urban Greening, 15: 40–44. DOI: 10.1016/j.ufug.2015.11.007.



20. Pandey V.C., Prakash P., Bajpai O., Kumar A., Singh N. 2015. Phytodiversity on fly ash deposits: evaluation of naturally colonized species for sustainable phytoremediation. *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (4): 2776–2787. DOI: 10.1007/s11356-014-3517-0.
21. Pandey V.C., Singh K., Singh R.P., Singh B. 2012. Naturally growing *Saccharum munja* L. on the fly ash lagoons: a potential ecological engineer for the revegetation and stabilization. *Ecological Engineering*, 40: 95–99. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2011.12.019.
22. Pandey V.C., Singh N. 2014. Fast green capping on coal fly ash basins through ecological engineering. *Ecological Engineering*, 73: 671–675. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.09.036.
23. Pandey V.C., Singh N., Singh R.P., Singh D.P. 2014. Rhizoremediation potential of spontaneously grown *Typha latifolia* on fly ash basins: study from the field. *Ecological Engineering*, 71: 722–727. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.08.002.
24. Shaheen S.M., Hooda P.S., Tsadilas C.D. 2014. Opportunities and challenges in the use of coal fly ash for soil improvements—a review. *Journal of environmental management*, 145: 249–267. DOI: 10.1016/j.jenvman.2014.07.005.
25. Uzarowicz L., Skibab M., Leuec M., Zagorskia Z., Gąsinski A., Trzciskie J. 2018a. Technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from thermal power stations combusting bituminous coal and lignite. Part II. Mineral transformations and soil evolution. *Catena*, 162: 255–269. DOI: 10.1016/j.catena.2017.11.005.
26. Uzarowicz L. 2018. A sequence of Technosols developed from ashes from “Pątnów” and “Konin” thermal power stations (central Poland) combusting lignite. In: *Soil Sequences Atlas*. Toruń, Machina Druku: 217–228.
27. Uzarowicz L., Kwasowski W., Spiewak O., Switoniak M. 2018b. Indicators of pedogenesis of Technosols developed in an ash settling pond at the Belchatow thermal power station (central Poland). *Soil Science Annual*, 69 (1): 49–59. DOI: 10.2478/ssa-2018-0006.
28. Uzarowicz L., Zagorski Z. 2015. Mineralogy and chemical composition of technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from selected thermal power stations in Poland. *Soil Science Annual*, 66 (2): 82–91. DOI: 10.1515/ssa-2015-0023.
29. Uzarowicz L., Zagorski Z., Mendak E., Bartminski P., Szara E., Kondras M., Oktaba L., Turek A., Rogozinski. 2017. Technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from thermal power stations combusting bituminous coal and lignite. Part I. Properties, classification, and indicators of early pedogenesis. *Catena*, 157: 75–89. DOI: 10.1016/j.catena.2017.05.010.
30. Weber J., Strączynska S., Kocowicz A., Gilewska M., Bogacz A., Gwizdz M., Debicka M. 2015. Properties of soil materials derived from fly ash 11 years after revegetation of post-mining excavation. *Catena*, 133: 250–254. DOI: 10.1016/j.catena.2015.05.016.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Петрова Татьяна Александровна, аспирант кафедры экологии Департамента наук о Земле и космосе Института естественных наук и математики Уральского федерального университета им. первого Президента Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Некрасова Ольга Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии Департамента наук о Земле и космосе Института естественных наук и математики Уральского федерального университета им. первого Президента Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatyana A. Petrova, postgraduate student of the Department of Ecology, Department of Earth and Space Sciences of the Institute of Natural Sciences and Mathematics of the Ural Federal University named after the first President B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

Olga A. Nekrasova, candidate of Biological Sciences, associate Professor of the Department of Ecology of the Department of Earth and Space Sciences of the Institute of Natural Sciences and Mathematics of the Ural Federal University named after the first President B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia



Учаев Антон Павлович, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии Департамента наук о Земле и космосе Института естественных наук и математики Уральского федерального университета им. первого Президента Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Дергачева Мария Ивановна, профессор, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории биогеоценологии Института почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск, Россия; профессор кафедры почвоведения и экологии почв Биологического института Томского государственного университета, г. Томск, Россия

Радченко Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии Департамента наук о Земле и космосе Института естественных наук и математики Уральского федерального университета им. первого Президента Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Бетехтина Анна Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии Департамента наук о Земле и космосе Института естественных наук и математики Уральского федерального университета им. первого Президента Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Anton P. Uchaev, candidate of Sciences in Biology, senior lecturer of the Department of Ecology, Department of Earth and Space Sciences of the Institute of Natural Sciences and Mathematics of the Ural Federal University named after the first President B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

Maria I. Dergacheva, professor, doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Biogeocenology of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia; professor of the Department of Soil Science and Soil Ecology of the Biological Institute of the Tomsk State University, Tomsk, Russia

Tatyana A. Radchenko, candidate of Biological Sciences, associate Professor of the Department of Ecology of the Department of Earth and Space Sciences of the Institute of Natural Sciences and Mathematics of the Ural Federal University named after the first President B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

Anna A. Betekhtina, candidate of Biological Sciences, associate Professor of the Department of Ecology of the Department of Earth and Space Sciences of the Institute of Natural Sciences and Mathematics of the Ural Federal University named after the first President B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia



УДК 9.91.913

DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-316-327

Природно-ресурсные факторы формирования социально-экономических связей Тобольского, Уватского и Вагайского районов

Ерофеева А.А.

Тюменский государственный университет,
Россия, 625003, г. Тюмень ул. Володарского, 6

E-mail: a.a.erofeeva@utmn.ru

Аннотация. Современная стратегия развития Российской Федерации ставит задачу построения адекватной современным реалиям системы территориального управления, направленной на развитие социально-экономического регионального потенциала. В этой связи необходимо уделить особое внимание изучению пространственной структуры производительных сил и разработке механизмов формирования наиболее эффективных форм их организации. Одной из таких форм является территориальная социально-экономическая система, в основе формирования которой лежит наличие взаимосвязанных и взаимообусловленных подсистем природных ресурсов, населения, производственной и непроизводственной сфер. Цель данного исследования заключается в анализе влияния природно-ресурсных особенностей территории Тобольского, Уватского и Вагайского районов на формирование внутренних социально-экономических связей. С помощью статистического анализа совокупности выборочных показателей и их представления в виде картографического материала изучены природно-ресурсные особенности данной территории и проанализировано их влияние на специфику определенных социально-экономических показателей трех районов, условно обозначенных в рамках исследования как «подрайон Тобольское Прииртышье». В дальнейшем полученные результаты будут использованы в более широком исследовании, посвящённом выявлению проблем и перспектив развития Тобольского, Уватского и Вагайского районов в качестве единой территориальной социально-экономической системы. Тема для исследования была выбрана в соответствии с современной стратегией развития Российской Федерации и актуальными задачами социально-экономической географии и экономического районирования.

Ключевые слова: природные предпосылки, природные условия, природные ресурсы, региональное управление, системная территориальная организация, социально-экономическое развитие региона, физико-географическое положение

Для цитирования: Ерофеева А.А. 2021. Природно-ресурсные факторы формирования социально-экономических связей Тобольского, Уватского и Вагайского районов. Региональные геосистемы, 45 (3): 316–327. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-316-327

Analysis natural systems Tobolsk, Uvatsky and Vagaysky districts as the reasons for the formation socio-economic relations

Anastasia A. Erofeeva

Tyumen of University,
6 Volodarsky St, Tyumen, 625003, Russia

E-mail: a.a.erofeeva@utmn.ru

Abstract. The development strategy of the Russian Federation sets the task of building a new system of state territorial administration aimed at developing the socio-economic potential of the region. In this

regard, it is necessary to actively study the spatial structure of the productive forces and develop mechanisms for the formation of the most effective forms of their organization, such as the territorial socio-economic system. The basis of the territorial socio-economic system is the presence of interconnected subsystems of natural resources, population, production and non-production spheres subsystems. The purpose of this study is to analyze the influence of natural resource features of the territory of the Tobolsk, Uvatsky and Vagaysky districts on the formation of internal socio-economic relations. This research is part of another broader that should decide whether it is possible to create a territorial socio-economic system represented in the territory of the three districts. The features of social and economic development of regions is a fundamental factor for the development of Russian regions. The statistical method for studying quantitative indicators of natural and socio-economic processes and phenomena helped to identify their qualitative features and patterns of development. Therefore, the search for new organizational forms and methods of territorial organization of productive forces, such as the Uvat, Vagay and Tobolsk districts, in order to stimulate economic growth and social development is becoming more and more urgent. Such an approach to the study of the socio-economic development of this territory was chosen in accordance with the modern development strategy of the Russian Federation and the current tasks of socio-economic geography and economic zoning.

Keywords: natural systems, natural conditions, natural resources, regional management, system territorial organization, socio-economic development of the region, physical and geographical location.

For citation: Erofeeva A.A. 2021. Analysis natural systems Tobolsk, Yvatsky and Vagaysky districts as the reasons for the formation socio-economic relations. Regional geosystems, 45 (3): 316–327 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-316-327

Введение

Согласно стратегии развития России, перед современной региональной экономикой стоит непростая задача построения адекватной современным реалиям системы территориального управления, направленной на развитие социально-экономического регионального потенциала. Существует несколько подходов к управлению пространственной структурой производительных сил и разработкой механизмов формирования наиболее эффективных форм их организации. Так, в рамках теории территориально производственных комплексов, которая оказалась востребованной и в зарубежных региональных исследованиях, в качестве таких форм предлагаются промышленные узлы и экономические районы. Но экономические процессы неразрывно связаны с социальными процессами, и поэтому появилось такое понятие, как территориальная социально-экономическая система (ТСЭС). ТСЭС имеет свой исторический путь развития, сложную внутреннюю организацию, эндогенные и экзогенные связи и определенные географические очертания, не обязательно совпадающие с административными границами территориальных образований. Каждая ТСЭС состоит из нескольких компонентов или подсистем: природных ресурсов, населения и сети населенных пунктов, производственной и непроизводственной сфер. Поэтому если между экономико-географическими объектами на определенной территории ввиду различных факторов развития устанавливаются тесные взаимосвязи, что обуславливает формирование территориально-производственных комплексов, то для построения более грамотной политики регионального управления оправдано рассматривать ее как ТСЭС. В рамках исследования, посвящённого анализу проблем и перспектив социально-экономического развития Тобольского, Уватского и Вагайского районов как единой ТСЭС, были рассмотрены природные особенности территории как фактор формирования социально-экономических связей.

Цель исследования: проанализировать влияние природно-ресурсных особенностей территории Тобольского, Уватского и Вагайского районов на формирование внутренних социально-экономических связей.

Задачи: 1) провести теоретический обзор трудов экономико-географов по теории районирования, посвящённых идеям создания и развития территориальных социально-экономических систем; 2) охарактеризовать природные особенности территории Тобольского, Уватского и Вагай-



ского районов; 3) проанализировать влияние природных особенностей изучаемой территории на формирование в ней социально-экономических связей

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются: природные, ресурсные и социально экономические особенности Тобольского, Уватского и Вагайского районов.

Предмет: природно-ресурсные особенности территории как фактор формирования социально-экономических связей Тобольского, Уватского и Вагайского районов.

В основу нашего исследования были положены такие методологические подходы к организации территориального управления, как системный, антропоцентрический, исторический и пространственный.

Системный анализ применялся для комплексного изучения структуры хозяйства изучаемой территории и внутренних взаимосвязей, а также их взаимодействия. Статистический, картографический, геоинформационный и методы исследования использовались как основные при изучении территориальных социально-экономических систем. Статистический метод изучения количественных показателей природных и социально-экономических процессов и явлений помог выявить их качественные особенности и закономерности развития. Картографический метод позволил наглядно отобразить социально-экономические особенности территории. Комбинирование картографических и статистических методов придало исследованию пространственную конкретность и образность, а использование большого объема пространственных данных обусловило применение геоинформационных методов исследования.

Результаты и их обсуждение

Вопросы экономического районирования находятся на сегодняшний день в стадии трансформации [Соколов, 2009; 2013]. В результате формирования единого народнохозяйственного комплекса страны управляющая им система представляется как относительно самостоятельный, сопряженный с народнохозяйственным комплексом объект [Шарыгин, 1988]. В основе любой системы лежат тесные связи, поэтому так важны исследования, посвященные изучению особенностей социально-экономических связей районов и их территориальных сочетаний. В трудах Н.Н. Колосовского впервые появляются такие важные термины, как «территориально-производственный комплекс» (ТПК) и «энергопроизводственный цикл» (ЭПЦ), которые и сейчас актуальны в вопросах межотраслевой интеграции производства и проведения экономико-географического анализа проблем и перспектив развития территории. Теоретико-методологические вопросы исследования территориальной организации производительных сил экономического района, планирования и прогнозирования локальных территориально-производственных комплексов одним из первых в отечественной экономической географии раскрыл профессор М.Д. Шарыгин [1988]. Проблемы теории и практики энергопроизводственных циклов М.Д. Шарыгиным рассматриваются также в соавторстве с профессором В.А. Осиповым в одноименном труде. Вопросы социального и экономического развития регионов в настоящее время затронуты во многих публикациях. Мнения авторов сходятся в том, что развитие инноваций можно осуществить лишь на базе тесного регионального сотрудничества, что возможно, если рассматривать не только экономические, но и социальные связи субъектов территориальной организации. Поэтому понятие ТПК постепенно стало частью более широкого понятия территориальной социально-экономической системы. Теоретические положения о ТСЭС получили развитие в работах Н. Шарыгина, Н. Паламарчук, С. Ныммик. В них ТСЭС представлены как сложные, динамично развивающиеся открытые образования, формирующиеся под воздействием исторических, природных и социально-экономических факторов. В состав такой ТСЭС входит ряд подсистем: подсистема природных ресурсов,

подсистема населения и населенных пунктов, а также производственная и непродовольственная сферы. Все они тесно связаны и активно влияют друг на друга.

Чтобы определить, может ли территория Уватского, Вагайского и Тобольского районов рассматриваться экономическим районированием как единая ТСЭС, необходимо провести анализ на наличие тесных связей всех трех подсистем. Данная территория, условно названная нами Тобольское Прииртышье, должна обладать общей природной основой и сочетанием природных ресурсов, которые могут быть основой формирования единых ТПК подрайона, то есть располагать природно-ресурсными особенностями, позволяющими формировать природно-хозяйственные системы.

Для дальнейшего исследования обозначим ряд анализируемых показателей, демонстрирующих влияние природно-ресурсного фактора на формирование социально-экономических связей внутри данной территории.

Природные факторы влияют на расселение населения, особенно ясно это прослеживается в первоначальном освоении территории. Рисунок расселения обуславливает и формирование социально-экономических связей и направлений миграционных потоков территории, поэтому проследить влияние природного фактора на формирование современной системы расселения изучаемой территории ставится одной из целей исследования. Также природно-ресурсные факторы определяют размещение добывающей промышленности и сельскохозяйственного производства, а, следовательно, становятся фактором для формирования особенностей занятости населения и влияют на такой показатель как, например, «среднесписочная численность работников организаций по производствам», что приводит к формированию таких социальных связей, как рабочие и рекреационные.

В рамках нашего исследования мы будем анализировать влияние природно-ресурсных факторов на особенности добывающей промышленности, сельскохозяйственного производства и занятости населения.

Природные комплексы всех трех районов, которые мы рассматриваем как единую территориально общественную систему, условно названную в рамках исследования подрайон Тобольское Прииртышье, имеют общие черты составляющих компонентов. Использование природных ресурсов на изучаемой территории, как и в большинстве районов страны, тесно связаны с особенностями социально-экономических процессов, определяющих ход формирования экономических районов [Бардасова, 2011; Солодовников, 2018]. Рассмотрим особенности геологического строения и рельефа.

Вся территория Тобольского Прииртышья лежит в пределах плиты молодой Западно-Сибирской платформы, ее лесной равнинной широтно-зональной области. В генетическом отношении – это обширная аллювиальная и озерно-аллювиальная равнина, сложенная слоистыми глинистыми и песчаными отложениями. По схеме физико-географического районирования Тюменской области территория относится к Тоболо-Кондинской провинции южной тайги [Разработка программ ..., 2007]. Кондинская провинция (северо-западная, юго-западная части Уватского района, центральная часть Вагайского, центральная, северная и южная часть Тобольского, северная часть Ярковского и Тавдинского районов) располагается в нижней левобережной части бассейна Иртыша и занимает бассейны низовьев рек Тавды, Тобола и Вагая (рис. 1). Эта часть территории сложена породами верхнего олигоцена в восточной и верхнего и среднего олигоцена в западной части. По составу породы представлены суглинками, песками и супесями аллювиальных и озерных отложений.

Правобережная же часть принадлежит Тобольской провинции Западно-Сибирской равнины. В рельефе правобережья Иртыша в пределах Уватского и Вагайского районов четко выражена возвышенность Тобольский материк – пластовая равнина, которую слагают лесовидные суглинки, супеси и пески нижнего миоцена. Высота взвешенности до-

стигает 80–90 м, что выделяет её из остальной территории с высотами до 38–39 м. В междуречьях имеются останцы с абсолютной высотой 110–120 м. Территория вдоль р. Иртыш относится к Обь-Иртышской провинции Западно-сибирской равнины и объединяет все три района, проходя по центральной части Вагайского, восточной части Тобольского и западной части Уватского района.



Рис. 1. Физико-географическое районирование Тобольского Прииртышья
(составлено автором по данным [Схема размещения ..., 2021])

Fig. 1. Physical and geographical zoning of Tobolsky Priirtyshye (compiled by the author
based on the data [Location scheme ..., 2021])

В целом, небольшие перепады высот определяют спокойную сейсмическую обстановку и отсутствие рисков при строительстве хозяйственных объектов на всей территории Тобольского Прииртышья. Однако необходимо учитывать, что на его территории выделяются две инженерно-геологические области: слаборасчлененные денудационные равнины, сформировавшиеся на палеоген-неогеновых породах, при освоении строительством которых требуется частичная или полная замена грунтов основания, и крупные речные долины, соответствующие инженерно-геологической зоне со сложными условиями для строительства.

Несмотря на это самыми заселенными являются именно участки вниз и вверх по Иртышу, большим и малым его притокам и территория Тобольского материка, рассечённая правыми притоками Иртыша, наиболее крупные из которых – Демьянка и Туртас [Статистический еженедельник ..., 2018]. Этот рисунок расселения населения характерен для всех трех рассматриваемых районов (рис. 2) и объясняется тем, что во времена, когда территория заселялась, города появились на местах с глубоко расчлененным рельефом, оврагами, крутыми склонами, удобными для обороны. Также важно отметить, что среди сложившейся системы населенных пунктов самым крупным является Тобольск, он же – единственный город и, как следствие, центр тяготения миграционных межрайонных пото-

ков. Помимо природных предпосылок нельзя отрицать важную роль социальных механизмов в изменениях численности населения и его структуры [Наливайко, 2016].

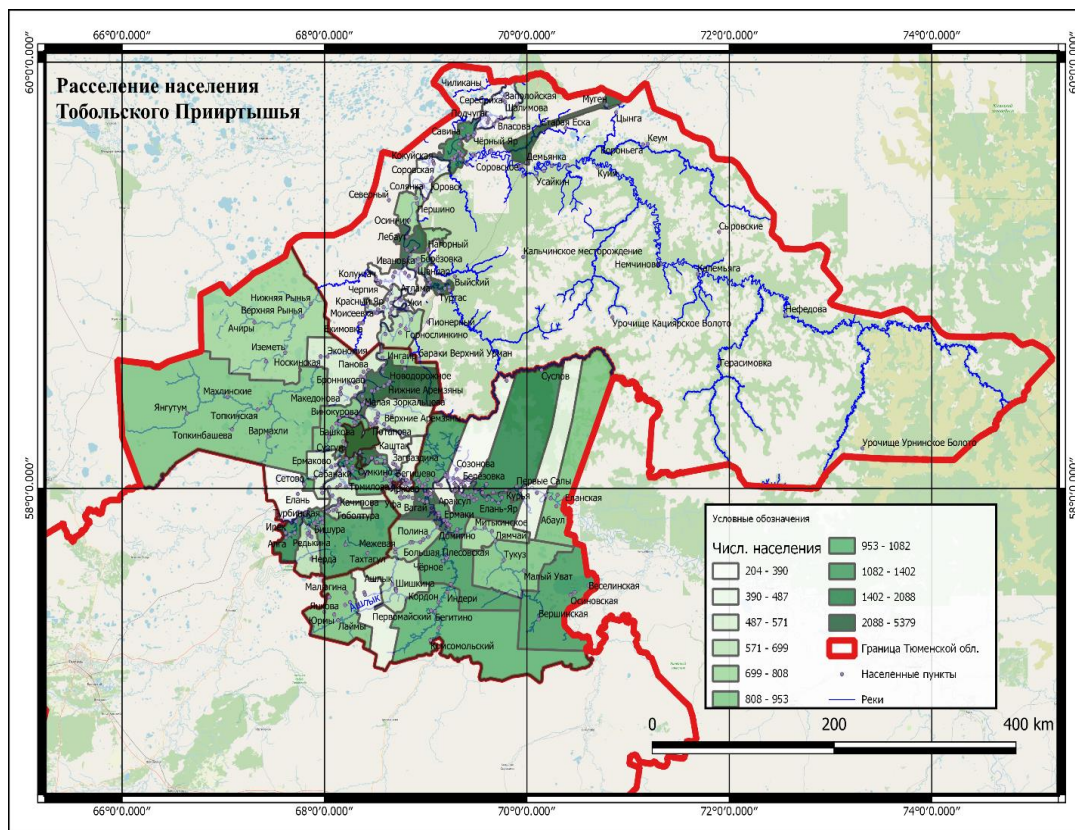


Рис. 2. Расселение населения Тобольского Прииртышья (составлено автором по данным [Управление Федеральной службы ..., 2019])

Fig. 2. Population distribution on Tobolsky PriIrtyshye (compiled by the author based on data from [Federal Service Administration ..., 2019])

Так, причиной формирования современной системы расселения и увеличения численности населения данной территории к концу 16 века стало основание Тобольского острога, названного первоначально Тоболеском [Сафронов, Сладкова, 2001], а затем и Тобольского уезда. Здесь, под защитой городских стен, процветали ремесла и торговля. Первыми поселенцами Тобольского уезда после его основания стали служилые и посадские люди, крестьяне и духовенство, которые по ряду обстоятельств, связанных с проблемой обеспечения хлебными запасами, начали заниматься хлебопашеством и основывать на «отъезжих пашнях» деревни, чем и прирастала территория района. Так, в состав Тобольского уезда к 1745 г. уже входили сотни деревень, чаще всего расположенных в нижней части Иртыша [Словцов, 1890].

По составленной нами по данным Тюменстата в ходе исследования карте расселения населения видно (см. рис. 2), что остальная территория районов, расположенная не в долинах рек и вне предела Тобольского материка, имеет небольшое количество населенных пунктов, так как осваивалась в те времена, когда при строительстве стали учитываться другие природные предпосылки, такие как необходимость замены грунтов. Слабая освоенность большей части Тобольского Прииртышья, ввиду особенностей геологического строения и рельефа всех трех районов, определяет хорошую сохранность природных комплексов и формирует еще одну общую черту в социально-экономическом развитии территории – пониженную или низкую антропогенную нагрузку. Сильная заболоченность территории также затрудняет её хозяйственное освоение и формирование транспортной



сети. Многие населенные пункты доступны только в зимнее время, когда болота промерзают. Сохраняются также условия для сохранения целой системы ООПТ Тобольского Прииртышья, в которую входят заказники («Куньякский», «Стершинный» и т.д.) и памятники природы (Карташовский бор, Медянская роща и др.)

Особенности геологического строения территории и их общность привела и к общим чертам залегания полезных ископаемых в районах, которые мы относим к Тобольскому Прииртышью. На территории плиты молодой Западносибирской платформы, покрытой мощным осадочным чехлом, имеются богатые месторождения осадочных полезных ископаемых, прежде всего топливных. В данных районах имеются также минеральные ресурсы общероссийского значения. Это йодные и йодо-бромные воды, запасы которых достаточны для покрытия потребностей страны в йоде и бrome [Солодовников, 2018]. В соответствии с нефтегазоносным районированием юга Тюменской области [Наливайко, 2016], северная часть района по Иртышу почти до Тобольска относится к Фроловской нефтегазоносной области (Уватский нефтегазоносный район, НГР) [Астапов, Кабатов, 2006], а вся остальная часть – к Приуральской НГО (Тобольский НГР и Карабашский НГР). Значительные месторождения нефти сопоставимы по запасам, но расположены в гораздо более благоприятных климатических и инфраструктурных условиях, чем новые месторождения Ханты-Мансийского автономного округа. Вследствие этого они обладают большей привлекательностью освоения для инвесторов.

Природные ресурсы также значительно влияют на территориальную организацию населения и хозяйства. Именно они определяют размещение населения и производственных объектов в районах [Симагин и др., 2020]. На базе имеющихся полезных ископаемых сложилась современная добывающая промышленность Тобольского Прииртышья. Стоимость произведенной продукции выросла за последние десятилетия в десятки раз, а количество занятых в этой отрасли хозяйства больше, чем во многих других (рис. 3).

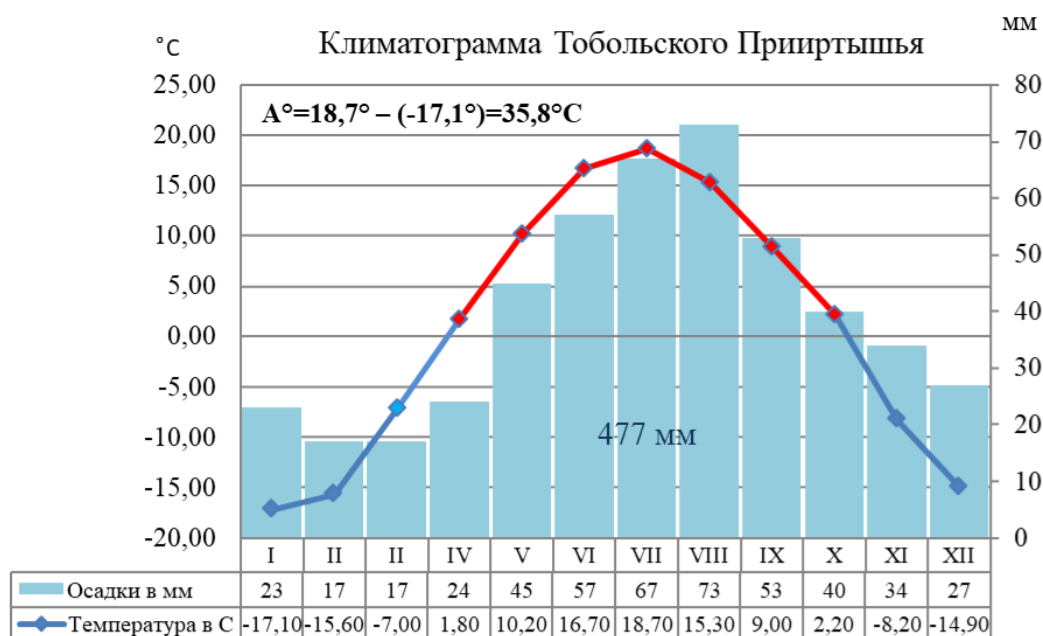


Рис. 3. Климатограмма Тобольского Прииртышья (составлено автором по данным [Федеральная служба ..., 2019])

Fig. 3. Climatograph of Physical and geographical zoning of Tobolsky Priirtyshye (compiled by the author based on [Federal Service ..., 2019])

Разведанные месторождения Уватского района определены как крупнейшие в Западной Сибири, и благодаря их освоению увеличился грузопоток по реке Иртыш, что повлияло и на численность населения (см. рис. 2). На увеличение численности населения всех трех районов оказало мощное влияние создание одного из самых крупных предприятий нефтехимического комплекса. На право размещения нового производства претендовали шесть различных площадок, которые изучала специально созданная государственная комиссия, но был утвержден тобольский вариант из-за его сырьевых, водных и топливно-энергетических ресурсов, транспортных связей и климатических условий. Несмотря на то что сама площадка находится на территории Тобольского района, существует ряд крупных сопутствующих производств, обеспечивающих рабочие места, что укрепляет трудовые связи между населёнными пунктами. Например, к крупным промышленным объектам относятся ШФЛУ ЗАО «СИБУР Холдинг» и ООО «Запсибтрансгаз», а наличие на территории таких производств обеспечивает трудовую занятость жителей близлежащих населенных пунктов (из 50 сотрудников 22 являются жителями Демьянки и 5 – жителями Туртаса).

Внутриконтинентальное положение и особенности рельефа определяют особенности климата территории. В зимнее время преобладает континентальный воздух умеренных широт, поступающий с территории Азиатского антициклона. Летом прогретый над сушей воздух способствует формированию конвекционных облаков и выпадению осадков. Для территории характерно преобладание западного переноса воздуха и юго-западных ветров. Рассмотрим климатограмму для Тобольского Прииртышья, составленную по данным Росгидромета (см. рис. 3). Январская температура – минус 17 °С, июльская температура – 18,5 °С. Годовая амплитуда составляет 35,5 °С. Переход температур через 0 °С в сторону повышения – в апреле, понижение температур ниже 0 °С – в октябре. Годовая сумма осадков 477 мм. Осадки, в основном, выпадают в летнее время.

Согласно агроклиматическому районированию, большая часть территории относится к умеренной-прохладной, достаточно увлажненной агроклиматической зоне [Ермолаева, 2010]. Такие агроклиматические условия относительно благоприятны для развития сельского хозяйства, о чем свидетельствует и занятость населения, но более перспективным направлением развития сельского хозяйства выступает животноводство как менее зависимое от природно-климатических особенностей. Зона благоприятна для возделывания яровой пшеницы, озимой ржи, ячменя, овса, крупяных культур, картофеля, кукурузы на силос, кормовых корнеплодов, льна-долгунца.

Территория Уватского, Тобольского и Вагайского районов относится к Западносибирскому южно-таежному равнинному району таежной зоны. Лесные ресурсы по видовому составу и качеству леса считаются лучшими в Тюменской области. Данная территория отличается также историческими предпосылками развития лесозаготовок, наличием водных и железнодорожных путей и сохранившимися лесовозными дорогами, что определяет перспективы создания целлюлозно-бумажного комбината, крупных лесопильных, плитных и лесохимических производств. Тобольское Прииртышье обладает также значительными ресурсами пресных поверхностных вод. Так, территория Тобольского, Уватского и Вагайского районов, с учетом температурного режима количества выпадающих осадков, относится к зоне высокой водообеспеченности (гумидной зоне) с наибольшей на юге Тюменской области густотой речной сети [Янчева, Осипов, 2017]. Территория Тобольского Прииртышья также характеризуется присутствием значительного числа озер с глубиной от 1,5–2 до 8 м, суммарная площадь озерного массива составляет свыше 130 тыс. га. Фактор проточности, то есть соединения озер и рек между собой, выступает решающим в процессе их рыбохозяйственного использования в данной зоне. Благодаря богатой и разнообразной кормовой базе озер, формируются широкие возможности для развития рыбного хозяйства на базе расширенного воспроизводства карася, сиговых рыб и пеляди [Об



экологической ситуации ..., 2017], а также развитию промыслового рыболовства среди населения. Развитию охоты и рыболовства способствует также слабая освоенность территории, а сохранность природных комплексов создает возможность организации охоты и рыболовства.

Важно отметить, что природной уникальностью территория обязана своей «переходности», то есть нахождению между более суровыми северными районами тайги и тундры и южными, более теплыми, степными и лесостепными районами. В этих соседствующих с изучаемой нами территорией разных ландшафтах распространены и разные типы хозяйствования. Такое положение на стыке разных хозяйственных зон оказало влияние на развитие тесных социально-экономических связей и общности районов Тобольского Прииртышья. Избыток продукции (товаров), производимой в разных хозяйственных зонах, во все времена надо было обменивать. Обменные пункты, которые впоследствии становились крупными городами, возникали на ландшафтных стыках, потому что разные племена и этносы не доверяли друг другу [Ильминских, 2015]. В итоге особенности физико-географического положения привели к тому, что рассматриваемая нами территория всю историю своего развития являлась буфером обмена товарами и услугами, находясь на пути товарных, грузовых и миграционных потоков.

Заключение

Для проведения грамотной региональной политики и выполнения современных задач экономического районирования необходимо исследовать различные механизмы эффективного управления территорией, в основе которых лежит ее комплексное социально-экономическое развитие. Одним из таких наиболее эффективных подходов нам представляется выделение ТСЭС как объекта управления и развития. Для того чтобы территорию можно было рассматривать как единую самостоятельную ТСЭС, необходимо, чтобы народнохозяйственные объекты как основные компоненты любой системы, находящиеся в ее пределах, имели тесные социальные и экономические связи. Поэтому мы проводим исследование территории Тобольского, Вагайского и Уватского районов, посвящённое именно социально-экономическим связям, сформированным на их территории в результате исторических природных предпосылок, чтобы выявить признаки формирования единой ТСЭС. Природные особенности территории Тобольского, Уватского и Вагайского районов также способствовали формированию этих социально-экономических связей и пространственно-временных особенностей. К таким особенностям можно отнести сложившуюся систему расселения вдоль речных и транспортных путей с центром тяготения в г. Тобольске. Сложившаяся система расселения населения влияет на маятниковые и межрайонные миграции, способствуя тесным социальным связям населения. Низкая освоенность остальной территории всех трех районов привела к низкой или пониженной антропогенной нагрузке и наличию на территории целой системы ООПТ с входящими в нее заказниками и памятниками природы регионального значения. Наличие рекреационных объектов приводит к образованию еще и рекреационных потоков населения, укрепляя тесные связи между населенными пунктами изучаемой территории.

На базе имеющихся полезных ископаемых сложилась современная добывающая промышленность Тобольского Прииртышья. Стоимость произведенной продукции выросла за последние десятилетия в десятки раз, а количество занятых в этой отрасли хозяйства больше, чем во многих других. Разведанные месторождения Уватского района определены как крупнейшие в Западной Сибири, и благодаря их освоению увеличился грузопоток по реке Иртыш, что повлияло и на численность населения (см. рис. 2). На формирование тесных социально-экономических связей изучаемой территории оказало и строительство нефтехимического комплекса. Тобольская площадка для размещения

крупнейшего предприятия данной отрасли была выбрана именно из-за своих природно-ресурсных условий, в частности, водных и топливно-энергетических ресурсов, транспортных связей и климатических условий. Несмотря на то что сама площадка находится на территории Тобольского района, существует ряд крупных сопутствующих производств, обеспечивающих рабочие места в первую очередь для жителей соседствующих населенных пунктов, что делает социально-экономические связи между ними еще прочней.

Агроклиматические условия территории относительно благоприятны для развития сельского хозяйства, но более перспективным направлением развития сельского хозяйства во всех трех районах выступает животноводство как менее зависимое от природно-климатических особенностей, что прослеживается и в структуре занятости населения, и в движении сельскохозяйственных товарообменов. Биологические ресурсы территории также стали предпосылками для формирования сложившейся структуры занятости населения и социально-экономических связей, так как территория всех трех районов имеет хорошо сохранившиеся природные ландшафты, что способствует развитию таких занятий жителей, как охота и собирательство и последующий обмен соответствующими товарами между жителями близлежащих населенных пунктов. Богатая кормовая база озер также формирует широкие возможности для развития рыбного хозяйства, которое в результате стало важной частью социальной жизни местного населения и объединяющим их занятием. Физико-географическое положение в целом, то есть нахождение между более суровыми северными районами тайги и тундры и южными, более теплыми, степными и лесостепными районами, привело к тому, что рассматриваемая нами территория всю историю своего развития являлась буфером обмена товарами и услугами, находясь на пути товарных, грузовых и миграционных потоков.

Таким образом, с помощью выполнения поставленных задач нам удалось достигнуть целей исследования и установить наличие тесных социально-экономических связей, образованных в результате влияния природно-ресурсных факторов, между народно-хозяйственными объектами Тобольского Прииртышья в составе Тобольского, Уватского и Вагайского районов.

Список источников

1. Ермолаева В.А. 2010. Экономическая география и регионалистика. Москва, Флинта, 408 с.
2. Об экологической ситуации в Тюменской области в 2016 г. 2017. Тюмень, Правительство Тюменской области, 243 с.
3. Разработка программ лицензирования объектов недропользования на геологическое изучение, разведку и добычу общераспространенных полезных ископаемых на юге Тюменской области. 2007. Книга 2. Пояснительная записка к программе лицензирования объектов недропользования на период 2007–2009 гг. Тюмень, ФГУП «ЗапСибНИИГГ», 71 с.
4. Сафронов В.Ю., Сладкова Л.Н. 2001. Откуда земля Сибирская пошла. Екатеринбург, Уральский рабочий, 381 с.
5. Симагин, Ю.А., Обыграйкин А.В., Караваева В.Д. 2020. Экономическая география и прикладное регионоведение России. М., Юрайт, 411 с.
6. Статистический еженедельник Демоскоп Weekly. 2018. Институт демографии Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Электронный ресурс. URL: <http://www.demoscope.ru> (дата обращения: 15 апреля 2021).
7. Схема размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Тюменской области. Электронный ресурс. URL: <https://admtyumen.ru/> (дата обращения: 3 апреля 2021).
8. Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному



округу (Тюменьстат) 2019 г. Электронный ресурс. URL: <https://tumstat.gks.ru/> (дата обращения: 20 марта 2021).

9. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. 2019. Электронный ресурс. URL: <https://www.meteorf.ru/> (дата обращения: 20 марта 2021).

Список литературы

1. Астапов А.П., Кабатов Н.В. 2006. Геолого-экономическая оценка ильменит-цирконовых россыпей Тавда-Тобольского междуречья. Горные ведомости, 3 (22): 86–92.
2. Бардасова С.С. 2011. Определение ценности ландшафтов центральной части Тоболо-Кондинской провинции южной тайги в связи с перспективами хозяйственного освоения. Известия Алтайского государственного университета, 3–2: 119–124.
3. Ильминских Н.Г. 2015. Выдающийся эколого-туристский потенциал города Тобольска. В кн.: Региональный туризм: проблемы и перспективы развития. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Тобольск, 14–15 ноября 2014 г. Тобольск, Тобольский пединститут им. Д. И. Менделеева (филиал) ТюмГУ в г. Тобольск: 119–122.
4. Наливайко А.С. 2016. Демографическая структура общества: проблемы демографии в России. В кн.: География и геоэкология на службе науки и инновационного образования. Материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному Дню Земли и 100-летию заповедной системы России. Красноярск, 22 апреля 2016 г. Красноярск, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева: 146–148.
5. Осипов В.А., Шарыгин М.Д. 1988. Энергопроизводственные циклы: проблемы теории и практики. Ленинград, Наука, 118 с.
6. Словцов И.Я. 1890. Материалы для библиографии Тобольской губернии. В кн. Календарь Тобольской губернии. Тобольск, Тобольская губернская типография: 269–292.
7. Соколов С.Н. 2009. Предпосылки развития регионов с точки зрения циклично-волновой методологии и конкурентоспособности. Вестник Нижневартковского государственного университета, 1: 32–42.
8. Соколов С.Н. 2013. Теоретико-методологические основы территориальной организации общества. Вестник Нижневартковского Государственного Университета, 3: 32–42.
9. Солодовников А.Ю. 2018. Природопользование в Прииртышье: минерально-сырьевые ресурсы Тобольского района и их использование. Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование, 4 (1): 25–36. DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-1-25-36.
10. Янчева Е.С., Осипов В.А. 2017. Оценка поверхностных водных ресурсов гумидной зоны юга тюменской области на основе рентного подхода. В кн.: Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского региона. Материалы 68-й студенческой научной конференции. Тюмень, 20 апреля 2017 г. Тюмень, Тюменский государственный университет: 63–68.

References

1. Astapov A.P., Kabatov N.V. 2006. Geologo-ekonomicheskaya otsenka il'menitsirkonovykh rossypey Tavda-Tobol'skogo mezhdurech'ya [The Geological Characterization of Ilmenite-Zircon Deposits of Tavda-Tobol Interfluve Area]. Gornyye vedomosti, 3 (22): 86–92.
2. Bardasova S.S. 2011. Landscape Value Assessment of the Central Part of South Taiga at the Tobol-Kondinsky Area for Economic Development Prospects. Izvestiya of Altai State University, 3–2: 119–124 (in Russian).
3. Ilminskikh N.G. 2015. Vydayushchiysya ekologo-turistskiy potentsial goroda Tobolska [Outstanding ecological and tourist potential of the city of Tobolsk]. In: Regionalnyy turizm: problemy i perspektivy razvitiya [Regional tourism: problems and prospects of development]. Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Tobolsk, 14–15 November 2014. Tobolsk, Publ. D.I. Mendeleev Tobolsk Pedagogical Institute (branch) TSU in Tobolsk: 119–122.



4. Nalyvayko A.S. 2016. Demographic structure of society: demography problems in Russia. In: Geography and geoecology at the service of science and innovative education. Materials of the XI International Scientific and Practical Conference dedicated to the World Earth Day and the 100th anniversary of the Russian Nature Reserve System. Krasnoyarsk, 22 April 2016. Krasnoyarsk, Publ. Krasnoyarskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. V.P. Astafyeva: 146–148 (in Russian).
5. Osipov V.A., Sharygin M.D. 1988. Energoproizvodstvennyye tsikly: problemy teorii i praktiki [Power-production cycles of a problem of the theory and practice]. Leningrad, Publ. Nauka, 118 p.
6. Slovcov I.Ya. 1890. Materialy dlya bibliografii Tobol'skoj gubernii [Materials for the bibliography of the Tobolsk province]. In: Kalendar' Tobol'skoj gubernii [Tobolsk province calendar]. Tobolsk, Publ. Tobolsk provincial printing house: 269–292.
7. Sokolov S.N. 2009. Predposylki razvitiya regionov s tochki zreniya tsiklichno-volnovoy metodologii i konkurentosposobnosti [Prerequisites for the development of regions from the point of view of cyclic-wave methodology and competitiveness]. Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta, 1: 32–42.
8. Sokolov S.N. 2013. Theoretical & Methodological Foundations of Territorial Organization of Society. Bulletin of Nizhnevartovsk State University, 3: 32–42 (in Russian).
9. Solodovnikov A.Yu. 2018. Natural Resources Use in the Irtysh Region: Raw-Mineral Resources of the Tobolsk District and Their Use. Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, 4 (1): 25–36. DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-1-25-36 (in Russian).
10. Yancheva E.S., Osipov V.A. 2017. Assessment of Surface Water Resources of Humid Zones of the South of the Tyumen Region on the Basis of the Rent Approach. In: Actual problems of ensuring sustainable development of the Tyumen region. Materials of the 68th Student Scientific Conference. Tyumen, 20 April 2017. Tyumen, Publ. Tyumen State University: 63–68 (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ерофеева Анастасия Александровна, старший преподаватель кафедры биомеханики, естественнонаучных дисциплин и методики преподавания Тюменского государственного университета, г. Тобольск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Anastasia A. Erofeeva, senior lecturer chair of biomechanics of the natural sciences and Teaching Methods of the Tyumen of University, Tobolsk, Russia



УДК 656.6
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-328-340

О модернизации системы водного пассажи́рского транспорта Санкт-Петербурга: географические детерминанты

Макеев И.В.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
Россия, 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48
E-mail: guide007@mail.ru

Аннотация. Избранная в качестве объекта исследования отрасль российского транспорта находится в состоянии глубокой депрессии. Помимо сугубо экономических причин сложившейся ситуации, на низкой эффективности работы речного транспорта сказываются ухудшение гидрологических условий навигации, загрязнение речных артерий, деградация береговой инфраструктуры и т.д. Это обстоятельство актуализирует проблему совершенствования системы водного пассажирского транспорта Санкт-Петербурга с географической позиции. Цель исследования – углубление имеющихся и разработка новых географических подходов к повышению экономической и социальной эффективности пассажирских перевозок на водном транспорте применительно к условиям одного из крупнейших городов Европы. В качестве детерминирующих развитие отрасли авторами рассмотрены гидрологические, климатические, геолого-геоморфологические факторы, экологическое состояние рек и каналов, развитие береговой инфраструктуры. Автором проанализированы возможности формирования интермодальных пассажирских перевозок с учетом общественной функции внутреннего водного транспорта Санкт-Петербурга. При этом в качестве основных императивных позиций рассмотрены социальный, а не коммерческий эффект его деятельности; сезонность и неравномерность загрузки пассажирского городского флота; учет графика введения в строй новых жилых комплексов в зоне влияния Невы, ее притоков, каналов и Невской губы. Сделан вывод о том, что доля услуг пассажирского водного транспорта, осуществляемая в экскурсионно-прогулочном сегменте Санкт-Петербурга, может быть резко увеличена, способствуя тем самым региональному накоплению, созданию новых рабочих мест, экономическому и социальному развитию Петродворца, Кронштадта, Зеленогорска и других прибрежных пригородных мест.

Ключевые слова: водный транспорт, воднотранспортная система, географические детерминанты, р. Нева, экологическое состояние, береговая инфраструктура, водно-туристический бизнес

Для цитирования: Макеев И.В. 2021. О модернизации системы водного пассажирского транспорта Санкт-Петербурга: географические детерминанты. Региональные геосистемы, 45(3): 328–340. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-328-340

On the modernization of the water passenger transport system of St. Petersburg: geographical determinants

Ivan V. Makeev

The Herzen State Pedagogical University of Russia,
48 Moika Emb., St. Petersburg, 191186, Russia
E-mail: guide007@mail.ru

Abstract. The Russian transport industry chosen as the object of research is in a state of deep depression. In addition to the purely economic reasons for the current situation (a decrease in production potential, a drop in traffic volumes, low investment attractiveness and competitiveness of industry enterprises, a de-

crease in the effective demand of the population, etc.), the deterioration of hydrological navigation conditions, pollution of river arteries, degradation of coastal infrastructure, etc. affect the low efficiency of river transport. This circumstance actualizes the stated problem of improving the water passenger transport system of St. Petersburg from a geographical position. The latter is attributed by the author to a polystructural, heterogeneous type of coastal character, characterized by qualitatively heterogeneous aquatic components, seasonal climatic variability, mixed nature of transportation, a sufficiently powerful coastal infrastructure base, etc. The purpose of the study is to deepen the existing and develop new geographical approaches to improving the economic and social efficiency of passenger transportation by water transport in relation to the conditions of one of the largest cities in Europe. The methods used are system and geosystem, abstract-logical, cartographic, etc. The authors consider hydrological, climatic, geological and geomorphological factors, the ecological state of rivers and channels, the development of coastal infrastructure as determining the development of the industry. The author analyzes the possibilities of forming intermodal passenger transportation, taking into account the public function of inland water transport in St. Petersburg. At the same time, the social, rather than commercial, effect of its activity is considered as the main imperative positions; seasonality and uneven loading of the passenger urban fleet; taking into account the schedule for the commissioning of new residential complexes in the zone of influence of the Neva, its tributaries, channels and the Neva Bay. It is concluded that the share of passenger water transport services provided in the excursion and walking segment of St. Petersburg can be sharply increased, thereby contributing to regional accumulation, creation of new jobs, economic and social development of Petrodvorets, Kronstadt, Zelenogorsk and other coastal suburban places.

Key words: water transport, water transport system, geographical determinants, Neva River, ecological state, coastal infrastructure, water tourism business

For citation: Makeev I.V. 2021. On the modernization of the water passenger transport system of St. Petersburg: geographical determinants. *Regional Geosystems*, 45(3): 328–340 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-328-340

Введение

Согласно сложившимся представлениям в отечественной и западной науке, объектами географии транспорта служат транспортные системы различного иерархического уровня, транспортные потоки, влияние транспортных процессов на территориальное и региональное развитие экономики, предметом – пространственное взаимодействие различных сегментов территориальной транспортной системы, которое проявляется в виде транспортно-географических отношений. Акцент делается на транспортное тяготение, пространственную удалённость, транспортно-географическое положение, транспортную доступность, проницаемость территории, связность и т.д. [Rodrigue, 2006; Горкин, 2013; и др.]. Однако география водного транспорта отличается настолько большой спецификой, что традиционные представления едва ли полностью охватывают ее предметное поле исследования, если иметь в виду многочисленные гидрологические, климатические, геолого-геоморфологические и другие измерения. Редко внимание фокусируется на снижении конкурентоспособности речных перевозок из-за ухудшения береговой инфраструктуры путей и гидрологических условий, ярко выраженной сезонности использования водных путей, их меридиональной конфигурации, загрязнения речных артерий и т.д.

Рассматриваемая отрасль российского транспорта все еще находится в состоянии глубокой депрессии. К числу ее системных проблем относятся резкое снижение производственного потенциала и падение объемов перевозок, низкая инвестиционная привлекательность и конкурентоспособность предприятий отрасли, рост цен на топливо, отток квалифицированных специалистов, недостаточный уровень доступности и качества транспортных услуг для снабжения регионов Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, где



внутренний водный транспорт является жизнеобеспечивающим и часто безальтернативным. Не менее важные причины сложившейся ситуации кроются также в снижении платежеспособного спроса населения.

Объекты и методы исследования

Статья посвящена исследованию географических проблем развития водного пассажирского транспорта Санкт-Петербурга, поиску путей его реконструкции и поиску перспективных точек роста. Объектом исследования является внутренний водный пассажирский транспорт Санкт-Петербурга – самого крупного среди северных городов мира, создававшегося в качестве «морской столицы» государства; предметом – пространственная организация сферы пассажирских перевозок с акцентом на роль географических условий в повышении эффективности работы городского транспорта.

Большинство серьезных исследований по заявленной проблеме было выполнено еще в условиях административно-плановой экономики, единой государственной формы собственности, стабильной конъюнктуры цен на транспортные услуги и централизованных поставок дорогостоящего пассажирского флота [Кублицкий, 1948; Рыжова, 1998; Серебренникова, 2000 и др.].

В условиях транзитивной экономики, сосуществования различных форм собственности в речном флоте, несовершенства тарифной и налоговой политики и т.д. требуются новые подходы и решения в области повышения эффективности отрасли [Макеев, Дмитриева, 2017; Макеев, 2018]. В единичных работах по географии речного транспорта Санкт-Петербурга внимание концентрируется на истории и возможностях водного транспорта города, системе его морских грузовых портов, экскурсионных поездках по рекам и каналам [Баранова, 2012; Василенок и др., 2015]. Разработка концептуальных вопросов географического характера развития пассажирского судоходства, с учетом гидрографических и гидрологических возможностей, загрязненности рек и каналов, развития интермодальных пассажирских перевозок и т.д. остается открытой.

В этой связи автором решались такие задачи, как установление факторов географического характера, оказывающих влияние на эффективность развития водного пассажирского транспорта Санкт-Петербурга; оценка современного состояния пассажирских перевозок на внутреннем водном транспорте Санкт-Петербурга, с учетом природных, экономико-географических и социально-географических факторов; а также обоснование перспективных точек роста отрасли.

Результаты и их обсуждение

Санкт-Петербургская воднотранспортная система. Представление о региональной внутренней водной системе базируется на географических критериях с учетом существующих геоморфологических, гидрологических, климатических, экономико- и социально-географических составляющих.

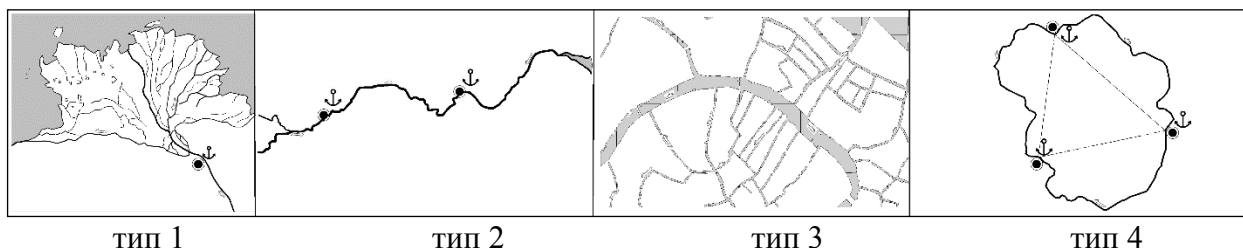
В числе основных специфических типов транспортных систем внутреннего водного транспорта (ВВТ) автором идентифицированы (см. рисунок):

1) полиструктурный, гетерогенный тип приморского характера, характеризующийся качественно неоднородными аквальные составными элементами, сезонной климатической изменчивостью, смешанным характером перевозок, достаточно мощной береговой инфраструктурной базой и т.д. – гг. Санкт-Петербург, Гамбург, Амстердам, Брюгге и др. [Hann, Piotrowski, Wos, 2014; Marciniak, 2013; Nam, Win, 2014; Sriraman, 2010 и др.];

2) моноструктурный, линейно-руслевой тип, приуроченный к транзитным путям – гг. Ухань, Манаус, Икитос и др. [Waterway Transport, 2002];

3) тип с главенствующей ролью ВВТ в пассажирских перевозках в условиях теплого климата – гг. Венеция, Гитхорн и др.;

- 4) озерный тип, отличающийся явным преобладанием перевозок рекреационного и туристского характера – Удайпур, Кампала, Петрозаводск и др.;
- 5) уникальный, т.е. особенный, эксклюзивный – Бирмингем и др.



Пространственные типы внутренних водотранспортных систем
Spatial types of internal water transport systems

Таким образом, Санкт-Петербургская водотранспортная система представляет собой полиструктурный, гетерогенный пространственный тип, характеризующийся качественно неоднородными составными элементами, сезонной климатической изменчивостью, сгонно-нагонными колебаниями уровня со стороны Невской губы, смешанным характером перевозок, достаточно мощной береговой инфраструктурной базой (причальными пунктами, дебаркадерами, понтонами) и т.д.

Научно-практическое значение приведенной типологии заключается в возможности использования опыта развития внутреннего водного пассажирского транспорта в странах с более высоким уровнем эффективности его работы. И хотя «нетрадиционное» поведение барических образований (Исландской депрессии и Азорского минимума) и перемещение в последние годы циклонов по нехарактерным траекториям еще нельзя считать изменением климата (речь идет о его «разбалансировке», а его изменение можно зарегистрировать лишь через несколько десятилетий), возможное потепление повысит ценность зарубежного опыта. Тем более что адаптация к изменениям климата – одна из составляющих постоянно дорабатывающейся климатической стратегии Петербурга.

При всех различиях водотранспортных систем Санкт-Петербурга, Амстердама, Стокгольма или Гамбурга, есть основания относить их к одному типу. Кроме общности некоторых ландшафтно-географических, гидрографических и функционально-экономических элементов, просматривается сходство логистических, архитектурно-исторических и других моментов. Подчеркнем принципиальный момент, связанный с встречающимся в литературе некорректным указанием на «несудоходность» Невского взморья (Невской губы). Действительно, для плавания морских судов доступен лишь Морской канал (от устья Большой Невы до Кронштадского рейда), который, благодаря дорогостоящим дноуглубительным и руслорасширительным работам, сохраняет гарантированную глубину 15 м и ширину до 100 м. Но Невское взморье вполне доступно для маломерных пассажирских судов. Таким образом, Невское взморье является органической частью Санкт-Петербургской водной пассажирской системы и потенциально обладает гораздо более широкими возможностями развития экскурсионно-туристического бизнеса, чем оно используется сегодня.

Роль природных детерминант. Из числа природно-географических факторов, во многом обусловивших зарождение и определяющих нынешнее функционирование и перспективы внутреннего водного транспорта Петербурга – гидрологические, климатические, геолого-геоморфологические.



Гидрологические (включая гидрохимию, инженерную гидрологию, лимнологию и др.) связаны с фактическим наличием соответствующих водотоков и акваторий, с физико-географическими условиями бассейнов рек, озер и каналов, режимами сезонного ограничения эксплуатации транспортных сетей и т.д. Климатические и метеорологические факторы определяют сроки навигации, нагонные явления, дождливость, спрос на услуги туристического бизнеса и т.д. В свою очередь, геолого-геоморфологические во многом определяют величину объема затрат на создание и эксплуатацию путей в зависимости от типа рельефа, расчлененности территории, характера коренных пород и т.д.

Взаимосвязи природных, экономических и социальных факторов развития отрасли очевидны, но их природа отличается сложностью, они могут быть как прямыми, так и обратными. Увлечение коммерческой выгодой часто негативно сказывается на качестве оказываемых пассажирам услуг, загрязнение водоемов и побережий ведет к сокращению мест рекреационных дестинаций и, соответственно, количества круизов, а вспыхнувшая в 2020 г. пандемия коронавируса вообще на время парализовала работу внутреннего водного пассажирского транспорта, не только в Санкт-Петербурге.

Кроме детерминант развития ВВТ, связанных с климатом, режимом питания рек, горизонтальной расчлененностью речных систем, характером продольных долин, особенностями рельефа, составом донных наносов и отложений, наличием порогов, глубинами, наличием или отсутствием ледостава, колебанием уровня воды и разливах и т.д., существует целый ряд местных ограничений судоходства, так или иначе связанных природными факторами. Так, кроме шлюзов имеются судоходные участки, на которых ограничивается не только скорость движения судов, но и их расхождение, а также ограничение по гидрометеорологическим условиям. Эти виды ограничений характерны для водной системы Санкт-Петербурга. Прямое отношение к физико-географическим факторам имеют также мосты, широко распространенные в северной столице. Из-за значительных подъемов уровня воды они существенно лимитируют пассажирское судоходство на Неве и ее притоках.

Как лимитирующий фактор модернизации пассажирского водного транспорта Санкт-Петербурга следует расценивать нынешнее экологическое состояние рек и каналов [Орлова, 2018]. По западноевропейским стандартам, экологическое состояние Невы, ее притоков и каналов оценивается как неудовлетворительное. С учетом интервалов удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ), в зависимости от количества критических показателей загрязненности (КПЗ), качество воды в Неве соответствует третьему классу (из пяти), что по современным меркам является низким показателем. Для пассажирских перевозок по Невской системе первостепенное значение имеют данные по органическим и минеральным загрязнениям. Сверхнормативная концентрация органики и минеральной грязи обычно фиксируется в устье Тосны, в Охте, Ижоре, Славянке. Превышение ПДК аммонийного азота, окисляющегося до состояния аммиака, нитратов и нитритов, наблюдается в Охте, Ижоре и Каменке. Между тем, качество воды в Неве, Фонтанке и придельтовых водотоках в огромной степени зависит от экологического состояния притоков. Именно после впадения Славянки и Тосны качество невольской воды существенно ухудшается, а после впадения Охты нередко река становится и вовсе мутной.

Оценки значений комбинаторного индекса загрязненности водоемов города меняются со временем – в течение года, месяцев и даже отдельных дней. Результирующая оценка и значение обобщенного оценочного балла по каждому ингредиенту заметно колеблются, что требует постоянного мониторинга качества вод.

Привлекательность именно пассажирских, а не грузовых перевозок, в огромной мере зависит от качества водных масс, запахов, которые они источают, их прозрачности и т.д. «Загрязненная» или «очень загрязненная» – так классифицировали Неву в последние годы многие эксперты, в том числе из Росгидромета. При этом официальные оценки каче-

ства питьевой воды в городе свидетельствуют о том, что оно вполне соответствует требованиям санитарно-эпидемиологических норм. Но следует иметь в виду, что перечень загрязнителей, попадающих в Неву с промышленными отходами, значительно обширнее стандартного перечня веществ, наличие которых проверяется при определении качества питьевой воды.

По имеющимся данным Комитета по природопользованию города, основная доля ущерба от сброса загрязняющих веществ приходится на государственное унитарное предприятие «Водоканал Санкт-Петербурга». Многое становится ясным, если учесть, что основной объем сточных вод поступает в воду не напрямую, а через системы городской канализации. К сожалению, бытовые сбросы и токсичные отходы промышленных предприятий нередко попадают в одну трубу, а затем – на городские очистные сооружения или напрямую в реки. И хотя система очистных сооружений города более или менее успешно справляется с очисткой канализационных сбросов, справиться же с удалением разнообразных по составу и классу опасности промышленных веществ очистные сооружения не в состоянии.

Экологическое состояние воднотранспортной системы Петербурга нередко резко нарушается из-за так называемых «залповых сбросов» токсичных веществ промышленными предприятиями. Не располагая соответствующими очистными сооружениями и избегая финансовых расходов на безопасную утилизацию таких веществ, они преступным образом, в ночное время сбрасывают отходы, чаще в притоки Невы – Славянку и Охту. Обнаружить и привлечь виновников к уголовной ответственности часто не удается.

Наконец, следует указать и на тот факт, что развитие водного туризма иногда само способствует загрязнению водоемов Петербурга. Отчасти это связано с безупречной береговой инфраструктурой, отсутствием мусорных контейнеров и т.д. Но главное здесь – культура потребителей услуг водного транспорта. Негативное влияние оказывают и отдыхающие на суше, а также жители прибрежных районов, практикующие незаконную вырубку деревьев и кустарников, засоряющие береговую зону и т.д.

Другие факторы, лимитирующие развитие отрасли. В пределах воднотранспортной системы Санкт-Петербурга отчетливо проявляется несколько «узких мест» преимущественно географического характера, оказывающих лимитирующее влияние на развитие водного пассажирского транспорта города и требующих участия в их решении как экспертного сообщества, так и городских властей, организаций и ведомств [Макеев, Дмитриева, 2017; Макеев и др., 2018]. Рассмотрим основные из них.

Согласно действующему законодательству, главная водная артерия Санкт-Петербурга, р. Нева с ее рукавами относится к водным путям федерального значения. В историческом центре города находятся порядка 30 км внутренних водных путей, к которым относятся реки и каналы: Фонтанка, Мойка, канал Грибоедова, Крюков канал. Движение на этих водных участках весьма интенсивное, но нормативно-правовые нормы концепции кодекса внутреннего транспорта не затрагивают эти водные пути, так как они не относятся к путям федерального значения. По этой причине оставляет много вопросов состояние малых рек и каналов. Данный правовой статус не позволяет в полной мере получить верную путевую информацию о затруднении движения на каналах в условиях малых габаритов, глубинах, подходах к причалам и выработать единые правила движения водного транспорта.

Представляется остроактуальным вопрос о развитии инфраструктуры водного транспорта вокруг сданного в эксплуатацию стадиона на западной оконечности Крестовского острова. Подобное масштабное спортивное сооружение в дни спортивно-зрелищных мероприятий может принимать до 70 тыс. чел., которые по завершению мероприятий на различных видах частного и общественного транспорта покидают Крестовский остров. Уникальное географическое положение нового стадиона позволя-



ет за счет водного транспорта несколько разгрузить и ускорить процесс доставки и вывоза людей в дни мероприятий.

С севера стадион ограничен гребным каналом, где проходят тренировки гребцов, поэтому к водно-моторному транспорту не подойти. С запада, со стороны Финского залива подход ограничен отрезком Западного скоростного диаметра Санкт-Петербурга, а также мелью километровой диаметра, которая осталась еще со стройки предыдущего стадиона им. С.М. Кирова в середине XX в., когда был насыпан искусственный холм, состоящий преимущественно из песка. Единственное место, которое удовлетворяет требованиям подхода водного пассажирского транспорта, располагается к югу от арены, со стороны Малой Невки и Южной дороги.

Если согласовать на уровне властей централизованное использование водного транспорта и привести к стандартам уже имеющуюся инфраструктуру южного берега Крестовского острова, то порядка 3–5 % от присутствующих на стадионе граждан могли использовать водный пассажирский транспорт в дни соревнований. Необходимое в таком случае сопровождение спасательными службами облегчается наличием здесь, на Южной дороге базы Государственной Инспекции маломерных судов.

К числу первостепенных задач развития водного пассажирского транспорта Санкт-Петербурга относится создание и рациональное размещение элементов береговой инфраструктуры: причалов, стоянок, заправочных станций, мест зимней стоянки, отвечающих современным требованиям отрасли. Так, наиболее востребованной, и как следствие, более развитой частью Невы с точки зрения обеспеченности транспортной инфраструктурой является участок от Благовещенского до Литейного моста, в историческом центре, где расположены главные архитектурные ансамбли. Именно здесь проходят основные пути экскурсионного водного транспорта и находятся точки посадки пассажиров. Необходимость наличия столь большого количества мест остановок пассажирского транспорта очевидно для мегаполиса, исторический центр которого располагает таким мощным рекреационным потенциалом. Но далеко не все спуски к воде в городской черте годны для швартовки судов и посадки пассажиров. Примерно 70 % спусков не имеют достаточной глубины в 1,5 м для подхода теплоходов.

В настоящее время в Санкт-Петербурге существует всего два специализированных причала для забора хозяйственно-бытовых отходов, в том числе и фекальных вод. Данные пункты расположены в достаточной отдаленности от исторического центра – основного района плавания водного экскурсионного транспорта (первый – около Речного вокзала, что совсем далеко, второй – на набережной Макарова за Тучковым мостом, который перегружен). Нехватка подобного рода инфраструктуры провоцирует недобросовестных судоводителей к несанкционированным сбросам отходов в Неву и Финский залив, что безусловно, неблагоприятно сказывается на окружающей среде и санитарной обстановке на реках и каналах.

Требует большего внимания вопрос создания специализированных общедоступных причалов в местах, где располагаются различные социокультурные центры (музеи, парки). Если подходы к причалам по каким-либо причинам затруднены, то нужно решить проблему, например, локально углубив место подхода к конкретному спуску на набережной. В данный момент в черте исторического центра существует множество причалов без необходимой инфраструктуры, но с географической привязкой к интересным туристическим местам.

Немаловажным видится и оформление причалов с архитектурно-художественной точки зрения, установка мест в особой комфортабельной зоне для ожидающих своего рейса пассажиров, постройка закрытых павильонов для покупки билетов, оборудование пандусов для людей с ограниченными способностями, установка информационных стендов,

где можно ознакомиться с информацией об оказываемых услугах, в том числе и на иностранных языках.

В 2016 г. плановые работы по расчистке донных отложений русла р. Мойки в районе «цветных» мостов в течение практически всей навигации сделали невозможным осуществление экскурсионной деятельности, перекрывая русло реки в светлое время суток. Представленный процесс чрезвычайно растянулся, так как для его осуществления был привлечен всего один земснаряд, из-за нехватки выделенных городом средств. Логично предположить, что два земснаряда справились бы в два раза быстрее с расчисткой р. Мойки, которую в последний раз чистили 60 лет назад.

Есть много других вопросов преимущественно финансово-экономического характера, нерешенность которых не способствует ускорению развития водного пассажирского транспорта великого города. Так, в настоящее время спуски к воде на набережных в историческом центре города сдаются в аренду на сравнительно небольшой срок на основе пошагового аукциона. По настоящему законодательству, договоры на такие причалы заключаются сроком на 3 года, а это довольно малые сроки, учитывая следующие обстоятельства: в столь сжатые отрезки времени довольно сложно выстроить долгосрочный план развития малого бизнеса; инвестиции в постройку и в покупку теплохода являются весьма долгосрочными; учитывая географическое положение Санкт-Петербурга и сезонный характер работы водного пассажирского транспорта, срок окупаемости судна – до 10 лет.

Подобно тому, как городская застройка в историческом центре города относится к памятникам всемирного наследия, Комитет по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (КГИОП) в Санкт-Петербурге включает в охранные территории и набережные на реках и каналах Санкт-Петербурга. Наличие охранного статуса гранитных набережных и спусков к воде приводит к тому, что требования КГИОПа в отношении требований к художественно-декоративному облику понтонов и причалов не соответствуют нормам Федеральных законов и правилам перевозки пассажиров и багажа на внутреннем водном транспорте. В этой связи вовсе не надуманным представляется процесс согласования единого архитектурного облика транспортной инфраструктуры на реках и каналах между комитетом по охране памятников и судоходными компаниями для того, чтобы оказываемые гражданам услуги соответствовали Федеральному закону «О транспортной безопасности».

Развитие экскурсионно-туристического бизнеса. Организация туристического бизнеса (водных экскурсий, прогулок, круизных программ «выходного дня» и т.д.) воспринимается как главная идея воднотранспортных моделей для мегалополисов, обладающих разветвленной речной сетью [Егоров, 2012; Войт, 2013; Безрукова, 2014а, б; Докукина, Мухоморова, 2016; и др.].

По количеству индивидуальных туристов в настоящее время Санкт-Петербург лидирует в стране. В последние годы он стал обладателем сразу двух престижных наград в сфере мирового туризма World Travel Awards – премии Мира в номинации «Лидирующее культурно-туристическое направление мира 2016» («World's Leading Cultural City Destination 2016») и премии Европы как «Лучшее туристическое направление Европы 2015» («Europe's Leading Destination 2015»). Важнейшими факторами для выявления города-победителя стали: безопасность города для туристов, развитая городская инфраструктура и гостиничная сеть туристской дестинации. По данным одного из последних исследований глобального индекса городов (*Master Card's Global Destination Cities Index*), в десятку рейтинга вместе с Лондоном, Парижем, Стамбулом включен также Санкт-Петербург.

Наравне с реализацией планов по строительству гостиниц, развитию наземного и подземного транспорта, создание и оптимизация инфраструктуры для водного пас-



сажирского транспорта в историческом центре видится важной и приоритетной задачей. Автор, много лет проработавший в сфере водного туризма, предлагает ряд стратегических шагов, направленных на повышение общей привлекательности города для туристов, с тем чтобы многочисленные компании-операторы могли разнообразить дистанционно продаваемый туристический продукт, принося прибыль в городской бюджет через налоговые отчисления:

- расширение перечня мест для создания специализированных общедоступных причалов на территориях, где располагаются различные социокультурные центры (музеи, памятники, сакральные центры и т.д.);

- оформление причалов с архитектурно-художественной точки зрения, установка мест в особой комфортабельной зоне для ожидающих своего рейса пассажиров, постройка закрытых павильонов для покупки билетов, оборудование пандусов для людей с ограниченными способностями; установка информационных стендов, где можно ознакомиться с информацией об оказываемых услугах, в том числе – на иностранных языках;

- развитие инфраструктуры водного транспорта вокруг сданного недавно в эксплуатацию стадиона на западной оконечности Крестовского острова;

- увеличение летней навигации как по морским, так и по речным путям, если это не противоречит правилам безопасности плавания (в последние годы в пределах Северо-Запада наблюдаются чрезвычайно теплые зимы, которые постепенно становятся нормой, вследствие чего есть возможность продлить навигационный период по факту);

- неотложное уточнение нормативно-правовых норм плавания на городских участках водных путей, не относящихся к путям Федерального значения;

- позиционирование пассажирского порта Санкт-Петербурга как порта «начала» круизов, развитие припортовой транспортной инфраструктуры в рамках взаимодействия с участком ЗСД (Западного скоростного диаметра) для скорейшей доставки туристов в исторический центр города, активное продвижение на международном рекламном рынке туристических продуктов Санкт-Петербурга;

- предоставление права безвизового въезда для лиц, прибывающих с целью совершения морского круиза (имеется в виду распространение правила «72 часов» на граждан, прибывающих в страну другими видами транспорта, в первую очередь авиационным, с дальнейшей посадкой на паром);

- расширение парка транспортных средств Петербурга за счет речных трамваев-амфибий – водоплавающих туристических автобусов (подобных тем, которые курсируют сегодня в 17 городах мира, в том числе в Гамбурге), способных с городских улиц съезжать непосредственно в воду и др.

Таким образом, доля услуг пассажирского водного транспорта, осуществляемая в экскурсионно-прогулочном сегменте Санкт-Петербурга, может быть резко увеличена, что позволит аккумулировать дополнительные средства для сохранения в надлежащем состоянии памятников русской истории; создать новые рабочие места; способствовать экономическому и социальному развитию Петродворца, Кронштадта, Зеленогорска и других прибрежных пригородных мест.

Дать радикальный импульс для развития воднотранспортной системы города и принести существенные выгоды туристическому бизнесу (и городской казне) способно установление стабильного паромного и туристического круизного сообщения Санкт-Петербурга с Калининградской областью и странами Балтийского региона. Морские паромы и круизные суда пользуются акваториями внутренней водной системы Санкт-Петербурга, услугами АО «Пассажирский Порт Санкт-Петербург «Морской фасад», осуществляют те или иные интермодальные функции. Поэтому сообщения «река-море» являются органической частью Петербургской воднотранспортной системы.

Казалось бы, с учетом ограниченной пропускной способности Морского канала Петербургский порт вряд ли может считаться идеальным местом для морского круизного судоходства. Однако создание современного международного пассажирского терминала «Морской фасад» является ключевым фактором развития морского круизного туризма региона в целом. Порт, мощности которого позволяют принимать до 20 тыс. пассажиров ежедневно, был открыт в 2011 г. на намывных территориях западной части Васильевского острова. Территория порта включает в себя 7 причалов, общей длиной 2200 м., четыре вокзала площадью 30 тыс. м², 116 кабин для паспортного контроля. Лишь пандемия Covid-19 воспрепятствовала многим заходам в порт в 2020 г. лайнеров таких известных компаний, как «*Norwegian Escape*» (в 2020–2021 гг. планировалось 58 заходов), «*Princess*» (48), «*Oceania*» (45), «*Oceania Marina*» (35), «*Sky Princess*» (34), «*MSC*» (30), «*Royal Caribbean*» (23), «*Jewel of the Seas*» (15), «*Seven Seas Explorer*» (15) и др.

Трудно представить себе другой регион в России, кроме Калининградской области, который, широко используя национальные ресурсы, мог бы так быстро превратиться в конкурентоспособное «окно-переходник» в глобальный рынок, и где сформировалась бы устойчивая самовоспроизводящаяся региональная система. Создание современного терминала в городе Пионерский (Калининградская область) и надежной паромной линии с «материнской» территорией будет способствовать решению не только экономических и социальных, но и геополитических задач.

Заключение

Деградирующий речной транспорт России – важная часть образа жизни, мировосприятия, менталитета наших предков с доисторических времен. Причины резкого спада как грузовых, так и пассажирских перевозок на реках страны в целом обстоятельно проанализированы в работах экономистов. Главные из них: устаревший низкокомфортабельный пассажирский флот и высокая строительная стоимость судов, (особенно, круизных); более высокие тарифы при меньшей скорости доставки на отдельных направлениях по сравнению с альтернативными видами транспорта; слабый приток инвестиций и ограниченное финансирование из местных бюджетов для покрытия убытков по социальным пассажирским перевозкам; дефицит квалифицированных кадров и др.

Но целый ряд типично географических аспектов продолжающейся депрессии отрасли, как отмечено в статье, остается фактически вне поля зрения исследователей. Речь идет о влиянии на работу внутреннего водного транспорта гидрологических, климатических и геолого-геоморфологических условий, ярко выраженной сезонности использования водных путей, состояния береговой инфраструктуры, загрязнения речных артерий и озер, значение интермодальных маршрутов и т.д.

При реализации концепции развития интермодальных пассажирских перевозок с учетом общественной функции внутреннего водного транспорта Санкт-Петербурга в качестве основных императивных позиций следует рассматривать, прежде всего, следующие: социальный, а не коммерческий эффект его деятельности; сезонность и неравномерность загрузки пассажирского городского флота; учет графика введения в строй новых жилых комплексов в зоне влияния Невы, ее притоков, каналов и Невской губы; улучшение состояния навигационно-гидрографического обеспечения условий плавания пассажирских судов в акваториях города и т.д.

Создание совершенной системы интермодальных перевозок пассажиров в Петербурге с участием водного транспорта (с наличием оператора перевозок от начального до конечного пункта, единой сквозной тарифной ставки и т.д.) является весьма проблематичной идеей. Но во многих странах мира (особенно европейских) с подобным воднотранспортным типом ВВТ интермодальные системы перевозок успешно функционируют.



В таких условиях, при создании в ближайшие годы стабильной системы интермодальных пассажирских перевозок с использованием водного транспорта в Санкт-Петербурге, необходимо вначале стремиться к получению социального, а не коммерческого эффекта (в том числе для изменения психологии граждан). Конечно, в реальности оба эффекта органически взаимосвязаны, а существующие методики оценки эффективности работы водного пассажирского транспорта не являются совершенными. Так, настройка механизмов тарифного и государственного регулирования, диспетчерского руководства отраслью, совершенствования системы субсидирования пассажирских перевозок и т.д. – все это имеет отношение не только к коммерческой стороне, но и социальной.

Хотя Санкт-Петербург создавался в качестве «морской», а не «речной» столицы государства, наличие разветвленной системы рек и каналов, связанных с основной водной артерией – Невой, предоставляет ему широкие возможности для реализации речной воднотранспортной функции.

Список источников

1. Горкин А.П. 2013. Социально-экономическая география: понятия и термины: словарь-справочник. Смоленск, Ойкумена, 328 с.
2. Кублицкий Г.И. 1948. Великая речная держава. М., Речиздата, 216 с.
3. Орлова Н. 2018. Попробуем воду. Санкт-Петербургские ведомости, 108. Электронный журнал. URL: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/51340691> (дата обращения: 20 июня 2018).

Список литературы

1. Баранова Ю.О. 2012. Интермодальные и мультимодальные перевозки: проблемы терминологии. Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов, 6: 85–88.
2. Безрукова Н.Л. 2014а. Методологические основы развития речного круизного рынка в России. М., Машбюро, 163 с.
3. Безрукова Н.Л. 2014б. Центры развития речных круизов как основа межрегионального развития туризма. Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция, 4: 200–203.
4. Василенок В.Л., Негреева В.В., Шевченко Я.В. 2015. Организация интермодальных перевозок: международный и российский опыт. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент», 4: 77–88.
5. Васильева О.Е., Дмитриева А.А., Макеев И.В. 2018. Особенности развития внутреннего водного транспорта России на современном этапе. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные Науки, 4 (200): 64–71.
6. Войт М.Н. 2013. Рынок речных круизов в России: проблемы и пути их решения. Сервис Plus, 4: 39–47. DOI: 10.12737/1695.
7. Докукина Е.В., Мухоморова И.В. 2016. Перспективы круизного туризма в России. Вопросы региональной экономики, 4 (29): 1–7.
8. Егоров Г.В. 2012. Анализ опыта европейских речных круизов и его влияние на проектирование отечественных пассажирских судов нового поколения. Морской вестник, 3: 23–28.
9. Макеев И.В., Дмитриева А.А. 2017. Речной пассажирский транспорт Санкт Петербурга: что мешает развитию. Общество. Среда. Развитие, 1 (42): 115–121.
10. Макеев И.В. 2018. Речной пассажирский транспорт Санкт Петербурга: поиски точек роста. Общество. Среда. Развитие, 1 (46): 152–157.
11. Рыжова Л.П. 1998. Адаптация речного транспорта России к рыночным преобразованиям. Автореф. дис. ... док. эконом. наук. Москва, 50 с.
12. Серебренникова А.В. 2000. Речной туризм в России и пути повышения его эффективности. Автореф. дис. ... канд. эконом. наук. Москва, 28 с.
13. Hann M., Piotrowski I., Wos K. 2014. Adaptation of the Oder River for the purposes of inland water transport. Logistyka, 6: 13313–13321.

14. Marciniak Z. 2013. The lower Vistula in the aspect of the E40 and E70 international shipping routes. *Acta Energetica*, 2 (15): 153–168. DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2013212.
15. Nam K., Win E. 2014. Competitiveness between road and inland water transport: the case of Myanmar. *Transport Problems*, 9 (4): 49–61.
16. Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B. 2006. *The geography of transport systems*. New York, Routledge, 284 p.
17. Sriraman S. 2010. Long Term Perspectives on Inland Water Transport in India. *RITES Journal*, 12 (1): 18.1–18.14.
18. *Waterway Transport on Europe's Lifeline, The Danube: Impacts, Threats and Opportunities*. World Wide Fund for Nature, Vienna. 2002, 134 p

References

1. Baranova Ju.O. 2012. Intermodal and Multimodal Transportations: Problems of Terminology. *Izvestiâ Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo èkonomiçeskogo universiteta*, 6: 85–88 (in Russian).
2. Bezrukova N.L. 2014a. Metodologicheskiye osnovy razvitiya rechnogo kruiznogo rynka v Rossii [Methodological foundations for the development of the river cruise market in Russia]. Moscow, Publ. Mashbyuro, 163 p.
3. Bezrukova N.L. 2014b. The Centers of Development of River Cruises as a Basis for Interregional Tourism Extension. *RISK: Resources, Information, Supply, Competition*, 4: 200–203 (in Russian).
4. Vasiljenok V.L., Negreeva V.V., Shevchenko Y.V. 2015. Organization of Intermodal Transport: International and Russian Experience. *Scientific journal NRU ITMO. Series "Economics and Environmental Management"*, 4: 77–88 (in Russian).
5. Vasilyeva O.E., Dmitriyeva A.A., Makeev I.V. 2018. Features of Development of Inland Water Transport in Russia at the Present Stage. *Bulletin of Higher Education Institutes. North Caucasus Region. Natural Sciences*, 4 (200): 64–71 (in Russian).
6. Voit M.N. 2013. River Cruises Market in Russia: Problems and Solutions. *Service Plus*, 4: 39–47 (in Russian). DOI: 10.12737/1695.
7. Dokukina E.V., Mukhomorova I.V. 2016. Prospects of Cruise Tourism in Russia. *Voprosy regionalnoj ekonomiki*, 4 (29): 1–7 (In Russian).
8. Egorov G.V. 2012. Analiz opyta evropeyskikh rechnykh kruizov i ego vliyaniye na proyektirovaniye otechestvennykh passazhirskikh sudov novogo pokoleniya [Analysis of the experience of European river cruises and its impact on the design of new generation domestic passenger ships]. *Morskoy vestnik*, 3: 23–28.
9. Makeev I.V., Dmitriyeva A.A. 2017. Rechnoy passazhirskiy transport Sankt Peterburga: chto meshayet razvitiyu [River passenger transport in St. Petersburg: what hinders development]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitiye*, 1 (42): 115–121.
10. Makeev I.V. 2018. Rechnoy passazhirskiy transport Sankt Peterburga: poiski toчек rosta [River passenger transport in St. Petersburg: search for growth points]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitiye*, 1 (46): 152–157.
11. Ryzhova L.P. 1998. Adaptatsiya rechnogo transporta Rossii k rynochnym preobrazovaniyam [Adaptation of Russian river transport to market transformations]. Abstract. dis. ... doc. econom. sciences. Moscow, 50 p.
12. Serebrennikova A.V. 2000. Rechnoy turizm v Rossii i puti povysheniya ego effektivnosti [River tourism in Russia and ways to improve its efficiency]. Abstract. dis. ... doc. econom. sciences. Moscow, 28 c.
13. Hann M., Piotrowski I., Wos K. 2014. Adaptation of the Oder River for the purposes of inland water transport. *Logistyka*, 6: 13313–13321.
14. Marciniak Z. 2013. The lower Vistula in the aspect of the E40 and E70 international shipping routes. *Acta Energetica*, 2 (15): 153–168. DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2013212.
15. Nam K., Win E. 2014. Competitiveness between road and inland water transport: the case of Myanmar. *Transport Problems*, 9 (4): 49–61.



16. Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B. 2006. The geography of transport systems. New York, Routledge, 284 p.
17. Sriraman S. 2010. Long Term Perspectives on Inland Water Transport in India. RITES Journal, 12 (1): 18.1–18.14.
18. Waterway Transport on Europe's Lifeline, The Danube: Impacts, Threats and Opportunities. World Wide Fund for Nature, Vienna. 2002, 134 p.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Макеев Иван Владимирович, аспирант кафедры экономической географии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ivan V. Makeev, post-graduate student of the department of economic geography of the Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia.



УДК 379.85
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-341-353

Концептуализация сверхтуризма и влияние COVID-19

Сарафанова А.Г., Сарафанов А.А.

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова,
Россия, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1
E-mail: anastasyast@yandex.ru, alexsarafanov@mail.ru

Аннотация. Актуальность изучения данной проблемы обусловлена быстрым распространением коронавирусной инфекции и закрытием границ, что привело к остановке туристской активности, в том числе и сверхтуризма. Повышенный турпоток вредит ландшафту, разрушает пляжи, подвергает туристскую инфраструктуру огромной нагрузке. Цель исследования – определить степень влияния пандемии COVID-19 на сверхтуризм и в целом на туристскую отрасль. Пандемия обнажила скелет взаимодействия между туризмом, окружающей средой и обществом. Результаты исследования показали, что COVID-19 ускоряет переход к рациональным моделям потребления, производства и качественно улучшает туризм. Произошло сокращение массового туризма, появились новые изолированные направления, так как города чрезмерного туризма (Венеция, Барселона) пустовали большую часть 2020 г. Внутренний туризм в РФ, наоборот, может столкнуться с эпизодическим проявлением сверхтуризма, например, в городе-курорте Сочи.

Ключевые слова: избыточный туризм, антитуризм, массовый туризм, коронавирусная инфекция, пандемия.

Для цитирования: Сарафанова А.Г., Сарафанов А.А. 2021. Концептуализация сверхтуризма и влияние COVID-19. Региональные геосистемы, 45(3): 341–353. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-341-353

The conceptualization of overtourism and the impact of COVID-19

Anastasia G. Sarafanova, Alexander A. Sarafanov

Lomonosov Moscow State University
1 Leninskiye Gory, GSP-1, Moscow, 119991, Russia
E-mail: anastasyast@yandex.ru, alexsarafanov@mail.ru

Abstract. The urgency of studying this problem is due to the rapid spread of coronavirus infection and the closure of borders, which led to a halt in tourist activity, including overtourism. The increased tourist flow harms the landscape, destroys beaches, and puts a huge load on the tourist infrastructure. The purpose of the study is to determine the degree of impact of the COVID-19 pandemic on overtourism and the tourism industry in general. The pandemic has exposed the skeleton of the interaction between tourism, the environment and society. The results of the study showed that COVID-19 accelerates the transition to sustainable patterns of consumption, production and qualitatively improves tourism. There has been a decline in mass tourism and the emergence of new isolated destinations, as the poster cities of over-tourism (Venice, Barcelona) were empty for most of 2020, as COVID-19 stopped the flow of almost 30 million tourists. Domestic tourism in the Russian Federation, on the contrary, may encounter an episodic manifestation of overtourism, for example, in the resort city of Sochi.

Keywords: excess tourism, anti-tourism, mass tourism, coronavirus infection, pandemic.

For citation: Sarafanova A.G., Sarafanov A.A. 2021. The conceptualization of overtourism and the impact of COVID-19. Regional geosystems, 45 (3): 341–353 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-341-353



Введение

Современное развитие туризма стало массово приводить к отрицательным воздействиям на окружающую среду. В настоящее время не исследовано влияние COVID-19 на сверхтуризм. Поэтому статья посвящена изучению проблемы сверхтуризма, актуальной для растущего числа туристских направлений, в контексте распространения коронавирусной инфекции. Раскрывается содержание понятий: сверхтуризм, антитуризм, недостаточный туризм. Авторы проанализировали нынешнее состояние некоторых дестинаций (Венеция, Барселона, Прага), подверженных явлениям избыточного туризма. В исследовании сделана попытка спрогнозировать развитие мирового туризма в отдельных странах в постковидный период.

Социально-политическая озабоченность по поводу роста туризма и его негативных природных и социально-экологических последствий побудила ученых обсуждать воздействия туризма. В 1987 г. доклад Брундтланда «Наше общее будущее» подтолкнул к общественно-политическим дискуссиям по экологической устойчивости. Ученые вскоре отреагировали разработкой и распространением термина «устойчивый туризм» и его концептуальной основы [Nash, Butler, 1990]. В 2017 г. в СМИ начали появляться многочисленные сообщения о росте туризма, избыточном туризме и туристской фобии.

Еще в 1974 г. британский профессор туризма R.W. Butler [1974] утверждал, что в первую очередь внимание стоит обращать на нежелательные социальные последствия развития туризма. Почти 10 лет спустя швейцарский эколог Krippendorf [1984] представляет новое понимание альтернатив массового туризма, который стал экологически, социально, политически и этически недопустимым. Наконец, Inskoop [1991] применяет концепцию устойчивого развития к политике и планированию туризма. «Трехкомпонентная» концепция, в которой устойчивый туризм основан на экономических, социокультурных и природных основах, является частью определения устойчивого туризма [UNWTO, 2019]. Устойчивый туризм в настоящее время является основной парадигмой туризма, в первую очередь основанной на балансе между экономической, экологической и социально-культурной устойчивостью.

В онлайн-словаре английского языка Коллинза¹ дано следующее определение сверхтуризма: феномен, когда популярное направление или достопримечательность становится чрезмерно переполненным туристами. Ветитнев А.М., Чигарев Д.В. [2019] следующим образом трактуют понятие сверхтуризма – это комплексная проблема, вызванная огромной популярностью у туристов определенных территорий. Повышенный спрос на отдых в городах отражает общую тенденцию к более краткосрочному и гибкому планированию отпуска и более частым коротким отпускам. Таким образом, туристские направления «имеют ограничения для роста, как с точки зрения физических, так и психологических характеристик» [Аигина, 2019].

Недостаточный туризм (Undertourism) – противоположность избыточного туризма, уже вошел в академическую дискуссию как термин [Peltier, 2019]. В этом смысле словарем Кембриджа данный вид туризма трактуется как «ситуация, когда город или другое место отдыха не принимает много туристов или достаточно туристов», а также как «все более распространенная маркетинговая тактика, используемая менее посещаемыми направлениями» [Cambridge Dictionary, 2019].

Еще один термин об избыточном туризме – это «антитуризм». Hughes N. [2018] связывает антитуризм с негативным воздействием массового туризма и мобилизацией дестинаций, используя девиз «Туристы едут домой». Удовлетворенность жителей ростом туризма с точки зрения посещаемости превращается в неудовлетворенность и раз-

¹ Collins Dictionary. URL: <https://www.collinsdictionary.com/submission/19794/Overtourism> (accessed: 23 August 2021).

дражение. В таких обстоятельствах сверхтуризм встречается с мобилизованными или организованными движениями раздраженных жителей дестинации, действующих против развития туризма.

Объекты и методы исследования

Объект исследования: туристская индустрия в условиях пандемии. Предметом исследования являются туристические зоны, например, Венеция, Барселона, Прага как флагманы чрезмерного туризма; город-курорт Сочи с точки зрения вероятности точечного проявления сверхтуризма ввиду закрытия границ и частичной переориентации туристского спроса на внутренние поездки. Изучены статистические данные туристской отрасли этих городов до и во время распространения пандемии COVID-19. Кроме того, проанализированы способы борьбы с чрезмерным туризмом в Амстердаме, Греции и Германии.

При проведении исследования использовались методы анализа, синтеза, поисковый и статистический.

Результаты и обсуждение

До того, как концепция устойчивого туризма вышла в центр внимания, в основном обсуждались социологические проблемы массового туризма [Cohen, 1984]. В целом массовый туризм рассматривается как результат роста и концентрации туристского спроса и предложения. Избыточный туризм приводит к разрушению среды дестинации. Растущий туристский бизнес не в состоянии в достаточной мере смягчать негативное воздействие туризма на окружающую среду и управлять им. Нет общих рекомендаций для определения туристского потенциала дестинации, поскольку каждая туристская среда имеет свои ограничения [Wall, 2020]. Лимиты зависят от конкретных факторов места, таких как вид туризма, стадия развития, экологические и социальные характеристики, поведение посетителей с точки зрения туристских потоков. Пропускная способность рассматривается как основной показатель в планировании туризма для определения верхних пределов посещаемости и оптимальное использование туристских ресурсов. Верхний предел – это максимальный уровень переполненности, который устраивает посетителей, а также максимальный уровень туризма и его (негативные) воздействия, которые местные жители принимают. Развитие туризма зависит от того, как жители дестинации взвешивают потенциальные выгоды и риски присутствия туристов. Расчет допустимой нагрузки основан на учете местных факторов с возможностью развития туризма или использования туристско-рекреационных ресурсов [Аигина, 2018].

Концепция индекса раздражения от места назначения Doxey [1975] предполагает, что по мере роста посещаемости данного места назначения жители проходят через последовательность эмоций и реакций по отношению к посещению и посетителям, начиная с эйфории. Вначале приветствуют посетителей. По мере того как их количество растет и скопление увеличивается вместе с ростом цен и другими негативными воздействиями, социальное взаимодействие и принятие становятся отрицательными [Jafari, 2000]. Точно так же Clawson M. и Knetch J. [1966] объясняют негативное влияние увеличения посещаемости на удовлетворенность посетителей, основываясь на экономическом законе уменьшения количества посещений. В то же время привлекательность района начинает снижаться из-за чрезмерного потока туристов и негативного воздействия туризма.

На рис. 1 представлена концептуальная модель сверхтуризма, которая синтезирует многомерные знания, относящиеся к устойчивому туризму.

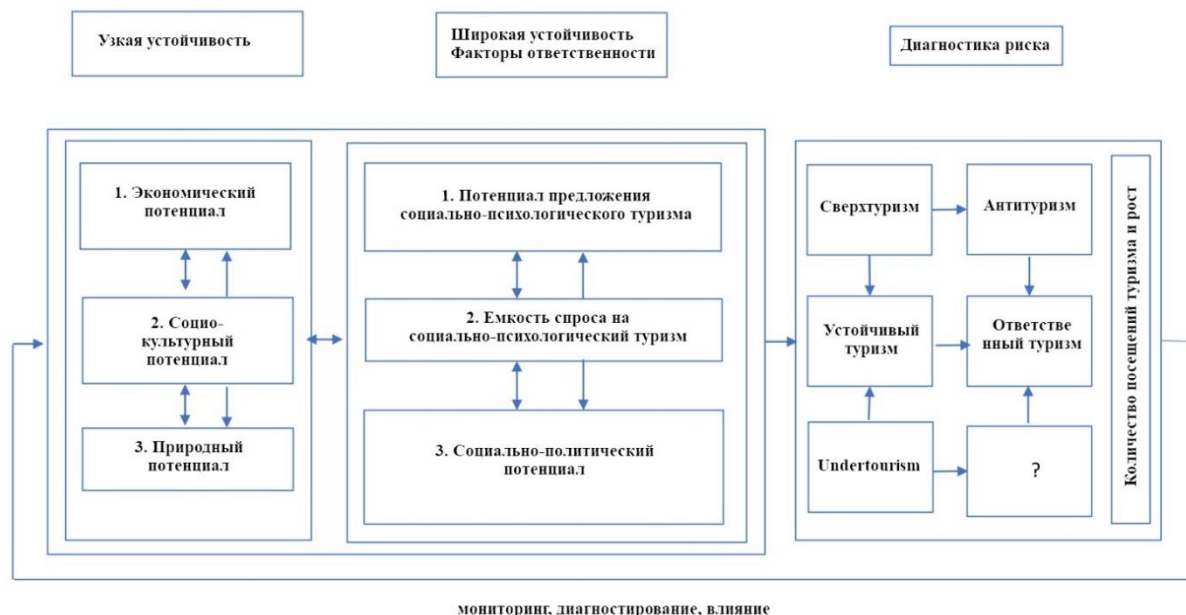


Рис. 1. Концептуализация сверхтуризма (составлено авторами по [Mihalic, 2020])
 Fig. 1. Conceptualization of overtourism (compiled by the author based on data [Mihalic, 2020])

Только 2500 туристов в день могут посетить Мачу-Пикчу, Перу, из них не более 400 чел. могут подняться на гору Уайна-Пикчу, являющуюся частью археологического комплекса. Амстердам пытается ввести 30-дневный лимит краткосрочной аренды на Airbnb. Венеция ввела плату для однодневных посетителей, кроме того большинство музеев, соборов, храмов сократили одновременное количество туристов на вход. Дубровник, Хорватия, с 2019 г. ограничил количество пассажиров круизных лайнеров до 5000 туристов. Исландия стремится диверсифицировать свои туристские предложения, перенаправив потоки за пределы многолюдной столицы Рейкьявика. Брюгге, Бельгия, ограничивает количество посещаемых круизных линий в близлежащем Зебрюгге с пяти до двух. Плата за вход в Тадж-Махал в Индии с декабря 2018 г. была резко увеличена, а время посещения сократилось до трех часов. Эдинбург, Квинстаун, Новая Зеландия, и Барселона, Испания ввели новый туристский налог, а в Риме, Италия, в 2019 г. Городской совет обновил список запретов для туристов [Lagerweij, 2021]. Таким образом, чтобы смягчить проблему избыточного туризма, необходимо создать новые туристские продукты, которые сконцентрируют путешественников по недостаточно используемым дестинациям и в межсезонье. В России развитие свертуризма носит эпизодический характер. В мягкой форме свертуризм проявился в Санкт-Петербурге, Суздале и Сочи [Симонян, Сарян, 2020].

В первые два десятилетия XXI века мир стал свидетелем эпидемий тяжелых острых респираторных синдромов (атипичная пневмония (SARS) 2002 г., ближневосточный респираторный синдром (MERS) 2012 г.), вируса Зика (2007, 2014, 2015 гг.), вируса Эбола (2003, 2012, 2014–2015, 2018–2019 гг.), COVID-19, помимо традиционного гриппа и других вирусов.

В 2019–2020 гг. в связи с глобальным кризисом, вызванным COVID-19, международные границы по всему миру закрылись, самолеты и другие виды транспорта были остановлены, туристы были вынуждены возвращаться домой.

В первые шесть месяцев 2020 г. практически все мировые путешествия и туризм полностью прекратились из-за распространения коронавирусной инфекции. Тогда как в 2017–2018 гг. мировые СМИ раскритиковали индустрию туризма за проблемы, связанные со сверхтуризмом. К началу лета 2020 г. дискурс изменился, чтобы подчеркнуть тяжелое положение дестинаций и сообществ, чья экономическая зависимость от туризма вновь ак-

центрирует внимание на необходимости возобновления туризма как критически важной отрасли для восстановления экономики. Пандемия превратила состояние туризма во многих городах из «чрезмерного туризма» в «отсутствие туризма». По состоянию на апрель 2020 г. девять из десяти человек на планете или 7,1 млрд чел. были в странах с введенными ограничения на поездки, 39 % мирового населения находилось в странах, которые полностью закрыли свои границы.

До пандемии коронавируса улицы были заполненные туристами, музеи и храмы – переполнены, а массивные круизные лайнеры постоянно курсировали по Венеции и Дубровнику. В 2017 и 2018 гг. Барселона и Венеция стали городами-плакатами чрезмерного туризма, когда жители вышли на улицы, протестуя против круизных лайнеров, краткосрочной аренды и однодневных туристов.

Официальные данные отелей свидетельствуют, что до COVID-19 отели в Венеции и ее окрестностях ежегодно принимали 10,2 млн гостей, но эта цифра не учитывает однодневных туристов. По одной из оценок, фактическое количество туристов составляет около 20 млн в год – в основном они сосредоточены на площади в две квадратные мили с населением 50 тыс. чел. Доход от этих туристов составлял 3,3 млрд долларов в год [Venice Tourism ..., 2020].

Во время карантина в Италии спутниковые данные показали снижение выбросов диоксида азота в северном регионе страны; а водные пути в Венеции стали чище из-за резкого сокращения числа туристов. Приведенные ниже города особенно пострадали от пандемического кризиса (табл. 1) из-за зависимости от международных туристских потоков и резких внезапных изменений предпочтений посетителей вследствие рисков заражения. В Венеции в 2020 г. наблюдается самый высокий спад въездного туризма, на 71,5 % по сравнению с 2019 г. Далее идет Флоренция, число туристов упало почти на 69 %. В целом количество туристов, прибывающих в Италию, сократилось примерно на 60 % в 2020 г.

Таблица 1
Table 1

Въездной турпоток в 2020 г. по сравнению с уровнем 2019 г., в %
Inbound tourist flow in 2020 compared to the level of 2019, in %

Город	Разница въездного турпотока, 2019 г. и 2020 г.
Венеция	-71,5 %
Флоренция	-68,7 %
Рим	-63,5 %
Милан	-61,1 %
Вся Италия	-59,7 %

Источник: составлено авторами по данным [Statista, 2021].

Число международных туристов, посещающих Венецию, постепенно увеличивалось, достигнув 4,7 млн чел. в 2019 г. В 2020 г. из-за пандемии COVID-19 показатель въездного турпотока упал в 5 раз, до 921,5 тыс. чел. (рис. 2). В 2019 г. США были ведущим международным туристским рынком в Венеции, но этот сценарий резко изменился в 2020 г. из-за кризиса в области здравоохранения. В период с 2019 г. по 2020 г. количество туристов, прибывших из США, упало с 844 тыс. до 43 тыс. В целом в Венеции было зарегистрировано 3,5 млн ночевок в 2020 г., тогда как в 2019 г. их было почти 13 млн. В 2019 г. количество пассажиров, путешествующих через аэропорт Тессера (Марко Поло), превысило 11,5 млн чел. В результате пандемии COVID-19 этот показатель значительно снизился в 2020 г., составив не более 2,76 млн пассажиров. Количество круизных пассажиров, совершающих транзит, посадку и высадку в итальянском порту Венеции, также

резко сократилось в 2020 г. (всего 5 653 круизных пассажира), тогда как в 2019 г. количество пассажиров превысило 1,6 млн [Statista, 2021].

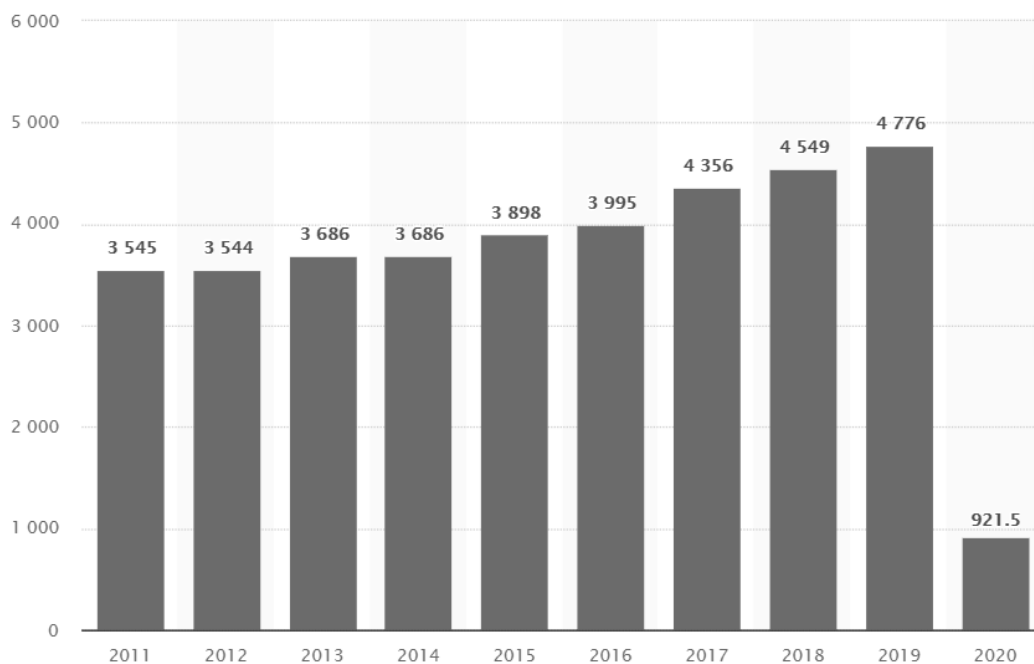


Рис. 2. Количество иностранных туристов, прибывших в Венецию с 2011 г. по 2020 г., тыс. чел. [Statista, 2021]

Fig. 2. The number of foreign tourists arriving in Venice from 2011 to 2020, thousand people [Statista, 2021]

С 2012 г. по 2019 г. количество внутренних туристов, прибывших в Венецию, в целом увеличилось и составило 747 тыс. чел. В 2020 г. из-за COVID-19 количество путешественников внутри страны составило лишь 416 тыс. По состоянию на 2020 г., наибольшее количество внутренних посетителей прибыло из соседнего региона Ломбардия, но турпоток сократился с 152 тыс. (2019 г.) до 103 тыс. (2020 г.). В 2020 г. итальянские туристы в Венеции провели 1,14 млн ночевок, против 1,9 млн в 2019 г. Доходы государственных музеев, памятников культуры и археологических зон в Венеции в 2020 г. упали до 973 тыс. евро, что в 3,3 раза меньше, чем в 2019 г. (3,24 млн евро). При этом количество посетителей культурно-исторических памятников за весь 2020 г. составило 244 тыс. чел. [Statista, 2021].

До того, как распространился COVID-19, власти испробовали различные меры борьбы со сверхтуризмом в Венеции – от введения отдельных очередей для жителей на основных остановках вапоретто (речного трамвая) до установки турникетов, отделяющих местных жителей от туристов. Запланированный «входной налог», который должен был дебютировать в 2020 г., был перенесен на январь 2022 г. из-за пандемии. Но, помимо контроля пешеходов, власти хотели отслеживать сам туризм – была создана диспетчерская для отслеживания туристов и пешеходов по городу. Предыдущие меры по борьбе с чрезмерным туризмом в Венеции включали запрет на открытие новых отелей в центре города в 2017 г. и запрет на открытие точек быстрого питания в 2018 г. [Venice control ..., 2021].

Число туристов, расположившихся в отелях Барселоны, в 2020 г. составило 2,1 млн, что на 7,37 млн чел. меньше, чем в 2019 г. В 2018 г. город занял 17-е место в списке самых посещаемых международными туристами городов мира и 8-е место среди европейских городов. Заполняемость спальных мест в городе Барселона в 2020 г. была выше для гестхаусов, чем для отелей (39 %). При этом среднее количество ночей, проведенных в средствах разме-

щения в Барселоне, в 2019 г. достигло 3,4 ночи, против 2,1 ночи в период распространения пандемии в 2020 г. В 2020 г. количество круизных лайнеров, заходящих в порт Барселоны, упало более чем на 90 % по сравнению с предыдущим годом. Количество авиапассажиров сократилось на 40 млн по сравнению с 2019 г. [Statista, 2021].

В 2015 г. из 32 млн чел., посетивших Барселону, 23 млн остались только на один день, не останавливаясь в отелях, и принесли очень мало денег в местную экономику города. К концу 2019 г. власти Барселоны приняли ряд мер по ограничению туризма. Город прекратил выдавать новые лицензии для отелей и принял жесткие меры в отношении платформ аренды на время отпуска, таких как Airbnb. Правительство, которое всего за несколько недель до COVID-19 активно работало над сокращением количества туристов, теперь старается их вернуть. Туризм составляет около 12 % ВВП Барселоны, а пандемия привела к тому, что массовый туризм с 30 млн туристами не вернется.

Туризм Праги так же значительно пострадал от распространения коронавирусной инфекции. В табл. 2 представлены данные по количеству туристов и ночевок в городе за 8 лет. Общее количество туристов, посещающих Прагу, постепенно увеличивалось, в среднем на 330 тыс. чел. в год. В 2020 г. город посетило 2 182 чел., турпоток сократился на 73 %. Столь малое число путешественников повлекло спад и в количестве ночевок, минус 74 % по отношению к 2019 г. За первый квартал 2021 г. Прагу посетило всего 82 чел., совершивших 194 ночевки в средствах размещения. На среднее количество ночевок (2,4 ночи) пандемия не оказала влияния.

Таблица 2
Table 2

Статистика количества туристов и ночевок в Праге с 2013 по 2020 гг.
Statistics of the number of tourists and overnight stays in Prague from 2013 to 2020

Год	Число туристов	Количество ночевок	Среднее количество ночевок	Увеличение количества туристов по отношению к предыдущему году	Увеличение количества туристов к предыдущему году, %	Увеличение количества ночевок по отношению к предыдущему году	Увеличение количества ночевок к предыдущему году, %
2020	2 182	4 903	2,2	-5 861 881	-72,9	-13 576 358	-73,5
2019	8 044 324	18 479 653	2,3	152 140	1,9	230 569	1,3
2018	7 895 002	18 256 481	2,3	242 241	3,2	200 643	1,1
2017	7 652 761	18 055 838	2,4	525 203	7,4	1 259 454	7,5
2016	7 127 558	16 796 384	2,4	521 782	7,9	879 119	5,5
2015	6 605 776	15 917 265	2,4	509 761	8,4	1 166 978	7,9
2014	6 096 015	14 750 287	2,4	196 385	3,3	96 005	0,7
2013	5 899 630	14 654 282	2,5	173 176	3,0	211 139	1,5

Источник: составлено авторами по [Prague City Tourism, 2021].

При этом количество средств размещения в Праге в 2020 г. увеличилось почти на 100 единиц, несмотря на закрытие границ и остановку туристского потока. Прага стремится использовать 3D-технологии и дополненную реальность в качестве инструмента для уменьшения сверхтуризма и продвижения мест, менее посещаемых туристами. Городские власти Праги активно продвигают менее известные пешеходные маршруты, чтобы перенаправить посетителей с так называемого Королевского пути и сосредоточить внимание на других интересных местах города.

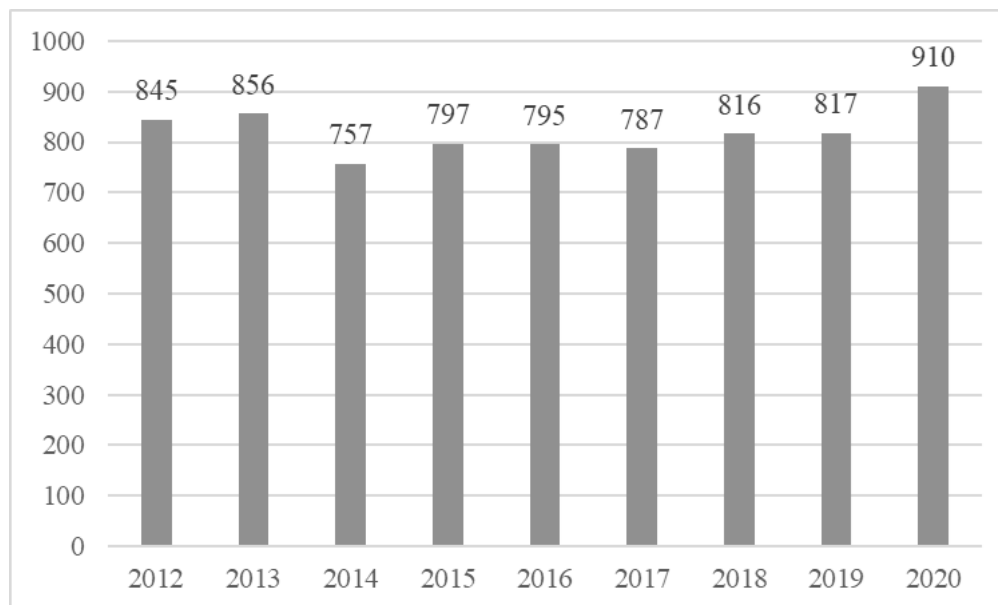


Рис. 3. Количество средств размещения в Праге с 2012 г. по 2020 г., ед. [Prague City Tourism, 2021]

Fig. 3. Number of accommodation facilities in Prague from 2012 to 2020, units [Prague City Tourism, 2021]

По мере того как путешественники переориентируют свои приоритеты на здоровье и безопасность, правительства и владельцы бизнеса признают, что протоколы безопасности и гигиены необходимы для любых усилий по возрождению туризма. Отели ограничивают вместимость и требуют от рабочих носить маски, дезинфицировать поверхности и проводить постоянную уборку в помещениях между гостями. На пляжных курортах устанавливают перегородки между шезлонгами, а для сбора использованных полотенец вокруг бассейнов предусмотрены щипцы. Аэропорты вводят новые строгие протоколы проверки пассажиров не только на наличие опасных материалов, но и на наличие прививки от COVID-19.

Компьютерные технологии способствуют улучшению охраны здоровья и обеспечения безопасности. Поскольку в июне Германия готовилась к ослаблению ограничений на поездки, министерство здравоохранения выпустило приложение для отслеживания контактов с поддержкой Bluetooth, которое предупреждает пользователей, если они пересекались с тем, у кого был положительный результат теста на коронавирус. В Греции используют дрон для патрулирования пляжей и передачи предупреждений тем, кто загорает, нарушая требования социального дистанцирования. Многие компании внедряют бесконтактные сервисы для постоянных посетителей, чтобы они могли с помощью электронных устройств регистрироваться в отелях и выезжать из них, заказывать еду или бронировать мероприятия. Гостиничный сектор уже тестировал прототипы сервисных роботов, но в условиях пандемии это скорее не новинка, а жизнеспособное решение для снижения распространения инфекции.

В Амстердаме местные жители распространяют петицию об ограничении количества туристов в городе до 12 млн – что намного меньше, чем 19 млн посетителей, которые город обычно принимает каждый год – на следующие пять лет, а также запрещают строительство новых отелей и ограничивают аренду на время отпуска. На испанском острове Майорка пандемия предоставила возможность заменить туризм «все в одном» и круизы на более дорогостоящие виды отдыха. Камбоджа ввела ограничения на количество туристов, взимая депозит в размере 3000 дол., когда путешественники прибывают в аэропорт, что, вероятно, призвано

помешать путешествовать людям с ограниченным бюджетом [Will COVID-19 ..., 2020]. Правительство Мальдив придерживается политики «один остров, один курорт», по которой весь курорт будет забронирован для людей одной национальности.

Усилия по сдерживанию коронавирусной инфекции привели к тому, что путешественников стали отслеживать с помощью специальных приложений, дронов и технологичный распознавания лиц.

Правительства уже приняли некоторые меры по смягчению воздействия COVID-19 на туристский сектор, включая ослабление ограничений на поездки, поддержку с ликвидностью, защита работников, внедряя протоколы здравоохранения, продвигая туризм как инвестирование и поощряя инновации. Однако появление новых вариантов вируса COVID-19 побудило правительства отказаться от усилий по ослаблению ограничений на поездки, при этом полное закрытие границ наиболее распространено в Азиатско-Тихоокеанском и Европейском регионах. По состоянию на начало февраля 2021 г., 32 % всех направлений в мире полностью закрыты для международного туризма. Из них чуть более половины были закрыты как минимум на 40 недель. В то же время 34 % направлений в мире в настоящее время частично закрыты для иностранных туристов [Tightened travel ..., 2021].

Например, Япония потратит 3,6 млрд йен на повышение качества информации для путешественников и продвижение туристских направлений, в то время как Норвегия снизила ставку НДС для путешественников с 12 % до 8 %. Франция реализовала одну из самых щедрых схем увольнений на сумму 26 млрд евро с выплатой 70 % заработной платы сотрудникам. Южная Корея ввела систему классификации отелей, узаконив платформы совместного проживания эконом-класса и упростила правила для индустрии кемпинга. С точки зрения ликвидности, Германия предложила неограниченные ссуды без процентов для бизнеса. Великобритания снизила свой НДС с 20 % до 5 % на гостиничный бизнес и создала схему грантов в размере 25 000 фунтов стерлингов для предприятий розничной торговли, гостиничного бизнеса, единоличных арендаторов недвижимости. Исландия предложила внутренние туристские ваучеры [To Recovery ..., 2020].

На российском туристском рынке в связи с COVID-19 также произошло перераспределение выездного туристского потока. По данным Ассоциации туроператоров России, лишь 30 % ранее выезжавших туристов выберут зарубежные направления, остальные остановились на внутренних маршрутах по России [Леонидова, 2020]. Кроме того, для стимулирования внутреннего туризма Правительство России запустило программу по возвращению части расходов за покупку тура по РФ (туристский кэшбэк). Самыми популярными направлениями в рамках программы кэшбэка стали Краснодарский край, Крым и Ставрополье. В Сочи в 2020 г. отдохнуло 5,6 млн путешественников. В горнолыжный сезон 2020–2021 гг. курорт посетили около 1,3 тыс. чел., что на 11 % больше, чем годом ранее. Три горнолыжных курорта Красной поляны продали в общей сложности более 1 млн ски-пассов, что на 20 % больше, чем в сезоне 2019/2020 гг. [Сочи, 2021]. Летом 2021 г. курорты Краснодарского края столкнулись с дефицитом свободного номерного фонда. Причин этому две: первая – закрытие границ и возросший спрос на внутренние направления, вторая – вывод за последние несколько лет крупных объектов размещения. Средняя загрузка сочинских средств размещения составит 70–72 %, в отдельных случаях – 90 %. С мая по сентябрь 2021 г. Сочи готовится принять более 4 млн туристов.

Заключение

Мировой туризм будет продолжать расти, даже если пандемия коронавируса причинила большой ущерб отрасли. Какую бы новую форму туризм ни принял после пандемии, он должен отдавать приоритет качеству предоставляемых услуг, а не количеству проданных туров. Поскольку стоимость путешествий во время пандемии неизбежно воз-



растает, туристы предпочитают совершать меньше поездок, но будут делать их более длительными, а не стараться попасть в большое количество мест за время выходных.

Для путешественников, которые отправляются в более многолюдные места, личное общение с персоналом, местными жителями или попутчиками будет сведено к минимуму за счет цифровых интерфейсов, перегоронок и социального дистанцирования.

Если текущие тенденции сохранятся, и путешественники предпочтут оставаться ближе к дому и посещать меньшее количество мест, но на более длительный срок, туризм может нанести меньший ущерб окружающей среде, в том числе снизится негативное влияние сверхтуризма.

Произошло сокращение массового туризма и появление новых направлений в изолированных местах по мере того, как потребители отклонялись от массовых дестинаций. Краткосрочная аренда, которая раньше была в среднем на 3,5–5 дней, теперь составляет 8,5–9 дней, так как путешественники хотят максимально увеличить количество ночей для каждого объекта назначения.

COVID-19 вынудил людей дистанцироваться, но его долгосрочный эффект может заключаться в активизации сознания, которое позволяет человечеству решать общие проблемы, такие как глобальное потепление, социально-экономическое неравенство, геноцид, расизм и, конечно, другие вирусы.

Венеция, которая когда-то считалась образцом сверхтуризма, пустовала большую часть 2020 г., поскольку пандемия коронавируса остановила поток почти 30 млн туристов, которые обычно ежегодно посещают древний итальянский город. Число международных туристов сократилось в 5 раз, до 921,5 тыс. чел. Количество круизных пассажиров также резко уменьшилось в 2020 г., всего 5 653 круизных лайнеров. Количество внутренних путешественников составило лишь 416 тыс. чел., что в 1,7 раза меньше, чем годом ранее. Распространение COVID-19 способствовало тому, что массовый туризм с 30 млн туристами не вернется и в Барселоне. В 2020 г. город зафиксировал падение количества круизных лайнеров до 90 % от показателя 2019 г., общее количество туристов, остановившихся в отелях города, снизилось в 3,5 раза. Турпоток в Праге сократился на 73 %. А курорты Краснодарского края, наоборот, столкнулись с дефицитом свободного номерного фонда и точечным проявлением сверхтуризма. Туристские потоки могут вырасти еще больше после COVID-19, чем раньше. Ожидается рост зеленого туризма, где необычные места, дикая природа и отдых в сельской местности будут намного предпочтительнее больших отелей.

COVID-19 предоставил туристскому рынку возможность диверсифицировать туристские потоки с направлений, страдающих от проявлений сверхтуризма, на малоизвестные дестинации. Результаты исследования могут быть использованы местными органами власти РФ в рамках программы «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2019–2025 годы)» в целях популяризации российского внутреннего туризма как одной из задач импортозамещения и перспективного решения снижения нагрузки с направлений, страдающих сверхтуризмом.

Список источников

1. Сочи. Официальный портал города-курорта Сочи. Электронный ресурс. URL: <https://sochi.ru/gorod/sochi-v-tsifrah/sanitarno-kurortnyy-kompleks-i-turizm/> (Дата обращения: 24 мая 2021).
2. Ali R. 2016. Exploring the coming perils of overtourism. Electronic resource. URL: <https://skift.com/2016/08/23/exploring-the-coming-perils-of-overtourism/> (accessed: 24 February 2021).
3. Cambridge Dictionary, Undertourism. 2019. Electronic resource. URL: <https://dictionaryblog.cambridge.org/2019/10/28/new-words-28-october-2019/> (accessed: 02 March 2021).

4. Dickinson G. 2018. Overtourism. New word suggestion. Collins Dictionary. Electronic resource. URL: <https://www.collinsdictionary.com/submission/19794/Overtourism> (accessed: 18 March 2021).
5. Lagerweij H. 2021. Overtourism after the COVID-19 pandemic. Electronic resource. URL: <https://www.guidepoint.com/overtourism-after-the-covid-19-pandemic/> (accessed: 16 May 2021).
6. Peltier D. 2019. Travel megatrends 2019: Undertourism is the new overtourism. Electronic resource. URL: <https://skift.com/2019/02/05/travel-megatrends-2019-undertourism-is-the-new-overtourism/> (accessed: 28 February 2021).
7. Prague City Tourism. Electronic resource. URL: <https://www.praguecitytourism.cz/en/our-services/statistics> (accessed: 15 May 2021).
8. Statista. Electronic resource. URL: <https://www.statista.com/> (accessed: 23 May 2021).
9. Tightened travel restrictions underline current challenges for tourism. UNWTO, 2021. Electronic resource. URL: <https://www.unwto.org/news/tightened-travel-restrictions-underline-current-challenges-for-tourism> (accessed: 14 May 2021).
10. To Recovery & Beyond. The future of travel & tourism in the wake of COVID-19. World Travel & Tourism Council. 2020. Electronic resource. URL: https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2020/To_Recovery_and_Beyond-The_Future_of_Travel_and_Tourism_in_the_Wake_of_COVID-19.pdf (accessed: 16 March 2021).
11. UNWTO International Tourism Highlights. 2019. Electronic resource. URL: <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284421152> (accessed: 24 February 2021).
12. Venice control room will monitor tourists to combat overtourism. Globetrender. 2021. Electronic resource. URL: <https://globetrender.com/2021/03/15/venice-control-room-will-monitor-tourists-to-combat-overtourism/> (accessed: 22 May 2021).
13. Venice Tourism May Never Be the Same. It Could Be Better. The New York Times. 2020. Electronic resource. URL: <https://www.nytimes.com/2020/07/02/travel/venice-coronavirus-tourism.html> (accessed: 12 March 2021).
14. Will COVID-19 Bring an End to Overtourism WPR World Politics Review. 2020. Electronic resource. URL: <https://www.worldpoliticsreview.com/articles/28947/will-covid-19-bring-an-end-to-overtourism> (accessed: 14 March 2021).

Список литературы

1. Аигина Е.В. 2018. Сверхтуризм и туризмophobia: новые явления или старые проблемы? Современные проблемы сервиса и туризма, 12 (4): 41–55. DOI: 10.24411/1995-0411-2018-10404
2. Аигина Е.В. 2019. Управление туристскими дестинациями в контексте сверхтуризма. Современные проблемы сервиса и туризма, 13 (4): 7–16. DOI: 10.24411/1995-0411-2019-10401.
3. Ветитнев А.М., Чигарев Д.В. 2019. Отношение жителей к туристам как показатель проблем овертуризма и туризмophobia для туристских дестинаций (на примере города-курорта Сочи). Современные проблемы сервиса и туризма, 13 (4): 112–121. DOI: 10.24411/1995-0411-2019-10411.
4. Леонидова Е.Г. 2020. Проблемы туризма как фактора развития региона в контексте влияния пандемии COVID-19. Актуальные проблемы экономики и права, 14 (3): 624–637. DOI: 10.21202/1993-047X.14.2020.3.624-637.
5. Симонян Г.А., Сарян А.А. 2020. О новых подходах к расширенному пониманию сущности овертуризма. Вестник Академии Знаний, 37 (2): 293–299. DOI: 10.24411/2304-6139-2020-10180.
6. Butler R.W. 1974. The social implications of tourist developments. Annals of Tourism Research, 2 (2): 100–111. DOI: 10.1016/0160-7383(74)90025-5.
7. Clawson M., Knetch J.L. 1966. Economics of outdoor recreation. New York, Resource for the Future, 348 p.
8. Cohen E. 1984. The sociology of tourism approaches, issues and findings. Annual Review of Sociology, 10: 373–392. DOI: 10.1146/annurev.so.10.080184.002105.
9. Doxey G.V. 1975. A causation theory of visitor-resident irritants: Methodology and research inferences. In: In Travel and tourism research associations sixth annual conference proceedings. San Diego, USA: 195–198.



10. Hughes N. 2018. “Tourists go home”: Anti-tourism industry protest in Barcelona. *Social Movement Studies*, 17 (4): 471–477. DOI: 10.1080/14742837.2018.1468244.
11. Inskip E. 1991. *Tourism planning: An integrated and sustainable development approach*. Canada, John Wiley and Sons, 508 p.
12. Jafari J. 2000. *Encyclopedia of tourism*. London and New York, Routledge, 700 p.
13. Koens K., Postma A., Papp B. 2018. Is overtourism overused? Understanding the impact of tourism in a city context. *Sustainability*, 10 (12): 4384. DOI: 10.3390/su10124384.
14. Krippendorf J. 1984. *Die Ferienmenschen: für ein neues Verständnis von Freizeit und Reisen*. German, Orell Füssli, 241 p.
15. Mihalic T. 2020. Conceptualising overtourism: A sustainability approach. *Annals of Tourism Research*, 84: 103025. DOI: 10.1016/j.annals.2020.103025.
16. Mihalic T., Kaspar C. 1996. *Umweltökonomie im Tourismus (Environmental Economics in Tourism)*. Bern, Paul Haupt, 173 p.
17. Nash D., Butler R. 1990. Towards sustainable tourism. *Tourism Management*, 11 (3): 263–264. DOI: 10.1016/0261-5177(90)90051-A.
18. Wall G. 2020. From carrying capacity to overtourism: A perspective article. *Tourism Review*, 75 (1): 212–215. DOI: 10.1108/TR-08-2019-0356.

References

1. Aigina E.V. 2018. Overtourism and Tourismophobia: New Phenomena or Old Problems? *Service and Tourism: Current Challenges*, 12 (4): 41–55. DOI: 10.24411/1995-0411-2018-10404 (in Russian).
2. Aigina E.V. 2019. Destination Management in Overtourism. *Service and Tourism: Current Challenges*, 13 (4): 7–16. DOI: 10.24411/1995-0411-2019-10401 (in Russian).
3. Vetitnev A.M., Chigarev D.V. 2019. The Attitude of Host Destination Residents Towards Tourists as the Indicator of Problems of Overtourism and Tourismophobia (the Case of the City Resort of Sochi). *Service and Tourism: Current Challenges*, 13 (4): 112–121. DOI: 10.24411/1995-0411-2019-10411 (in Russian).
4. Leonidova E.G. 2020. Problems of Tourism as a Factor of Regional Development in the Context of Covid-19 Pandemic. *Actual Problems of Economics and Law*, 14 (3): 624–637. DOI: 10.21202/1993-047X.14.2020.3.624-637 (in Russian).
5. Simonyan G.A., Saryan A.A. 2020. On New Approaches to an Expanded Understanding of the Essence of Overtourism. *Bulletin of the Academy of Knowledge*, 37 (2): 293–299. DOI: 10.24411/2304-6139-2020-10180 (in Russian).
6. Butler R.W. 1974. The social implications of tourist developments. *Annals of Tourism Research*, 2 (2): 100–111. DOI: 10.1016/0160-7383(74)90025-5.
7. Clawson M., Knetch J.L. 1966. *Economics of outdoor recreation*. New York, Resource for the Future, 348 p.
8. Cohen E. 1984. The sociology of tourism approaches, issues and findings. *Annual Review of Sociology*, 10: 373–392. DOI: 10.1146/annurev.so.10.080184.002105.
9. Doxey G.V. 1975. A causation theory of visitor–resident irritants: Methodology and research inferences. In: *In Travel and tourism research associations sixth annual conference proceedings*. San Diego, USA: 195–198.
10. Hughes N. 2018. “Tourists go home”: Anti-tourism industry protest in Barcelona. *Social Movement Studies*, 17 (4): 471–477. DOI: 10.1080/14742837.2018.1468244.
11. Inskip E. 1991. *Tourism planning: An integrated and sustainable development approach*. Canada, John Wiley and Sons, 508 p.
12. Jafari J. 2000. *Encyclopedia of tourism*. London and New York, Routledge, 700 p.
13. Koens K., Postma A., Papp B. 2018. Is overtourism overused? Understanding the impact of tourism in a city context. *Sustainability*, 10 (12): 4384. DOI: 10.3390/su10124384.
14. Krippendorf J. 1984. *Die Ferienmenschen: für ein neues Verständnis von Freizeit und Reisen*. German, Orell Füssli, 241 p.
15. Mihalic T. 2020. Conceptualising overtourism: A sustainability approach. *Annals of Tourism Research*, 84: 103025. DOI: 10.1016/j.annals.2020.103025.



16. Mihalic T., Kaspar C. 1996. Umweltökonomie im Tourismus (Environmental Economics in Tourism). Bern, Paul Haupt, 173 p.

17. Nash D., Butler R. 1990. Towards sustainable tourism. *Tourism Management*, 11 (3): 263–264. DOI: 10.1016/0261-5177(90)90051-A.

18. Wall G. 2020. From carrying capacity to overtourism: A perspective article. *Tourism Review*, 75 (1): 212–215. DOI: 10.1108/TR-08-2019-0356.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сарафанова Анастасия Геннадьевна, научный сотрудник кафедры рекреационной географии и туризма, географический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Сарафанов Александр Александрович, к.т.н., научный сотрудник кафедры рекреационной географии и туризма, географический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anastasiya G. Sarafanova, research assistant of the department of recreational geography and tourism, faculty of geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Alexander A. Sarafanov, PhD in Engineering sciences, research assistant of the department of recreational geography and tourism, faculty of geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia



УДК 914/919
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-354-365

Факторы, влияющие на состояние наркоситуации в субъектах Северо-Западного федерального округа России

Абсатаров Р.Р.

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,
Россия, 236016, г. Калининград, ул. А.Невского, 14.
E-mail: karelia.abc@rambler.ru

Аннотация. Наркотизация населения оказывает негативное влияние на здоровье нации, криминогенную обстановку, экономическое развитие, демографию. По оценкам экспертов федерального проекта «Трезвая Россия», только экономические потери от последствий, связанных с употреблением наркотиков в России в 2019 г., составили 4,1 трлн. руб. (около 3,7% от ВВП России). Вместе с тем, успешное противодействие наркотизации населения не может быть осуществлено без комплексного анализа состояния наркотизации, складывающейся на определенной территории, установления факторов, которые оказывают негативное влияние на неё или наоборот подавляют. Они должны обязательно учитываться при разработке антинаркотических программ. К сожалению, в отечественной научной литературе явно недостаточно работ, в которых рассматривались бы факторы, влияющие на состояние наркоситуации в территориальном плане. В связи с этим автором поставлена цель установить основные факторы, влияющие на состояние наркоситуации в субъектах СЗФО. Сила связи между отдельными показателями состояния наркоситуации и другими социальными явлениями, уровнем развития инфраструктуры устанавливалась на основе статистических методов, среди которых особо следует выделить метод корреляционного анализа. В ходе проведенного исследования были не только установлены основные факторы, влияющие на состояние наркоситуации, но и динамика силы их влияния во времени. Например, такие факторы как плотность населения, уровень развития транспортной инфраструктуры стали оказывать меньшее воздействие на уровень наркотизации населения. Вместе с тем, влияние таких факторов, как низкий уровень доходов, организация досуга населения, занятия спортом, остается по-прежнему высоким. Результаты исследования могут быть использованы органами государственной власти, а также иными лицами при принятии решений, связанных с выработкой антинаркотических мер.

Ключевые слова: наркотизация населения, наркотизм, наркомания, наркоситуация, оценка, факторы.

Для цитирования: Абсатаров Р.Р. 2021. Факторы, влияющие на состояние наркоситуации в субъектах Северо-Западного федерального округа России. Региональные геосистемы, 45(3): 354–365. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-354-365

Factors affecting the state of the drug situation in the constituent entities of the Northwestern Federal District of Russia

Roman R. Absatarov

Immanuel Kant Baltic Federal University,
14 A. Nevsky St, Kaliningrad, 236016, Russia
E-mail: karelia.abc@rambler.ru

Abstract. Annotation. The drug addiction of the population has a negative impact on the health of the nation, the crime situation, economic development, and demography. According to experts of the federal project "Sober Russia", only economic losses from the consequences of drug use in Russia in 2019

amounted to 4.1 trillion rubles. (about 3.7% of Russia's GDP). At the same time, successful counteraction to the drug addiction of the population cannot be carried out without a comprehensive analysis of the state of drug addiction that is developing in a certain territory, the establishment of factors that have a negative impact on it or, on the contrary, suppress it. They must be taken into account when developing anti-drug programs. Unfortunately, in the domestic scientific literature, there are clearly not enough works that would consider the factors influencing the state of the drug situation in the territorial sense. In this regard, the author has set the goal to establish the main factors influencing the state of the drug situation in the subjects of the Northwestern Federal District. The strength of the relationship between individual indicators of the state of the drug situation and other social phenomena, the level of infrastructure development was established on the basis of statistical methods, among which the method of correlation analysis should be emphasized. In the course of the study, not only the main factors influencing the state of the drug situation were established, but also the dynamics of the strength of their influence over time. For example, factors such as population density and the level of development of transport infrastructure have begun to have a lesser impact on the level of drug addiction among the population. At the same time, the influence of such factors as low income level, organization of leisure activities of the population, sports, remains high. The research results can be used by public authorities, as well as by other persons when making decisions related to the development of anti-drug measures.

Keywords: drug addiction of the population, drug addiction, drug addiction, drug situation, assessment, factors.

For citation: Absatarov R.R. 2021. Factors affecting the state of the drug situation in the constituent entities of the Northwestern Federal District of Russia. *Regional Geosystems*, 45 (3): 354–365 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-354-365

Введение

Согласно всемирному докладу ООН 2019 г., в мире в 2017 г. свыше 271 млн чел. употребляли наркотики хотя бы один раз в год, что превышает показатель 2009 г. на 30 % [Доклад Управления ООН ..., 2019]. Если говорить о количестве так называемых системных наркозависимых, то их количество превышало в указанный период 35 млн чел. (в 2007 г. 13 млн чел.). В среднем за год только от передозировки наркотиков в мире регистрируется до 200 тыс. смертей (по данному показателю Россия заняла 9 место в мире). Количество смертей, обусловленных последствиями употребления наркотических веществ, в разы больше. Порядка 11,5 млн наркозависимых в мире используют инъекционный способ потребления наркотиков (в России около 1,3 млн чел.). Само наркопотребление не только подрывает здоровье нации (способствует распространению ВИЧ, гепатита и других инфекционных заболеваний [Csete et al., 2016]), ухудшает демографическую обстановку, но и оказывает негативное воздействие на состояние криминогенной обстановки, экономической безопасности страны [Трезвая Россия ..., 2019].

В настоящее время проблема наркотизации населения в России далека от решения, а постоянно изменяющаяся ситуация в структуре незаконного наркопотребления делает необходимым постоянный контроль за её изменением. Вместе с тем, оценка состояния наркоситуации, складывающейся на определенной территории, может осуществляться только с учётом детального анализа факторов, которые либо сопутствуют её развитию, либо наоборот, подавляют.

Объекты и методы исследования

В качестве территории исследования выбраны субъекты Северо-Западного федерального округа (СЗФО), которые отличаются друг от друга достаточно неравномерным социально-экономическим развитием, что обусловлено их экономико-географическим по-



ложением, природными, климатическими, инфраструктурными, ресурсными, демографическими и другими особенностями [Груздева, 2017].

Сравнение показателей заболеваемости наркоманией с другими социальными явлениями, пространственными характеристиками территории и т.д. позволяет не только определить территориальную специфику состояния наркоситуации, но и установить факторы, которые её формируют. Полученные данные дают возможность установить причинно-следственный комплекс, необходимый для прогнозирования изменения состояния наркоситуации в будущем, а также могут быть использованы для разработки оптимальных мер по борьбе с этим пагубным явлением с учетом специфики конкретной территории.

В настоящем исследовании анализировались данные заболеваемости наркоманией по субъектам СЗФО с учетом их территориальных особенностей за период 2000–2018 гг.

В работе использовались следующие методы: статистический, картографический, сопоставления, сравнительно-описательный, сравнительно-географический. В качестве информационной базы использовались статистические данные Росстата, Министерства здравоохранения Российской Федерации, доклады антинаркотических комиссий, действующих в субъектах СЗФО, обзоры ФГБУ «НМИЦ ПН им. В.П. Сербского» Минздрава России.

Результаты и их обсуждение

Рассматривая заболеваемость наркоманией по субъектам СЗФО [Деятельность ..., 2019; Здравоохранение в России ..., 2009], следует отметить, что начиная с 2000 г. практически во всех из них отмечается рост количества наркозависимых, за исключением Калининградской области, Республики Карелия: в Архангельской области, включая Ненецкий автономный округ, – в 9 раз, в Псковской области – в 5 раз, в Вологодской области – в 4,4 раза, в Новгородской области – в 3 раза (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Показатели заболеваемости наркоманией на 100 тыс. населения
по субъектам СЗФО в 2000, 2008, 2018 гг.
Indicators of the incidence of drug addiction per 100 thous. population in the subjects
of the Northwestern Federal District in 2000, 2008, 2018

Субъект	Годы		
	2000	2008	2018
Республика Карелия	61,3	59,5	53,1
Республика Коми	75,8	122,5	163,7
Архангельская область	11,7	20,2	106,8
Ненецкий автономный округ	22,0	104,7	102,0
Вологодская область	52,4	103,4	228,3
Калининградская область	175,3	176,9	150,7
Ленинградская область	146,2	290,6	216,0
Мурманская область	103,5	195,0	211,2
Новгородская область	144,3	214,6	436,5
Псковская область	44,9	89,89	230,9
г. Санкт-Петербург	163,1	221,3	228,3
по СЗФО	97,9	150,0	200,0

По состоянию на 2018 г., наихудшая ситуация в округе отмечалась в Новгородской (436,5 наркозависимых на 100 тыс. населения), Псковской (230,9 наркозависимых на 100 тыс. населения), Вологодской (228,3 наркозависимых на 100 тыс. населения) обла-

стях, а также в г. Санкт-Петербурге (228,3 наркозависимых на 100 тыс. населения). Следует отметить, что данные показатели отражают количество только тех лиц, которые стоят на официальном медицинском учёте [Чочаев, 2019]. По экспертным оценкам, на одного зарегистрированного наркозависимого приходится десять незарегистрированных [Гаврикова, 2016].

Вместе с тем, сама оценка состояния наркоситуации, складывающаяся на определенной территории, может осуществляться только с учётом детального анализа факторов, которые либо сопутствуют её развитию, либо подавляют [Гаврикова, Сафиуллин, 2013].

К факторам, определяющим состояние наркоситуации, следует относить обстоятельства прямо или косвенно влияющие на структуру, динамику, характер наркотизма на определенной территории, которые можно условно разделить на две группы: внешние и внутренние.

Внешние факторы отражают воздействие территориальных особенностей региона на состояние наркоситуации в нем (природно-климатические ресурсы, геополитическое положение, проницаемость границ [Reuter, Pardo, 2016], уровень развития инфраструктуры, экономико-географическое положение и т.д.).

Внутренние факторы отражают влияние социума (демографические показатели, образовательные, социальные и т.д.) на состояние и развитие наркоситуации в регионе. Для установления данных факторов проводился корреляционный анализ, включавший в себя оценку влияния различных социально-экономических показателей на уровень наркотизации населения.

Природно-климатические условия не способствуют прорастанию дикорастущих наркосодержащих растений на территории СЗФО. Вместе с тем, в южных субъектах округа выявляются отдельные случаи культивирования конопли. Например, в Новгородской и Псковской областях отмечается самый высокий уровень каннабиноидной наркомании. Так, в 2018 г. при среднеокружном показателе числа наркозависимых от каннабиноидных наркотиков в 5,8 чел. на 100 тыс. населения, в Новгородской области этот показатель составлял 12,79 чел., а в Псковской – 13,9 [Деятельность ..., 2019].

Неблагоприятные природные условия для выращивания наркосодержащих растений, а также отсутствие необходимого сырья и лабораторного оборудования для налаживания кустарного производства наркотических средств и психотропных веществ, за исключением г. Санкт-Петербурга, где достаточно развита химическая промышленность и готовится большое количество кадров для нее, делает субъекты СЗФО России импортерами запрещенных веществ. Следует отметить, что, несмотря на возможность производства синтетических наркотических средств в Северной столице нашей страны, по оценкам представителей правоохранительных органов, более 75 % изымаемых на территории города наркотиков имели зарубежное происхождение [Выписка из ..., 2020].

Экономико-географическое положение субъектов СЗФО России не только определяет основные направления поступления наркотиков, но и значительно влияет на формирование их стоимостной доступности.

При рассмотрении стоимости наркотических средств по субъектам СЗФО (анализ строился на приблизительной оценочной стоимости 1 грамма героина по сведениям антинаркотических комиссий и решений судебных дел² по состоянию на 2015 г., в связи с тем, что на официальном учете наркозависимых в основном стоят лица, употребляющие данный вид наркотиков) были получены следующие данные³:

- г. Санкт-Петербург и Ленинградская область – 1100 руб.;
- Республика Карелия – 2000 руб.;

² Для анализа использовались решения по судебным делам, размещенные на сайте: <https://sudact.ru>.

³ Данные по Республике Коми отсутствуют.



- Псковская область – 1890 руб.;
- Вологодская область – 2000 руб.;
- Мурманская область – 3000 руб.;
- Архангельская область – 3300 руб.;
- Новгородская область – 1000 руб.;
- Калининградская область – 5000 руб.

На территории Ненецкого автономного округа героин в указанный период времени не изымался.

Проведенный анализ показывает, что наименьшая стоимость героина среди субъектов СЗФО России в 2015 г. была зафиксирована в г. Санкт-Петербурге, в Ленинградской и Новгородской областях, что обусловлено рядом причин.

Героин на территорию нашей страны в основном попадает из Афганистана через страны Центральной Азии по так называемому «Северному маршруту» [Малиенко, 2019]. Основными зонами его дальнейшего распределения по территории России являются:

- Москва и Московская область;
- Иркутск и Новосибирск;
- Пермь и Екатеринбург [Незаконный оборот..., 2018].

В дальнейшем из каждой зоны героин распространяется в близлежащие регионы. Например, в субъекты ЦФО, ЮФО и СЗФО он поступает из Московской зоны (за исключением Калининградской области [Доклад антинаркотической ..., 2019]).

Низкая стоимость героина в Новгородской области обусловлена близким расположением по отношению к г. Москва, «выгодным» транзитным положением для наркосбытчиков, достаточно развитой транспортной инфраструктурой.

Невысокая стоимость героина в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области также обусловлена развитой транспортной инфраструктурой, достаточно интенсивным транспортным движением по направлению к Московской области. Следует отметить, что Северная столица нашей страны является крупнейшим транспортным узлом в стране. Развитое международное морское, железнодорожное, автотранспортное и авиасообщение позволяет её рассматривать наркодиллерами не только как место сбыта, но и в качестве транзитного узла для дальнейшей реализации других видов наркотических средств в соседние субъекты [Грозная, Кобозев, 2014].

По мере удаления от крупнейших центров сбыта стоимость героина в субъектах увеличивается.

Высокая стоимость героина в Калининградской области обусловлена тем, что он поступает на её территорию, как правило, из Литовской Республики, в основном автомобильным транспортом [Абсатаров, 2019], где его стоимость значительно выше, чем в России. Например, в 2016 г. средняя розничная стоимость грамма героина, согласно данным Управления ООН по наркотикам и преступности, в Литовской Республике составляла 71,60 долларов США, что практически в два раза превышало среднюю розничную цену в России – 36,12 долларов США [Всемирный доклад ..., 2018].

Достаточно высокая стоимость героина в Литовской Республике, а также риски быть задержанным при пересечении государственной границы за контрабанду наркотического средства, существенным образом влияют на цену данного наркотика в Калининградской области.

Степень развитости транспортной инфраструктуры также оказывает достаточно существенное влияние на состояние наркоситуации в субъектах СЗФО в связи с тем, что большинство наркотических средств перевозятся железнодорожным и автомобильным транспортом.

Если рассматривать уровень развития транспортной инфраструктуры по субъектам СЗФО, то можно отметить, что наибольший показатель заболеваемости наркоманией от-

мечается в субъектах с развитой транспортной инфраструктурой [Регионы России ..., 2009; 2019], в первую очередь с высокой плотностью железнодорожных путей и автомобильных дорог (Калининградская, Ленинградская, Новгородская, Псковская области, г. Санкт-Петербург), за исключением Мурманской области (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Показатели плотности автомобильных дорог и железнодорожных путей
в субъектах СЗФО на 1000 км² территории в 2000, 2008 и 2018 гг.
Indicators of the density of roads and railways in the subjects of the Northwestern Federal District
per 1000 km² in 2000, 2008 and 2018

Субъект	Плотность автомобильных дорог (километров дорог на 1000 км ²)			Плотность ж.д. путей (километров дорог на 1000 км ²)		
	2000 г.	2008 г.	2018 г.	2000 г.	2008 г.	2018 г.
Республика Карелия	38	48	48	122	123	123
Республика Коми	12,6	16	16	41	41	41
Архангельская область	12,1	17,9	21	30	30	30
Ненецкий автономный округ	0,9	1,1	1,5	–	–	–
Вологодская область	81	116	116	54	53	53
Калининградская область	303	521	521	424	409	442
Ленинградская область (включая г. Санкт-Петербург)	122	212	212	330	341	304
Мурманская область	17	23	23	61	60	60
Новгородская область	156	202	202	207	210	210
Псковская область	180	303	303	198	197	197

Следует отметить, что проведенный корреляционный анализ по годам показывает снижение взаимосвязи между показателями уровня заболеваемости наркоманией и плотностью железнодорожных и автомобильных дорог в СЗФО России. Так, если в 2000 г. между ними устанавливались очень высокая положительная (в отношении плотности железнодорожных путей, $r^4 = 0,82$) и высокая положительная (в отношении плотности автомобильных дорог, $r = 0,6$) связи, то к 2018 г. уровень их взаимосвязи снизился до слабого положительного (для первой пары показателей $r = 0,2$, для второй $r = 0,17$). Причина такого снижения обусловлена появлением новых каналов поставок наркотических средств в субъекты округа, в том числе с использованием международного морского и авиатранспорта, международных почтовых отправок.

Проницаемость границ оказывает существенное влияние как на каналы поступления наркотиков, так и на состояние наркоситуации в субъектах СЗФО. Например, большая часть грузовых и пассажирских потоков в Калининградскую область проходит пограничный и таможенный контроль, что в свою очередь существенно затрудняет наркотрафик и, как следствие, ведет к увеличению стоимостной доступности наркотиков по сравнению с другими субъектами. Следует отметить, что введение Россией эмбарго на продукты питания, ввозимые из стран Евросоюза, и его замещение продуктами из стран Латинской Америки, Африки, Азии способствовало становлению новых каналов поставок наркотиков в нашу страну, в том числе морским транспортом (характерно для Ленинградской, Калининградской, Мурманской области и г. Санкт-Петербурга).

Введение ограничительных мер при пересечении государственной границы в связи

⁴ r – коэффициент корреляции. Интерпретация показателей коэффициентов бралась по шкале Чеддока.



с распространением COVID-19, с одной стороны, уменьшило контрабандный ввоз на территорию РФ наркотиков, имеющих зарубежное происхождение, а с другой стороны, способствовало налаживанию производства синтетических наркотиков внутри страны [Исследовательский обзор ..., 2020].

Вместе с тем, осуществление таможенного контроля за перемещением грузов на внешних границах Евразийского экономического союза и беспрепятственное перемещение их в последующем через внутренние границы стран Таможенного союза способствует не только развитию торговли между странами-участниками, но и существенно увеличивает риски проникновения наркотических средств на территорию нашей страны [Тепляшин, 2017]. Например, по данным антинаркотической комиссии Псковской области, часть сильнодействующих веществ, марихуаны поступает в область с территории Республики Беларусь [О наркоситуации ..., 2019].

Среди внутренних факторов особо следует отметить демографические, социальные, образовательные. Самая плохая наркоситуация на территории СЗФО наблюдается в субъектах с достаточно высокой плотностью населения, с более низким уровнем урбанизации (Новгородская, Псковская, Вологодская, Ленинградская области, табл. 3) [Регионы России ..., 2009; 2019].

Таблица 3
Table 3

Показатели плотности населения, удельного веса городского населения в общей численности населения в субъектах СЗФО в 2000, 2008 и 2018 гг.
Indicators of population density, the share of the urban population in the total population in the subjects of the Northwestern Federal District in 2000, 2008 and 2018

Субъект	Плотность населения (чел./км ²)			Удельный вес городского населения в общей численности населения (оценка на конец года; %)		
	2000 г.	2008 г.	2018 г.	2000 г.	2008 г.	2018 г.
Республика Карелия	4,21	3,8	3,4	74,5	76,4	80,7
Республика Коми	2,70	2,3	2,0	75,3	76,3	78,2
Архангельская область	2,44	2,1	1,9	74,9	73,6	78,3
Ненецкий автономный округ	0,23	0,24	0,25	62,3	65,0	73,3
Вологодская область	9,07	8,4	8,1	68,8	68,8	72,6
Калининградская область	62,69	62,0	66,3	77,6	76,5	77,7
Ленинградская область	19,77	19,4	22,0	66,4	66,4	64,3
Мурманская область	6,82	5,8	5,2	92,3	91,2	92,2
Новгородская область	13,20	11,9	11,0	69,6	70,5	71,3
Псковская область	14,25	12,6	11,4	65,6	67,8	71,1
г. Санкт-Петербург	3305	3275	3848,4	100	100	100

Если говорить о связи заболеваемости наркоманией с плотностью населения, то следует отметить, что наркодилеры предпочитают сбывать запрещенные вещества в более густонаселенных субъектах, где имеется достаточно большое количество потенциальных клиентов [Giommoni et al., 2021]. Следует отметить, что проведенный корреляционный анализ по годам показывает постепенное снижение взаимосвязи между уровнем заболеваемости наркоманией и плотностью населения. Так, если в 2000 г. между ними прослеживалась средняя положительная связь ($r = 0,41$), то уже к 2018 г. она значительно ослабла ($r = 0,09$). Использование новых способов доставки запрещенных веществ (например, почтовыми отправлениями) позволяет налаживать их сбыт даже в слабозаселенных территориях.

Субъекты с невысоким уровнем урбанизации в основном расположены в более южных широтах СЗФО и пригодны для выращивания конопли. Как уже ранее было отмечено, именно в Новгородской и Псковской областях отмечается достаточно высокий удельный уровень каннабиноидной наркомании.

Особую тревогу вызывает активное вовлечение молодежи в потребление наркотиков. Социологические исследования, проводимые федеральным проектом «Трезвая Россия» в 2018 г., об уровне потребления наркотиков среди учащихся показали, что семь из десяти учеников в возрасте от 15 до 17 лет минимум один раз в жизни пробовали наркотические средства, психотропные вещества [Доклад Федерального проекта ..., 2020]. Среди студентов вузов данный показатель еще выше – восемь из десяти. Если рассматривать связь между уровнем заболеваемости наркоманией и числом обучающихся в старших классах общеобразовательных учреждений, в учреждениях среднего и высшего профессионального образования по субъектам в округе, то следует отметить о среднем положительном её значении (в отношении обучающихся в старших классах общеобразовательных учреждений $r = 0,3$, в учреждениях среднего профессионального образования $r = 0,34$, в учреждениях высшего профессионального образования $r = 0,37$).

Среди причин употребления наркотиков многие респонденты в ходе социологических опросов указывают на социальное неблагополучие [Кильсенбаев, 2017], низкие доходы, бедность [Федотов, 2020], отсутствие организованного досуга населения, проблемы в семье.

Анализ социально-экономических показателей субъектов СЗФО округа, начиная с 2000 г., показывает, что наихудшие показатели заболеваемости наркоманией, как правило, отмечаются в субъектах с достаточно низкими среднедушевыми доходами, с достаточно высокой численностью населения, с доходами ниже величины прожиточного минимума (Псковская, Новгородская области) (табл. 4) [Регионы России ..., 2009; 2019]. Следует отметить, что по состоянию на 2018 г. связь между уровнем заболеваемости наркоманией и среднедушевыми доходами в округе определяется как средняя отрицательная ($r = -0,34$), а с доходами ниже величины прожиточного практически отсутствует, хотя в 2000 г. она была средняя положительная ($r = 0,41$).

Если говорить о жилищных условиях, то в субъектах с высоким уровнем заболеваемости наркоманией по состоянию на 2018 г. (Псковская, Новгородская, Вологодская области) жилищный фонд был менее благоустроен по сравнению с другими субъектами округа (удельный вес общей площади жилья, оборудованного водоснабжением, в них не превышал 64,1 %, а канализацией – менее 58 %) [Регионы России ..., 2009; 2019], хотя в целом связь между данными показателями по субъектам округа определяется как слабая отрицательная ($r = -0,2$ и $r = -0,27$ соответственно).

Организация досуга населения, в том числе его охват занятием спорта, также сильно влияет на состояние наркоситуации [Сергеев, 2016]. Например, в субъектах СЗФО, в которых в настоящее время отмечается достаточно высокий уровень заболеваемости наркоманией, в 2008 г. показатель спортивных сооружений на 10000 населения, как правило, был низким. При среднем значении по округу в 2008 г. – 5,1 спортивное сооружение на 10 тыс. населения, данный показатель в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области составлял 3,7 сооружения, в Новгородской области – 4,2. Связь между данными показателями в 2008 г. по округу была средняя отрицательная ($r = -46$).

Следует также отметить, что Вологодская, Новгородская и Псковская области, в отличие от других субъектов округа, имеют самые низкие показатели по уровню использования сети Интернет населением. По данным Росстата, в 2018 г. при среднем значении данного показателя по округу в 77,19 % в Вологодской области он составлял 70,4 %, в Новгородской области – 68,1 %, а в Псковской – 67,2 %. Связь между уровнем заболевае-



мости наркоманией и уровнем использования сети Интернет в указанном периоде в округе была средняя отрицательная ($r = -49$).

Как мы видим, на уровень наркотизации населения в СЗФО достаточно сильно влияют такие внутренние факторы, как плотность населения, уровень урбанизации, безработицы, доходов граждан, социального благополучия, организации досуга и т.д.

Таблица 4
Table 4

Показатели численности населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума и среднедушевыми доходами населения в субъектах СЗФО в 2000, 2008 и 2018 гг.
Indicators of the population with monetary incomes below the subsistence level, average per capita monetary incomes of the population in the subjects of the Northwestern Federal District in 2000, 2008 and 2018.

Субъект	Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (в процентах от общей численности населения субъекта)			Среднедушевые денежные доходы населения (в месяц, в руб.)		
	2000 г.	2008 г.	2018 г.	2000 г.	2008 г.	2018 г.
Республика Карелия	22,3	17,1	15,6	2313	1229	29150
Республика Коми	26,3	15,9	14,9	3141	18636	33961
Архангельская область	33,5	15,1	12,5	2139	14824	33830
Ненецкий автономный округ	37,9	5,5	9,7	3426	48765	78549
Вологодская область	25,5	16,0	13,6	2023	12194	26982
Калининградская область	37,7	14,0	13,7	1843	12922	27461
Ленинградская область	50,9	13,8	8,4	1355	12014	31341
Мурманская область	24,9	14,8	9,9	3550	18773	41564
Новгородская область	34,2	18,0	13,8	1807	11646	25292
Псковская область	44,8	16,1	17,0	1375	10291	23880
г. Санкт-Петербург	27,3	11,0	6,6	2556	17649	44999

Заключение

К основным факторам, влияющим на состояние наркоситуации в субъектах СЗФО, относятся: природно-климатические условия, проницаемость границ, экономико-географическое положение, стоимостная доступность наркотиков, плотность населения, уровень развитости транспортной инфраструктуры, урбанизации, доходов граждан, социального благополучия населения, организации досуга.

Наихудшая ситуация в округе наблюдается в субъектах с высокой плотностью населения, с высоким уровнем развития транспортной инфраструктуры, низким уровнем урбанизации, близким расположением по отношению к Московской области и низкой стоимостью наркотических средств (Новгородская, Псковская, Вологодская области, г. Санкт-Петербург). Следует отметить, что природно-климатические условия также оказывают влияние на структуру потребления наркотиков в округе. В субъектах, расположенных в более южных широтах и пригодных для выращивания конопли, отмечается не только большое количество наркозависимых, но и достаточно высокий уровень каннабиноидной наркомании.

Вместе с тем, в настоящее время отмечается заметное снижение влияния на состояние наркоситуации в округе таких факторов, как плотность населения, уровень развития транспортной инфраструктуры. Данное обстоятельство обусловлено появлением новых

каналов наркотрафика, новыми способами доставки наркотических средств и психотропных веществ. Между тем, влияние таких факторов, как низкий уровень доходов, организация досуга населения, занятия спортом, остается по-прежнему высоким.

Борьба с наркотизацией населения должна обязательно строиться одновременно с мероприятиями по повышению благосостояния граждан, качества их жизни, организации досуга населения, пропаганды здорового образа жизни.

Список источников

1. Выписка из доклада о наркоситуации в Санкт-Петербурге в 2019 году (утвержденного пунктом 3.2. протокола от 26.03.2020 № 1 расширенного заседания антинаркотической комиссии в Санкт-Петербурге). Электронный ресурс. URL: <http://anpolitic.spb.ru/getFile?idFile=33221> (дата обращения 10 мая 2021).
2. Доклад антинаркотической комиссии в Калининградской области «О наркоситуации в Калининградской области за 2019 год». Электронный ресурс. URL: https://gov39.ru/working/ank/zip/doklad_itog_2019.pdf (дата обращения 16 мая 2021).
3. Доклад антинаркотической комиссии в Псковской области «О наркоситуации в Псковской области по итогам 2019 год». Электронный ресурс. URL: https://pskov.ru/sites/default/files/monitoring_2020_pskovskaya_oblast_s_titulom.pdf (дата обращения 16 мая 2021).
4. Доклад Управления ООН по наркотикам и преступности «Всемирный доклад о наркотиках 2018». Электронный ресурс. URL: https://www.unodc.org/wdr2018/prelaunch/7.4_Opioids.xlsx (дата обращения 5 мая 2021).
5. Доклад Управления ООН по наркотикам и преступности «Всемирный доклад о наркотиках за 2019». Электронный ресурс. URL: https://www.unodc.org/unodc/ru/frontpage/2019/June/world-drug-report-2019_-35-million-people-worldwide-suffer-from-drug-use-disorders-while-only-1-in-7-people-receive-treatment.html (дата обращения 10 мая 2021).
6. Доклад Управления ООН по наркотикам и преступности «НЕЗАКОННЫЙ ОБОРОТ АФГАНСКИХ ОПИАТОВ ВДОЛЬ «СЕВЕРНОГО МАРШРУТА». Электронный ресурс. URL: https://www.unodc.org/documents/publications/Opiate_flow_through_NR_2018_Russian_web.pdf (дата обращения 10 мая 2021).
7. Доклад Федерального проекта «Трезвая Россия «О демографической ситуации в Российской Федерации 2020 г.». Электронный ресурс. URL: <http://alkogolunet.ru/demografija-2020.pdf> (дата обращения 16 мая 2021).
8. Здоровоохранение в России. 2008. М., Росстат, 356 с.
9. Исследовательский обзор Управления ООН по наркотикам и преступности «COVID-19 и цепочка незаконных поставок наркотиков: от производства и транспортировки до потребления». Электронный ресурс. URL: https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/covid/COVID-19_and_drug_supply_chain_ru.pdf (дата обращения 10 мая 2021).
10. Министерство здравоохранения Российской Федерации НИЦ наркологии – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава России «Деятельность наркологической службы Российской Федерации в 2018-2019 годах Аналитический обзор». Электронный ресурс. URL: <http://nncn.serbsky.ru/wpcontent/uploads/2020/10/%D0%9D%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B1%D0%B0%D0%A0%D0%A4.%D0%90%D0%9E-2018-2019.pdf> (дата обращения 11 мая 2021).
11. Регионы России. Социально-экономические показатели – 2009 г. 2009. М., Росстат, 990 с. Электронный ресурс. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B09_14p/Main.htm (дата обращения 11 мая 2021).
12. Регионы России. Социально-экономические показатели – 2019 г. 2019. М., Росстат, 1204 с. Электронный ресурс. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B19_14p/Main.htm (дата обращения 11 мая 2021).
13. Трезвая Россия против наркотиков. Антинаркотический рейтинг эффективности субъектов Российской Федерации-2019. Электронный ресурс. URL: <https://docplayer.ru/170827808-Trezvaya-rossiya-protiv-narkotikov-antinarkoticheskiy-reyting-effektivnosti-subektov-rossiyskoy-federacii-2019.html> (дата обращения 10 мая 2021).



Список литературы

1. Абсатаров Р.Р. 2019. Территориальные особенности наркоситуации в Калининградской области. В кн.: Региональные аспекты географических исследований и образования. XIV Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 80-летию образования Пензенской области и 80-летию Педагогического института им. В.Г. Белинского. Пенза, 05–06 декабря 2019 года. Пенза, Пензенский государственный университет: 56–58.
2. Гаврикова А.В. 2016. Современные тенденции наркомании в России. Научный альманах, 5–3 (19): 518–521. DOI: 10.17117/na.2016.05.03.518.
3. Гаврикова А.В., Сафиуллин Р.Г. 2013. Территориально-структурные особенности развития наркоситуации в регионе (на примере Республики Башкортостан). Уфа, Институт социально-экономических исследований УНЦ РАН, 168 с.
4. Грозная Т.А., Кобозев С.А. 2014. Распространение различных групп наркотических препаратов в Санкт-Петербурге и методы раннего выявления лиц, употребляющих наркотики. В кн.: Психология развития и стагнации личности в рамках современного общества. Материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции. Казань, 19 февраля 2014 года. Казань, Индивидуальный предприниматель Синяев Дмитрий Николаевич: 57–62.
5. Груздева М.А. 2017. Неравномерность развития региональных подсистем регионов Северо-Запада: возможности и угрозы. Проблемы развития территории, 6 (92): 108–120.
6. Кильсенбаев Э.Р. 2017. Социальные факторы наркомании. Инновационное развитие, 11 (16): 138–139.
7. Малиенко А.А. 2019. Особенности современной наркоситуации в Российской Федерации. Научный портал МВД России, 4 (48): 80–84.
8. Сергеев В.Н. 2016. Зависимость распространенности наркомании и преступности среди молодежи от уровня охвата населения занятиями физической культурой и спортом. Успехи современной науки, 1 (4): 78–82.
9. Тепляшин П.В. 2017. Состояние наркопреступности в Российской Федерации: основные криминологические показатели и тенденции. Lex russica (Русский закон), 10 (131): 147–157. DOI: 10.17803/1729-5920.2017.131.10.147-157.
10. Федотов А.А. 2020. Алкоголизм и наркомания в регионах России: текущая ситуация, причины и следствия. Экономика и бизнес: теория и практика, 9–2 (67): 123–128. DOI: 10.24411/2411-0450-2020-10742.
11. Чочаев З.Д. 2019. Анализ данных о распространении наркомании в России. Медицинская помощь как средство борьбы с наркоманией. Известия Российской Военно-медицинской академии, 2 (S1): 261–264.
12. Csete J., Kamarulzaman A., Kazatchkine M., Altice F., Balicki M., Buxton J., Beyrer C. 2016. Public health and international drug policy. The Lancet, 387 (10026): 1427–1480.
13. Giommoni L., Berlusconi G., Aziani A. 2021. Interdicting International Drug Trafficking: a Network Approach for Coordinated and Targeted Interventions. European Journal on Criminal Policy and Research, 1–28. DOI: 10.1007/s10610-020-09473-0.
14. Reuter P., Pardo B. 2017. New psychoactive substances: Are there any good options for regulating new psychoactive substances? International journal on drug policy, 40: 117–122. DOI: 10.1016/j.drugpo.2016.10.020.

References

1. Absatarov R.R. 2019. Territorial'nye osobennosti narkosituatsii v Kaliningradskoy oblasti [Territorial features of the drug situation in the Kaliningrad region]. In: Regional'nye aspekty geograficheskikh issledovaniy i obrazovaniya [Regional aspects of geographical research and education]. XIV All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the formation of the Penza region and the 80th anniversary of the Pedagogical Institute. V.G. Belinsky. Penza, 05–06 December 2019. Penza, Publ. Penzenskiy gosudarstvennyy universitet: 56–58.
2. Gavrikova A.V. 2016. Modern trends in drug abuse in Russia. Science Almanac, 5–3 (19): 518–521. DOI: 10.17117/na.2016.05.03.518 (in Russian).
3. Gavrikova A.V., Safiullin R.G. 2013. Territorial'no-strukturnye osobennosti razvitiya narkosituatsii v regione (na primere Respubliki Bashkortostan) [Territorial and structural features of the



development of the drug situation in the region (on the example of the Republic of Bashkortostan)]. Ufa, Institut sotsialno-ekonomicheskikh issledovaniy UNTs RAN, 168 p.

4. Groznaya T.A., Kobozev S.A. 2014. Rasprostranenie razlichnykh grupp narkoticheskikh preparatov v Sankt-Peterburge i metody rannego vyyavleniya lits, upotreblyayushchikh narkotiki [Distribution of various groups of narcotic drugs in St. Petersburg and methods of early detection of drug users]. In: Psikhologiya razvitiya i stagnatsii lichnosti v ramkakh sovremennogo obshchestva [Psychology of development and stagnation of personality in the framework of modern society]. Materials of the II International Scientific and Practical Internet Conference. Kazan, 19 February 2014. Kazan, Individualnyy predprinimatel Sinyayev Dmitriy Nikolayevich: 57–62.

5. Gruzdeva M.A. 2017. Unevenness of Development of Regional Subsystems in Regions of the North-West: Opportunities and Risks. Problems of Territory's Development, 6 (92): 108–120 (in Russian).

6. Kilsenbaev E.R. 2017. Social Factors of the Drug. Innovative Development, 11 (16): 138–139 (in Russian).

7. Malienko A.A. 2019. Characteristic of Modern Narcosituation in the Russian Federation. Nauchnyy portal MVD Rossii, 4 (48): 80–84.

8. Sergeev V.N. 2016. Dependence of the Propagation Drug Addiction and Juvenile Delinquency on the Level of Coverage Population Employment by Physical Culture and Sports. Modern Science Success, 1 (4): 78–82.

9. Teplyashin P.V. 2017. The Situation with Drug Crimes in the Russian Federation: the Basic Criminological Markers and Trends. Lex russica, 10 (131): 147–157. DOI: 10.17803/1729-5920.2017.131.10.147-157 (in Russian).

10. Fedotov A.A. 2020. Alcoholism and Drug Addiction in the Regions of Russia: Current Situation, Causes and Effects. Economy and business: theory and practice, 9–2 (67): 123–128. DOI: 10.24411/2411-0450-2020-10742 (in Russian).

11. Chochoev Z.D. 2019. Analysis of Data on the Distribution of Drug Addiction in Russia. Medical Assistance as a Tool for Combating Addicts. Russian Military Medical Academy Reports, 2 (S1): 261–264.

12. Csete J., Kamarulzaman A., Kazatchkine M., Altice F., Balicki M., Buxton J., Beyrer C. 2016. Public health and international drug policy. The Lancet, 387 (10026): 1427–1480.

13. Giommoni L., Berlusconi G., Aziani A. 2021. Interdicting International Drug Trafficking: a Network Approach for Coordinated and Targeted Interventions. European Journal on Criminal Policy and Research, 1–28. DOI: 10.1007/s10610-020-09473-0.

14. Reuter P., Pardo B. 2017. New psychoactive substances: Are there any good options for regulating new psychoactive substances? International journal on drug policy, 40: 117–122. DOI: 10.1016/j.drugpo.2016.10.020.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Абсатаров Роман Рифович, преподаватель кафедры криминалистики Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России, г. Калининград, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Roman R. Absatarov, lecturer at the Department of Criminalistics of the Kaliningrad Branch of the St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Kaliningrad, Russia



УДК 911.9
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-366-381

Ретроспективная оценка использования земель территорий метрополисных ареалов Белгородской, Воронежской и Курской областей

Кухарук Н.С., Полякова Т.А., Нарожняя А.Г.

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

Аннотация. Поляризация в развитии территорий вызывает социальную напряженность вследствие процессов экономических и социальных контрастов. Имеется дефицит исследований, в которых бы рассматривались проблемы систем расселения между метрополисами и периферией, причем периферией внутренней и пограничной. Целью данного исследования является выявление основных закономерностей трансформации использования земель территорий метрополисных ареалов приграничных областей Центрально-Черноземного района: Белгородской, Воронежской, Курской. Изучены количественные индикаторные показатели роста агломераций, в частности по соотношению площадей различных категорий земельного фонда. Предложен инструментарий, позволяющий определить масштабы изменений метрополисных территорий. Установлено, что Белгородская и Курская области демонстрируют положительную динамику процентной доли земель населенных пунктов в общей структуре земельного фонда. Исследование позволило получить количественные показатели, характеризующие основные тенденции трансформации землепользования урбанизированных зон, заключающиеся в увеличении площадей земель населенных пунктов преимущественно вследствие перевода из категории земель сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: метрополисы, метрополизация, Центрально-Черноземный район, земли населенных пунктов, земельный фонд.

Благодарности: работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках научного проекта «Метрополизация региональных столиц приграничных областей Центрально-Черноземного района в стратификации социально-экономического и экзистического развития территорий в условиях построения инновационного общества» № 20-05-00074.

Для цитирования: Кухарук Н.С., Полякова Т.А., Нарожняя А.Г. 2021. Ретроспективная оценка использования земель территорий метрополисных ареалов Белгородской Воронежской и Курской областей. Региональные геосистемы, 45(3): 366–381. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-366-381

Retrospective assessment of land use in the territories of metropolitan areas of the Belgorod Voronezh and Kursk regions

Natalia S. Kukharuk, Tatiana A. Polyakova, Anastasia G. Narozhnyaya

Belgorod National Research University,
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: kuharuk@bsu.edu.ru

Abstract. Polarization in the development of territories has a high level of significance, causing social tension due to the processes of economic and social contrasts. There is a shortage of research that would address the problems of settlement systems between metropolitan areas and the periphery, moreover, the inner and border periphery. The purpose of this study is to identify the main patterns of transformation of

land use in metropolitan areas of the border regions of the Central Chernozem region: Belgorod, Voronezh, Kursk. The quantitative indicators of agglomerations enlargement, in particular, by the ratio of the areas of different categories of land fund, considered by the three subjects of Russia, are studied. A toolkit is proposed to determine the scale of changes in metropolitan areas. It is established that the Belgorod and Kursk regions demonstrate a positive trend in the percentage of the land of localities in the overall structure of the land fund. For the Belgorod region, these indicators were 11.7 % and 12.8 % for the period from 2004 to 2020 years, and for the Kursk region, respectively, 13.9 % and 14.1 %. The total area of land in the settlements of the Voronezh region in the general structure of the land fund has practically not changed, while a slight decrease is noted from 8.8 % to 8.5 %, due to the specifics of land registration. It is established that the land area of settlements in the Belgorod and Starooskolsko-Gubkinsky agglomerations occupies more than half of the area of this category of land fund – 51.3 %. The study made it possible to obtain quantitative indicators characterizing the main trends in the transformation of land use in urbanized zones, consisting in an increase in the area of land in settlements, mainly due to the transfer from the category of agricultural land.

Keywords: metropolises, metropolization, Central Chernozem region, lands of settlements, land fund.

Acknowledgements: the work was supported by the Russian Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project «Metropolization of the regional capitals of the border regions of the Central Chernozem region in the stratification of socio-economic and ekistic development of territories in the conditions of building an innovative society» No. 20-05-00074.

For citation: Kukharuk N.S., Polyakova T.A., Narozhnyaya A.G. 2021. Retrospective assessment of land use in the territories of the metropolitan areas of the Belgorod, Voronezh and Kursk regions. *Regional Geosystems*, 45 (3): 366–381 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-366-381

Введение

В условиях рыночной экономики отмечается усиление процесса метрополизации, осложняемое в российских реалиях усилением поляризации пространства. При этом наблюдается лидерство в социально-экономических показателях региональных центров (регионополисов) [Kinossian, 2016; Анохин, 2017; Chugunova et al., 2019]. При этом наблюдается возрастающее значение эффекта земельной ренты («коммодификация»).

В рыночных условиях земля является крайне ценным ресурсом, а в условиях метрополии, с её хроническим недостатком – фактически ценнейшим. Земля становится важнейшим активом, приоритетным местом приложения крупных инвестиций [Egedy et al., 2017; Viturka et al., 2017]. Активной застройке способствует метрополизационный процесс, вызывая спрос как на жильё (в силу миграционного притока), так и на офисную, обслуживающую, производственную застройку [Кузин, 2019].

Метрополизация трансформирует пространство региона, вовлекает территории в процессы модернизации и инновации, но приводит к стагнации и/или деградации глубинные периферийные районы (чаще – сельские) [Чугунова и др., 2020].

Метрополия в своих пространственных проявлениях локализована, сконцентрирована на конкретной, идентифицируемой по множеству сопряженных фактов и признаков (включая цену недвижимости, плотность застройки, функции в масштабе урбанистической системы и др.) территории [Дружинин, 2010; 2014; Lang, Török, 2017].

Для нахождения баланса в размещении населения необходимо иметь инструментарий, позволяющий определить масштабы изменений метрополисных территорий. Поэтому целью данного исследования стало выявление основных закономерностей использования земель территорий метрополисных ареалов приграничных областей Центрально-Черноземного района. При этом решались следующие исследовательские вопросы: оценить стратегическое развитие четырех агломераций: Белгородской, Старооскольско-Губкинской, Воронежской и Курской; изучить закономерности использования земель тер-



риторий метрополисных ареалов в целом для населенных пунктов и под жилую застройку; провести анализ изменений регионополисов, определить тенденции, происходящие на территориях приграничных с Украиной областей Центрально-Черноземного района.

Объекты и методы исследования

Произвести оценку трансформации метрополисных зон представляется возможным на основе статистических данных изменения площадей категории земель населенных пунктов.

Организацией, проводящей государственный мониторинг земель, является Управление Росреестра (Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии). В данном исследовании использованы подготовленные территориальными органами Росреестра, в частности, Управлением Росреестра по Белгородской, Воронежской и Курской областям материалы в виде ежегодных «Докладов о состоянии и использовании земель», а также ежегодных «Государственных (национальных) докладов о состоянии и использовании земель в Российской Федерации» за период с 2004 по 2019 гг.

За вышеуказанный временной интервал нами был проведен ретроспективный анализ диагностических показателей и индикаторов пространственной дифференциации размещения населения областей.

Закономерности развития процессов метрополизации изучались на основе интегрального анализа пространственной социально-экономической и экистической системной трансформации территорий региональных столиц приграничных с Украиной областей Центрально-Черноземного района. При этом особое внимание было направлено на мониторинг землепользования агломераций за рассматриваемый период.

В работе использован системный подход, применены методы регионально-сетевого и пространственно-временного анализов, статистические методы на основе официальных статистических данных территориальных органов Федеральной службы государственной статистики (Росстата) и Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестра).

Результаты и их обсуждение

В Белгородской, Воронежской, Курской областях сформированы четыре агломерации (метрополисных ареала) общей площадью 44 919 км² и населением 3,6 млн чел. [Чугунова, Нарожняя, 2020]. В Воронежской и Курской областях по одной агломерации и в Белгородской области – две агломерации, где кроме областного центра сформирован второй метрополисный ареал – Старооскольско-Губкинский (обусловлен экономическими факторами) и, таким образом, существует полицентричная (двухполюсная) метрополизация.

Следует отметить, что миграции населения из малых городов и сельской местности сформировали так называемые экзометрополии – Валуйки, Алексеевка (Белгородская область); Бобров, Борисоглебск, Россошь (Воронежская область); Железнодорожск, Суджа (Курская область).

На первом этапе оценим основные стратегические тенденции развития агломераций отдельных областей с целью совершенствования системы расселения в соответствии с потребностями инновационного социально-экономического развития областей в каждом из рассматриваемых субъектов РФ.

В частности, на территории Белгородской области принят закон от 01.03.2016 № 58 «О развитии агломераций в Белгородской области», а также осуществляют деятельность советы при Губернаторе области по развитию агломераций. Кроме того, основные задачи по оптимизации расселения отражены в постановлении Правительства области № 27 (ред. от 05.03.2019) «Стратегия социально-экономического развития Бел-

городской области на период до 2025 г.» и Генеральном плане развития городского округа «город Белгород» до 2025 г.

Белгородская агломерация включает в себя город Белгород и пять муниципальных районов в границах административного деления: Белгородский, Борисовский, Корочанский, Шебекинский и Яковлевский районы (город Шебекино). Ядро агломерации – город Белгород и примыкающие к нему посёлки (Майский, Драгунское, Северный, Беломестное, Разумное, Дубовое, Таврово).

Территория имеет несколько вытянутую форму в широтном направлении. Расстояние от центра агломерации до северных и южных границ составляет по 30 км, до западных и восточных – до 50–60 км. Выделенная агломерация занимает 25 % территории с численностью населения более 46 % населения области.

Границы агломерации определены по полуторачасовой доступности на общественном транспорте центров муниципальных образований. Площадь Белгородской агломерации – 6,7 тыс. км². На периферийную часть агломерации приходится значительная доля населения – 47 %, в т.ч. в Белгородском районе 14 % (при плотности населения 62 чел./км²) и 14 % в Шебекинском районе (50 чел./км²).

Численность населения агломерации – 721,7 тыс. чел. [Генеральный план..., 2021]. Динамика численности населения за последние годы свидетельствует об опережающем росте ближайшего к Белгороду окружения – Белгородского района (в 9 раз выше, чем по области), в то время как в целом по прилегающим районам, так и по Белгороду это превышение составляет 3 раза.

Аналогичная ситуация имеет место в части механического прироста населения. Так, в прилегающих к Белгороду районах в расчете на имеющееся население он в 2 раза выше, чем по области, а по Белгородскому району – в 3 раза (по Белгороду – на 15 %).

Коэффициент развитости для Белгородской агломерации (по шкале градации агломерации Института географии РАН) равен 2,15, что характеризует агломерацию как развивающуюся [Стратегия... Белгородской области..., 2021].

Следует отметить, что уровень реализации развития Белгородской агломерации в целом превышает плановый уровень более чем на 5 %. [Костыря, Сергеева, 2017].

С целью развития Белгородской агломерации один из инвестиционных проектов предусматривает развитие жилищного строительства, что активно осуществляется АО «БИК» (Белгородской ипотечной корпорацией).

Старооскольско-Губкинская агломерация существенно уступает Белгородской по площади и населению. Так, площадь ее территории – 3,2 тыс. км², население – 378,5 тыс. чел. Коэффициент развитости для Старооскольско-Губкинской агломерации (по шкале градации агломерации Института географии РАН) равен 0,62, что характеризует агломерацию как несформировавшуюся или потенциальную.

В агломерации тесно переплетены трудовые и производственные взаимоотношения двух территорий, связанные с освоением богатств Курской магнитной аномалии. Ежедневная маятниковая трудовая миграция составляет порядка 5 тыс. чел. В основном это работники крупных горно-металлургических предприятий АО «ОЭМК», ОАО «Стойленский ГОК» и АО «Лебединский ГОК», АО «Комбинат КМАруда».

Создание и развитие Старооскольско-Губкинской агломерации на базе предприятий металлургии, машиностроения и сопутствующих производств, ее институциональное структурирование с учетом возможностей инновационного развития способствуют достижению целей развития горно-металлургического кластера, внедрения и разработки новых инновационных технологий, обеспечения инновационного прорыва.

Охарактеризуем развитие Воронежской агломерации на основе информации «Генерального плана городского округа город Воронеж на 2021–2041 годы», утвержденного решением Воронежской городской думы от 25.12.2020 № 137-V.



Следует заметить, что Воронежская область обладает рядом особенностей пространственного развития, создающих как положительные эффекты, так и проблемы социально-экономического развития региона. Первая особенность – асимметричная пространственная организация территории, где наиболее устойчивая система расселения агломерационного типа сосредоточена в зоне влияния регионального центра г. Воронеж. В урбанизированных районах, прилегающих к г. Воронежу, плотность населения более чем в 10 раз превышает плотность в восточных и южных районах области. Такое расположение ядра системы расселения задает восходящий вектор развития северо-западной части Воронежской области.

Второй существенной особенностью Воронежской области является отсутствие на ее территории крупных и больших городов с высокоразвитой инфраструктурой. Города, следующие по значимости за миллионным Воронежем, субрегиональные центры – г. Россошь и г. Борисоглебск, имеют численность населения порядка 63 тыс. чел. и не могут составить существенную конкуренцию г. Воронежу в части инфраструктурного обеспечения и социально-экономического развития региона в целом. На территории воронежской агломерации проживает 1,3 млн чел., что составляет 56 % всего населения области. Городская застройка «врастает» в сельскую местность, формируя город в пригороде. Административные границы города меняются. По прогнозу, частью Воронежа станут Отрадненское и Яменское поселения. Объемы жилищного строительства в г. Воронеже и прилегающих территориях существенно превышают темпы прироста населения [Подготовка..., 2020].

В соответствии с особенностями и перспективными направлениями пространственного развития воронежского метрополисного ареала его приоритетами служат: сбалансированное и эффективное развитие территории Воронежской агломерации; полицентрическое развитие Воронежской области на базе субрегиональных центров г. Россошь и г. Борисоглебска, а также городов – опорных центров (Лиски, Бобров, Бутурлиновка, Павловск, Калач, Острогожск, Богучар, пгт Анна) как территорий роста экономики и повышения качества жизни населения; снижение темпов концентрации населения в административном центре региона и «сжатия» освоенного пространства.

Выявим современные основные тенденции и приоритеты развития Курской агломерации, оценить которые позволяет «Стратегия социально-экономического развития Курской области на период до 2030 года», утвержденная распоряжением администрации Курской области 02.12.2020 № 733-ра.

Ядро агломерации – город Курск. В состав Курской городской агломерации включены город Курчатов, а также Курчатовский, Октябрьский, Тимский, Фатежский, Щигровский, Медвенский и Золотухинский районы [Стратегия... Курской области..., 2021].

Основные мероприятия стратегического развития агломерации состоят в следующем: формирование перспективного транспортного, экологического и расселенческого каркаса Курской агломерации; выделение ядер первого и второго порядка, выделение зон опережающего развития внутри агломерации; выявление существующей и потенциальной специализации отдельных территорий Курской агломерации; внедрение механизмов распределения финансирования инфраструктурных проектов по развитию агломерации с учетом численности населения ядер агломерации; обеспечение доступности социальной инфраструктуры в рамках Курской агломерации независимо от места жительства граждан в рамках агломерации; развитие сети автомобильных дорог в составе агломерации. Перспективное расширение границ Курской агломерации запланировано, прежде всего, с ориентацией на оптимальный транспортный каркас метрополисной территории.

С точки зрения сравнительной оценки четырех рассматриваемых метрополисных ареалов, можно утверждать, что по уровню развития Белгородская агломерация близка

Воронежской, но с меньшей плотностью периферийных населенных пунктов, а Курская и Старооскольско-Губкинская агломерации менее развиты.

Проанализируем данные о трансформации земельного фонда регионов, которые характеризуют перманентные процессы социально-экономического развития, где определяющую роль играет наличие и эксплуатация разного рода ресурсов территорий. Вначале выявим динамику всего земельного фонда приграничных областей ЦЧР. Так, земли, находящиеся в пределах изучаемых территорий областей, составляют земельный фонд соответствующих субъектов РФ. Государственный учет земель осуществляется по категориям земель и земельным угодьям. Официальные статистические сведения о наличии и распределении земель содержатся в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН), в частности в Едином государственном реестре земель, находящимся в ведении Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестра).

Для выявления трансформаций категорий земель земельного фонда областей нами были систематизированы данные Государственных (национальных) докладов о состоянии и использовании земель в Российской Федерации, систематизированные и представленные нами в виде табличных данных (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Распределение земель Российской Федерации по категориям в разрезе изучаемых субъектов
Distribution of the lands of the Russian Federation by categories in the context of the studied subjects

Федеральные округа, субъекты Российской Федерации	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли промышленности и иного назначения	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса	Итого земель в административных границах
на 1 января 2004 года, тыс. га (%)								
Белгородская область	2012,3 (74,2)	317,8 (11,7)	35,2 (1,3)	2,4 (0,1)	215,8 (7,9)	2,2 (0,1)	128,5 (4,7)	2713,4 (100)
Воронежская область	4218,9 (80,8)	459,3 (8,8)	62,3 (1,2)	34,3 (0,7)	391,9 (7,5)	11,6 (0,2)	43,3 (0,8)	5221,6 (100)
Курская область	2268,3 (75,6)	417,2 (13,9)	49,9 (1,7)	5,3 (0,2)	219,2 (7,3)	4,6 (0,1)	35,2 (1,2)	2999,7 (100)
на 1 января 2020 года, тыс. га (%)								
Белгородская область	2088,9 (77,0)	346,6 (12,8)	38,4 (1,4)	2,8 (0,1)	228,0 (8,4)	2,2 (0,1)	6,5 (0,2)	2713,4 (100)
Воронежская область	4175,6 (80,0)	444,8 (8,5)	71,2 (1,4)	35,2 (0,7)	470,0 (9,0)	12,2 (0,2)	12,6 (0,2)	5221,6 (100)
Курская область	2272,2 (75,7)	423,1 (14,1)	51,6 (1,7)	5,4 (0,2)	224,0 (7,5)	6,5 (0,2)	16,9 (0,6)	2999,7 (100)

Составлено по: [Государственный (национальный) доклад ..., 2005; 2019]

В ходе реализации мероприятий по совершенствованию земельных отношений в каждом из субъектов производится: перевод земель из одной категории в другую; комплекс мер по эффективному управлению земельными ресурсами областей в целях своевременного изъятия и предоставления земель и их перераспределения [Зими́на, 2015]. Это определяет «пространственный рисунок», прежде всего в метрополисных ареалах территорий, где сконцентрирована существенная доля населения.

Прежде всего, нас интересовала динамика земель населенных пунктов и за счет каких категорий земельного фонда она изменялась. За анализируемый период в целом наблюдается тенденция, заключающаяся в расширении площадей земель населенных пунктов, прежде всего за счет перевода земель сельскохозяйственного назначения, примыкающих к городам и сельским населенным пунктам, площадь которых в свою очередь также в целом увеличивается путем перевода земель запаса в вышеуказанную категорию. Изменения в площадях населенных пунктов трех изучаемых областей, представлены на рис. 1.

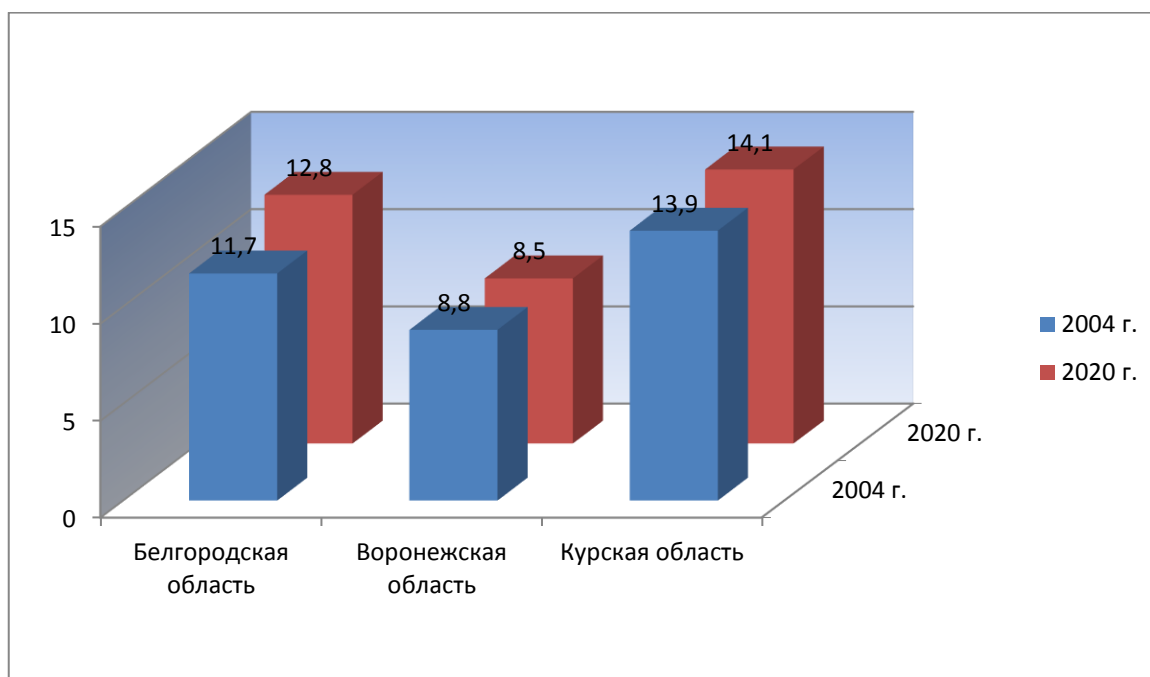


Рис. 1. Динамика категории земель – земли населенных пунктов, % от общей площади земельного фонда соответствующего субъекта РФ

Fig. 1. Dynamics of the land category – land of localities, % of the total area of the land fund of the corresponding constituent entity of the Russian Federation

Белгородская и Курская области демонстрируют положительную динамику процентной доли земель населенных пунктов в общей структуре земельного фонда. Для Белгородской области эти диагностические показатели составили за период с 2004 по 2020 гг. 11,7 и 12,8 %, а для Курской области соответственно 13,9 и 14,1 %.

Общая площадь земель населенных пунктов Воронежской области в структуре земельного фонда практически не изменилась, при этом констатируется некоторое уменьшение с 8,8 % до 8,5 %, что может быть объяснено на основе анализа данных докладов о состоянии и использовании земель области, характеризующих ее специфику. Данной ситуации способствовало несколько обстоятельств. Так, при проведении работ по установлению границ городских и сельских населенных пунктов произошли уточнения площадей, при этом площадь земель городских населенных пунктов увеличилась, а площадь земли сельских населенных пунктов уменьшилась. Кроме того, произошел некоторый рост площадей земель промышленности и лесного фонда. Так, только за 2015 г. в отчете Росреестра по Воронежской области отражены данные об уменьшении площади земель городских населенных пунктов на 22,2 тыс. га (перевод 22,1 тыс. га городских лесов городского округа город Воронеж и городского округа город Нововоронеж в категорию земель лесного фонда, а также перевод 0,1 тыс. га в категорию земель особо охраняемых территорий).

В качестве тестового объекта для оценки трансформации метрополисных ареалов на основе детальной динамики категории земель населенных пунктов была выбрана Белгородская область. Выбор данного объекта обусловлен наиболее значимым масштабом внедрения региональных программ поддержки индивидуального жилищного строительства, способствующего расширению и локализации «пространственного рисунка» метрополисных территорий.

В соответствии с данными государственной статистической отчетности, площадь земельного фонда Белгородской области за оцениваемый период составляет 2713,4 тыс. га. В период с 2004 по 2020 гг. в целом площадь земель населенных пунктов области увеличилась на 28,8 тыс. га. Ежегодно в категорию земель населенных пунктов переводятся площади из других категорий (табл. 2).

Таблица 2
Table 2Трансформация земель населенных пунктов Белгородской области
Land transformation of settlements of the Belgorod region

Годы	Площадь (тыс. га)	Изменения относительно предыдущего года, %	Категории земель, из которых произведен перевод в земли населенных пунктов (НП)
2004	317,8	+0,8	Корректировки вследствие инвентаризации земель
2005	325,8	+7,2	Земли сельскохозяйственного назначения
2006	328,2	+2,4	Земли сельскохозяйственного назначения
2007	329,9	+1,7	Земли сельскохозяйственного назначения
2008	329,9	–	–
2009	332,5	+ 2,6	Земли сельскохозяйственного назначения
2010	336,4	+3,9	Земли сельскохозяйственного назначения (3,8 тыс. га) и 0,1 тыс. га из земель запаса
2011	339,7	+3,3	Земли сельскохозяйственного назначения
2012	341,9	+2,2	Земли сельскохозяйственного назначения
2013	342	+0,1	Земли сельскохозяйственного назначения
2014	342	–	–
2015	343,7	+1,7	Земли сельскохозяйственного назначения
2016	345	+1,3	Земли сельскохозяйственного назначения
2017	348,8	+3,8	Земли сельскохозяйственного назначения
2018	346,6	–2,2	Корректировки при описании границ населенных пунктов
2019	346,6	–	–

Табличные данные свидетельствуют о том, что преимущественно сохранялась тенденция роста площадей земель населенных пунктов. Прирост значений за исследуемый период составлял от 0,1 % (к предыдущему году) до 7,2 %. Увеличение площадей земель населенных пунктов происходило преимущественно вследствие перевода из категории земель сельскохозяйственного назначения – в течение 11 лет относительно 16 лет выборки



данных. Только в 2010 г. 0,1 тыс. га перешла в данную категорию из земель запаса. Имеет место и корректировка в результате инвентаризации земельного фонда области. Отрицательная динамика наблюдалась только в 2018 г. относительно 2017 г. (–2,2 тыс. га), что обусловлено следующей ситуацией: при проведении работ по описанию границ населенных пунктов и внесению сведения в Единый государственный реестр недвижимости, площадь населенных пунктов была уточнена, в связи с чем произошло ее уменьшение на 1,8 га, а также из черты населенных пунктов были исключены садоводческие товарищества площадью 0,4 га.

Потребность в предоставлении земельных участков для индивидуального жилищного строительства в области, для развития промышленности и транспортной инфраструктуры обуславливает значительные масштабы изъятия земель из различных категорий областного земельного фонда [Даниленко, Нестерова 2014].

Таким образом, существует устойчивый тренд перманентного увеличения земель населенных, прежде всего в метрполисных ареалах. Рост таких территорий происходит за счет прилегающих к городам земель сельскохозяйственного назначения и, в существенно меньшей степени, за счет перераспределения фонда земель запаса [Чугунова, Кухарук, 2020].

Для подтверждения вышеуказанной закономерности проанализируем данные по изменению площадей земель населенных пунктов по административным районам Белгородской области.

Таблица 3
Table 3

Распределение площадей земель населенных пунктов по муниципальным образованиям Белгородской области
Distribution of land areas of settlements by municipalities of the Belgorod region

№ п/п	Муниципальное образование	Категория – земли населенных пунктов, тыс. га	№ п/п	Муниципальное образование	Категория – земли населенных пунктов, тыс. га
1	Алексеевский	16,3	12	Красногвардейский	13,6
2	Белгородский	49,0	13	Краснояружский	5,4
3	Борисовский	8,8	14	Новооскольский	13,6
4	Валуйский	14,2	15	Прохоровский	19,0
5	Вейделевский	11,0	15	Ракитянский	13,6
6	Волоконовский	11,7	17	Ровеньский	13,4
7	Грайворонский	10,3	18	Старооскольский	46,5
8	Губкинский	16,9	19	Чернянский	11,7
9	Ивнянский	9,2	20	Шебекинский	24,5
10	Корочанский	18,0	21	Яковлевский	15,1
11	Красненский	7,0	Всего		348,8

Составлено по: [Геопортал..., 2021].

Суммарно площадь земель населенных пунктов муниципальных образований области, входящих в Белгородскую агломерацию, составляет 115,4 тыс. га, Старооскольско-Губкинскую агломерацию – 63,4 тыс. га, остальные районы – 170,0 тыс. га, что в процентном выражении соответственно: 33,1, 18, 2 и 48,7 % (рис. 2).

Таким образом, общая площадь земель населенных пунктов в двух агломерациях области занимает более половины площадей данной категории земельного фонда (51,3 %).



Рис. 2. Соотношение земель населенных пунктов, % от общей площади данной категории Белгородской области в двух агломерациях и за их пределами
Fig. 2. The ratio of the land of localities, % of the total area of this category of the Belgorod region in the two agglomerations and beyond

Статистические данные, отражающие динамику исследуемых приграничных областей ЦЧР по землям населенных пунктов, свидетельствуют о том, что за анализируемый период рыночных преобразований, связанных с введением частной собственности на землю, наблюдается тренд неуклонного роста землепользования в соответствии с Классификатором видов разрешенного использования земельных участков в виде жилой застройки, которая интенсивно развивается в пригородной зоне. Жилая застройка пригородных территорий характеризуется широким спектром видов разрешенного использования земельных участков, а именно: земельные участки для индивидуального жилищного строительства, малоэтажная многоквартирная жилая застройка, блокированная жилая застройка, среднеэтажная жилая застройка, многоэтажная жилая застройка (высотная застройка) [Об утверждении..., 2020].

Развитие строительства жилых комплексов способствует развитию инфраструктуры этих территорий, в том числе и инженерной, а также их благоустройству [Хомяков, 2016]. Данные, характеризующие некоторые показатели жилищных условий населения по трем областям, представлены в табл. 4–6.

Таблица 4
Table 4

Основные показатели жилищных условий населения г. Курска
The main indicators of housing conditions of the population of Kursk

Показатели	2005 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (весь жилищный фонд на конец года, квадратных метров)								
г. Курск	21,2	24,3	25,4	25,7	26,4	27,7	27,6	28,0
Жилищный фонд на конец года, общая площадь жилых помещений, (тысяч квадратных метров)								
Городской жилищный фонд (г. Курск) – всего	15499,1	17697,9	19072,2	19513,9	20116,8	20540,7	20956,7	21301,7
Ввод в действие индивидуальных жилых домов, (кв. метров общей площади)								
г. Курск	58197	59562	22986	62489	54817	61844	86306	87963

Составлено по: [Статистический ежегодник ..., 2019].



Таблица 5
Table 5

Основные показатели жилищных условий населения г. Воронежа
The main indicators of housing conditions of the population of Voronezh

Показатели	2006 г.	2008 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (весь жилищный фонд на конец года, квадратных метров)								
г. Воронеж	23,1	24,6	24,7	26,3	26,9	27,5	28,1	28,7
Жилищный фонд на конец года, общая площадь жилых помещений, (тысяч квадратных метров)								
Городской жилищный фонд (г. Воронеж) – всего	21284,4	22770,7	24178,7	26942,9	27777,1	28571,1	29458,4	30291,1
Ввод в действие индивидуальных жилых домов, (квдратных метров общей площади)								
г. Воронеж	695256	848379	730994	123750	66290	107838	291379	326225

Составлено по: [Показатели экономического и социального ..., 2019].

Таблица 6
Table 6

Основные показатели жилищных условий населения Белгородской области
The main indicators of housing conditions of the population of the Belgorod region

Показатели	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (весь жилищный фонд на конец года, квадратных метров)								
в городской местности	19,6	21,7	24,3	26,6	27,2	27,6	28,2	28,8
Жилищный фонд на конец года, общая площадь жилых помещений, (тысяч квадратных метров)								
Городской жилищный фонд – всего	19218	21567	24644	27658	28386	28812	29466	30122
Ввод в действие индивидуальных жилых домов, (квдратных метров общей площади)								
в городах и поселках городского типа	481,9	590,3	681,0	855,3	722,2	85,6	665,1	705,1

Составлено по: [Основные показатели социально-экономического ..., 2020].

Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя в г. Курске с 2005 по 2019 гг., возросла с 21,2 до 28,0 м². Весь городской жилищный фонд в виде общей площади жилых помещений, за рассмотренный период, увеличился с 15499,1 до 21301,7 тыс. м². Ввод в действие индивидуальных жилых домов в г. Курске увеличился до 87963 м² общей площади. Все это характеризует положительную динамику реализации жилищных проектов, в первую очередь в пригородной зоне г. Курска.

Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя в г. Воронеже с 2006 по 2018 гг., возросла с 23,1 до 28,7 м². Весь городской жилищный фонд в виде общей площади жилых помещений за рассмотренный период увеличился с 21284,4 до 30291,1 тыс. м². Ввод в действие индивидуальных жилых домов в г. Воронеже варьировал, достигая максимальных значений 848379 м² общей площади (2008 г.) и минимальных в 2016 г. – 107838 м². Ввод объектов ИЖС затрагивает, прежде всего, пригородную зону г. Воронежа.

Индивидуальное жилищное строительство наиболее активно прогрессирует за годы земельной реформы и на территории Белгородской области относительно анализируемых Воронежской и Курской областей. Во всех городах и райцентрах области разработана и реализуется конкретная программа по индивидуальному усадебному жилищному строитель-

ству. Также созданы и действуют фонды по оказанию помощи населению в строительстве индивидуальных жилых домов. С 1992 по 2004 гг. площадь под индивидуальным жилищным строительством в целом по области возросла с 7,3 тыс. га до 10,9 тыс. га, которые были предоставлены за этот начальный период рыночных экономических реформ 74,2 тыс. гражданам [Доклад о состоянии ..., 2005]. Процессы, происходящие в последующие годы, вплоть до 2020 г. находят свое отражение в фактических материалах статистических сведений, представленных, в частности, в табл. 6.

Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя в Белгородской области с 2000 по 2019 гг., возросла с 19,6 до 28,8 м². Весь городской жилищный фонд в виде общей площади жилых помещений за рассмотренный период увеличился с 19218 до 30122 тыс. м². Ввод в действие индивидуальных жилых домов в городах и поселках городского типа увеличился с 481,9 до 705,1 тыс. м² общей площади. Более активно, чем в Белгороде, в прилегающих районах ведется жилищное строительство. Так в Белгородском районе строится в 1,8–3,6 раза больше жилья, чем в Белгороде. Строительство преимущественно индивидуальное (70 %). Все это характеризует положительную динамику реализации жилищных проектов, в первую очередь в пригородной зоне городов Белгорода, Старого Оскола и Губкина.

В данном исследовании мы попытались рассмотреть вопросы формирования метраполисных ареалов приграничных ЦЧР в сопряжении с задачами землеустройства, которое представляет собой систему государственных мероприятий, направленных на рациональную организацию использования и охраны земель на основе территориального планирования. При этом мы уделили особое внимание такой значимой категории земель земельного фонда, какой являются земли населенных пунктов.

Основная доля земельных платежей в системе налогообложения, поступивших в бюджеты всех уровней (порядка 80 %), формируется за счет поступлений от использования земель промышленности, транспорта и других земель, расположенных в черте населенных пунктов. Поэтому данная категория является основой управления земельным фондом субъектов РФ, в том числе и метраполисными ареалами, являющимися авангардом инновационного развития.

Заключение

Решение задач, поставленных для достижения цели исследования, позволило выявить достаточно эффективный инструментарий для выявления тенденций роста метраполисных ареалов на основе анализа трансформации землепользования вблизи разномасштабных населенных пунктов на примере приграничных с Украиной областей Центрально-Черноземного района, а именно, Воронежской, Белгородской и Курской областей.

Анализ динамики землепользования проводился по количественным показателям, которые можно считать индикаторными, в частности по соотношению площадей различных категорий земельного фонда рассматриваемых субъектов России, с акцентом на доли земель населенных пунктов. При этом установлено, что изученные области демонстрируют положительную динамику процентной доли земель населенных пунктов, поддерживаемую преимущественно вследствие перевода из категории земель сельскохозяйственного назначения.

Также были определены процентные доли площадей земель населенных пунктов, входящих в агломерации относительно общей площади данной категории, показавшие варьирование от 18,2 % до 51,3 %, в зависимости от развитости метраполисного ареала.

Нарастает тренд использования земель территорий метраполисных ареалов под малоэтажную индивидуальную жилую застройку за счет освоения территорий приго-



родной зоны городов, являющихся центрами агломераций с сопряженными сельскими территориями. Мониторинг процессов, связанных с метрополизацией – это значимый компонент регионального управления, отвечающего решению задач устойчивого развития территорий.

Список источников

1. Генеральный план развития городского округа «город Белгород» до 2025 г. Официальный сайт Департамента строительства и транспорта Белгородской области. Электронный ресурс. URL: <https://www.belgorodstroy.ru/documents/10463.html> (дата обращения: 07.04.2021).
2. Геопортал Русского географического общества. Электронный ресурс. URL: <https://geoport.ru/record/5011> (дата обращения: 05.05.2021).
3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005 году Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. Электронный ресурс. URL: https://rosreestr.gov.ru/upload/documenty/doc_gosdoc2005.pdf (дата обращения: 07.05.2021).
4. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. Электронный ресурс. URL: <https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr.12.pdf> (дата обращения: 07.05.2021).
5. Доклад о состоянии и использовании земель Белгородской области за 2005 год. Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. Электронный ресурс. URL: <https://rosreestr.gov.ru> (дата обращения: 08.05.2021).
6. Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков : Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 10.11.2020 № П/0412. Электронный ресурс. СПС «Гарант». URL: <https://base.garant.ru> (дата обращения: 15.04.2020).
7. Основные показатели социально-экономического положения муниципальных районов и городских округов Белгородской области (2015–2019 гг.). 2020. Белгород, Белгородстат, 292 с.
8. Подготовка актуализированного генерального плана городского округа город Воронеж на 2021–2041 годы. 2020. Москва, 511 с.
9. Показатели экономического и социального развития городских округов и муниципальных районов Воронежской области. 2019. Воронеж, Воронежстат, 180 с.
10. Статистический ежегодник Курской области. 2019. Курск, Курскстат, 444 с.
11. Стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года. Официальный сайт Губернатора и Правительства Белгородской области. Электронный ресурс. URL: <https://belregion.ru/documents/B0.pdf> (дата обращения: 11.05.2021).
12. Стратегия социально-экономического развития Курской области на период до 2030 года Официальный сайт Администрации Курской области. Электронный ресурс. URL: <https://seyminfo.ru/dorozhniki-obyasnili-chno-takoe-kurskaya-gorodskaya-aglomeraciya.html> (дата обращения: 12.05.2021).

Список литературы

1. Анохин А.А., Фёдоров Г.М. 2017. О соотношении процессов поляризации и выравнивания уровня социально-экономического развития субъектов Российской Федерации. Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 62 (4): 327–342. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2017.401.
2. Даниленко Е.П., Нестерова Н.В. 2014. Современное состояние и развитие землеустройства в Белгородской области. Вестник Белгородского Государственного Технологического Университета им. В.Г. Шухова, 3: 11–16.
3. Дружинин А.Г. 2010. Метрополизация и региональные метрополии: универсальное и специфическое в южнороссийском контексте. Научная мысль Кавказа. 3 (63): 57–62.

4. Дружинин А.Г. 2014. Метрополии и метрополизация в современной России: концептуальные подходы в политико-географическом контексте. Известия Российской Академии Наук. Серия Географическая, 1: 19–27.
5. Зими́на Д.А. 2015. Анализ и оценка изменения категории земель населенных пунктов на примере земель населенных пунктов Белгородской области. Материалы международной научно-технической конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 01–30 мая 2015 года. Белгород, Издательство: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова: 2206–2209.
6. Костыря А.В., Сергеева Т.С. 2017. Оценка реализации стратегии развития города Белгорода до 2025 года и выполнения плана мероприятий органов местного самоуправления на 2016 год. Вестник Белгородского Государственного Технологического Университета им. В.Г. Шухова, 5: 193–198. DOI: 10.12737/article_590878fb275474.55656173.
7. Кузин В.Ю. 2019. Процесс метрополизации современной России в контексте поляризации. Псковский регионологический журнал, 1 (37): 33–45.
8. Хомяков Д.А. 2016. Метрополизация. Архитектура и строительство России, 4 (220): 115–117.
9. Чугунова Н.В., Полякова Т.А., Морковская Д.Н. 2020. Метрополизация «региональных столиц» Центрально-Черноземного района в трансформации размещения населения. Вестник Воронежского Государственного Университета. Серия: География. Геоэкология, 4: 3–13. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.4/3060>.
10. Чугунова Н.В., Нарожняя А.Г. 2020. Внутренняя структура агломераций и городского пространства Центрально-Черноземного района средствами ГИС. Управление городом: Теория и практика, 3 (37): 55–62.
11. Чугунова Н.В., Кухарук Н.С. 2020. Процессы урбанизации в формировании метрополизации региональных столиц приграничных областей Центрально-Черноземного района России. В кн.: Общественно-географическая структура и динамика современного евразийского пространства: вызовы и возможности для России и её регионов. Материалы международной научной конференции в рамках XI ежегодной научной Ассамблеи Ассоциации российских географов-обществоведов. Владивосток, 14–20 сентября 2020 г. Владивосток, ТИГ ДВО РАН: 523–529.
12. Chugunova N., Polyakova T., Ignatenko S., Buryak Zh. 2019. Polarization of the Regional Settlement System as a Reflection of Neoliberal Urbanization Processes. In: Ecology, Economics, Education and Legislation. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. Bulgaria, 30 June – 6 July 2019. Albena, Bulgaria, 19 (5.2): 603–610. DOI:10.5593/sgem2019/5.2/S20.075.
13. Egedy T., Kovács Z., Kondor A.C. 2017. Metropolitan region building and territorial development in Budapest: the role of national policies. International Planning Studies, 22 (1): 14–29. DOI: 10.1080/13563475.2016.1219652.
14. Kinossian N. 2016. State-led metropolisation in Russia. Urban Research and Practice, 10 (4): 466–476. DOI: 10.1080/17535069.2016.1275619.
15. Lang T., Török I. 2017. Metropolitan region policies in the European Union: following national, European or neoliberal agendas? International Planning Studies, 22 (1): 1–13. DOI: 10.1080/13563475.2017.1310652.
16. Viturka M., Pařil V., Tonev P., Šařinka P., Kunc J. 2017. The metropolisation processes: a case of Central Europe and the Czech Republic. Prague Economic Papers, 26 (5): 505–522. DOI: 10.18267/j.pep.624.

References

1. Anokhin A.A., Fedorov G.M. 2017. The Correlation of the Processes of Polarization and Alignment of the Level of Social and Economic Development in the Subjects of Russian Federation. Bulletin of St. Petersburg State University, 62 (4): 327–342. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2017.401 (in Russian).



2. Danilenko E.P., Nesterova N.V. 2014. Sovremennoye sostoyaniye i razvitiye zemleustroystva v Belgorodskoy oblasti [The current state and development of land management in the Belgorod region]. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*, 3: 11–16.
3. Druzhinin A.G. 2010. Metropolisation and the Regional Metropolises: Universal and Particular in the South Russia Context. *Scientific Thought of Caucasus*, 3 (63): 57–62 (in Russian).
4. Druzhinin A.G. 2014. Metropolises and Metropolization in Modern Russia: Conceptual Approaches in the Context of Political Geography. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 1: 19–27 (in Russian).
5. Zimina D.A. 2015. Analiz i otsenka izmeneniya kategorii zemel' naseleennykh punktov na primere zemel' naseleennykh punktov Belgorodskoy oblasti. [Analysis and assessment of changes in the category of land in localities on the example of land in localities in the Belgorod region]. *Materials of the international scientific and technical conference of young scientists of BSTU named after V.G. Shukhov. Belgorod, 01–30 May 2015. Belgorod, Publishing house: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov: 2206–2209.*
6. Kostyrya A.V., Sergeeva T.S. 2017. Assessment of the Implementation of the Strategy for the Development of the City of Belgorod Until 2025 Year to Year 2016. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*, 5: 193–198. DOI: 10.12737/article_590878fb275474.55656173 (in Russian).
7. Kuzin V.Yu. 2019. Metropolisation Process of Contemporary Russia in the Context of Polarization. *Pskov Journal of Regional Studies*, 1 (37): 33–45. (in Russian).
8. Khomyakov D.A. 2016. Metropolizatsiya [Metropolization]. *Architecture and Construction of Russia*, 4 (220): 115–117.
9. Chugunova N.V., Polyakova T.A., Morkovskaya D.N. 2020. Metropolization of Regional Capitals of the Central Chernozem Region in the Transformation of Population Distribution. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, 4: 3–13. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.4/3060> 10 (in Russian).
10. Chugunova N.V., Narozhnyaya A.G. 2020. Internal Structure of Agglomerations and Urban Space of the Central Chernozem-Region Using GIS. *City management: Theory and practice*, 3 (37): 56–62 (in Russian).
11. Chugunova N.V., Kuharuk N.S. 2020. The processes of urbanization in the formation of the metropolization of the regional capitals of the border regions of the Central Chernozem region of Russia. *Socio-geographical structure and dynamics of the modern Eurasian space: challenges and Opportunities for Russia and its regions. Materials of the international scientific conference within the framework of the XI Annual Scientific Assembly of the Association of Russian Geographers and Social Scientists. Vladivostok, 14–20 September 2020. Vladivostok, TIG FEB RAS: 523–529 (in Russian).*
12. Chugunova N., Polyakova T., Ignatenko S., Buryak Zh. 2019. Polarization of the Regional Settlement System as a Reflection of Neoliberal Urbanization Processes. In: *Ecology, Economics, Education and Legislation. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. Bulgaria, 30 June – 6 July 2019. Albena, Bulgaria, 19 (5.2): 603–610. DOI:10.5593/sgem2019/5.2/S20.075.*
13. Egedy T., Kovács Z., Kondor A.C. 2017. Metropolitan region building and territorial development in Budapest: the role of national policies. *International Planning Studies*, 22 (1): 14–29. DOI: 10.1080/13563475.2016.1219652.
14. Kinossian N. 2016. State-led metropolisation in Russia. *Urban Research and Practice*, 10 (4): 466–476. DOI: 10.1080/17535069.2016.1275619.
15. Lang T., Török I. 2017. Metropolitan region policies in the European Union: following national, European or neoliberal agendas? *International Planning Studies*, 22 (1): 1–13. DOI: 10.1080/13563475.2017.1310652.
16. Viturka M., Pařil V., Tonev P., Šařinka P., Kunc J. 2017. The metropolisation processes: a case of Central Europe and the Czech Republic. *Prague Economic Papers*, 26 (5): 505–522. DOI: 10.18267/j.pep.624.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кухарук Наталья Степановна, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Полякова Татьяна Анатольевна, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Нарожняя Анастасия Григорьевна, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalia S. Kukharuk, associate professor of the Department of Environmental Management and Land Cadastre of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Tatiana A. Polyakova, associate professor of the Department of Environmental Management and Land Cadastre of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Anastasia G. Narozhnyaya, associate professor of the Department of Environmental Management and Land Cadastre of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia



УДК 543.31:542.08
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-382–392

Комплексный экспресс-анализ загрязнения вод

¹Маслова Н.В., ²Кочетова Ж.Ю.

¹Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Россия, 394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19

²ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А
E-mail: maslovanatvl@mail.ru, zk_vva@mail.ru

Аннотация. Проблема анализа вод различного генезиса обусловлена сложностью и динамичностью их состава. Стандартное определение некоторых показателей качества вод не отражает их реальное загрязнение и комплексное воздействие на живые системы. Существующие подходы к комплексной оценке вод по биотестам трудоемки, требуют специализированных лабораторий, поэтому мало применяются на практике. Цель работы – создание доступного для широкого круга потребителей способа экспресс-определения суммарного индекса загрязнения вод. В процессе исследования проведена оценка качества питьевых и сточных бытовых вод в г. Воронеж по стандартным методикам. Для альтернативного способа оценки суммарного загрязнения вод предложено устройство «электронный нос». Установлено, что с помощью устройства возможна надежная комплексная оценка загрязнения проб (без расшифровки химического состава) относительно эталонного образца «чистой» воды. Предложенный способ более точен, так как учитывает все загрязнители вод, а также продукты их взаимодействия, которые не определяют лабораторными методами в установленном порядке.

Ключевые слова: загрязнение вод, анализ вод, индекс загрязнения воды, Воронеж, пьезокварцевые резонаторы, электронный нос

Для цитирования: Маслова Н.В., Кочетова Ж.Ю. 2021. Комплексный экспресс-анализ загрязнения вод. Региональные геосистемы, 45(3): 382–392. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-382–392

Comprehensive rapid analysis of water pollution

¹Natal'ya V. Maslova, ²Zhanna Yu. Kochetova

¹Voronezh State University of Engineering Technologies,
19 Prospekt Revolyutsii, Voronezh, 394036, Russia

²Military Educational and Scientific Center Air Force
«N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy»,
54A Starykh Bol'shevikov St, Voronezh, 494064, Russia
E-mail: maslovanatvl@mail.ru, zk_vva@mail.ru

Abstract. The problem of analyzing waters of various genesis is due to the complexity and dynamism of their composition. The assessment of some physical, chemical and sanitary-bacteriological indicators of water quality does not give a complete picture of their real pollution and complex impact on living systems. The existing approaches to the integrated assessment of waters by biotests are characterized by high labor intensity, require specially equipped laboratories, therefore they are rarely used in practice. The aim of the work is to create an accessible method for express determination of the total water pollution index. In the course of the study, the quality of drinking and waste domestic water in the city of Voronezh was assessed, followed by the calculation of their total pollution index according to the standard methodology. An «electronic nose» type device is proposed as an alternative method for assessing the total water pollution. It is established that with the help of the device, a reliable comprehensive assessment of the contamination of samples (without decoding the chemical composition) is possible

relative to the reference sample of conditionally «clean» water. The method excludes the stage of sample preparation, the duration of analysis in the field does not exceed 3 minutes. The proposed total indicator of water pollution is accurate, since it takes into account all water pollutants, as well as products of their interaction, which are not determined by laboratory methods in the prescribed manner. The correlation analysis of the values of the total indicators of water pollution according to the standard and proposed schemes showed an average closeness of the relationship ($R^2 = 0,85$).

Keywords: water pollution, water analysis, water pollution index, Voronezh, piezo-quartz resonators, electronic nose.

For citation: Maslova N.V., Kochetova Zh.Yu. 2021. Comprehensive rapid analysis of drinking and waste water. Regional geosystems, 45 (3): 382–392 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-382–392

Введение

Циклическая схема использования чистых вод рек, озер, подземных источников для нужд человека и возвращения загрязненной воды в те же природные водоемы используется с самого зарождения крупных поселений. Предварительно очищенные сточные воды для повторного использования должны быть разбавлены пресной водой как минимум в 15 раз [Якуцени, Буровский, 2015]. С ростом населения городских агломераций до десятков миллионов человек, а также с распространением новых видов опасных и плохо разлагаемых загрязнителей, природа перестала справляться с очисткой воды. Однако на огромных территориях в условиях нехватки питьевой воды и экономических проблем циклическая схема водопользования остается единственно возможной. Это неизбежно приводит к уничтожению биоты водоемов, распространению болезней среди населения, возникновению эпидемий и военных конфликтов [Hu, Chen, 2013; Ismailov, Alieva, 2019].

В Российской Федерации с 2000 г. на модернизацию систем водоснабжения и водоотведения крупных городов выделяются немалые средства. Благодаря значительным запасам природных водных ресурсов, снижению производства (следовательно, и уровня загрязнения вод), а также за счет роста коммунальных тарифов, дефицит питьевой воды пока преодолевается. При этом качество питьевых и сточных вод оставляет желать лучшего, что вызвано самим подходом к решению проблемы, пробелами в законодательных актах, недостаточно полным мониторингом сточных вод [Kharitonov, 2017; Веницианов, Лепехина, 2019].

Качественный и количественный анализ вод проводят по санитарно-бактериологическим, физическим и химическим показателям [Стрижов и др., 2020]. Исследователи сталкиваются с проблемами, вызванными главным образом сложностью состава сточных вод и постоянно расширяющимся списком потенциальных загрязнителей. Химические компоненты могут характеризоваться высокой реакционной способностью и, в зависимости от разнообразных условий окружающей среды, образовывать те или иные продукты взаимодействия с еще большей опасностью, чем первичные загрязнители. Оценивать по стандартным методикам с применением даже новейших аналитических подходов все качественные комбинации образующихся токсикантов в различных их количественных соотношениях невозможно, так как состав сточных вод динамичен и может зависеть даже от погодных условий.

Из тысяч потенциально опасных для человека химических соединений всего 300 могут быть определены с применением современных методов анализа [Ушакова и др., 2016]. Обязательному контролю подлежит 34 показателя, а на практике зачастую анализируют меньше, что вызвано высокой стоимостью лабораторных исследований [СанПиН 2.1.3684-21, 2021]. Аналитический контроль вод любого генезиса подразумевает количественное определение веществ, подлежащих контролю, с последующим сравнением установленных



показателей с нормами, при этом не учитывается их комплексное воздействие на организм человека и объекты окружающей среды. Главным дефектом при таком подходе является то, что невозможно исследовать все многообразие содержащихся в водах токсикантов и сделать верный вывод о реальной опасности суммарного загрязнения вод.

Для разрешения проблемы комплексного анализа вод созданы системы биотестирования, в которых предлагается сочетать некоторые доступные и простые биотесты с аналитическими методами определения загрязнителей. Таким образом, удастся оценить общее воздействие всех загрязнителей вод на живые системы, а не по отдельным санитарно-бактериологическим и химическим показателям [Маханова, 2019; Cherkashin et al., 2019]. Этот анализ трудоемок, требует дополнительного оснащения лабораторий и специальной квалификации персонала.

Цель проводимых исследований – разработка экономичного, доступного способа экспресс-оценки качества вод различного генезиса, позволяющего в течение нескольких минут определить степень отклонения их химического состава от эталонного образца «чистой» воды.

Чистота воды является абстрактным показателем, так как даже после многостадийной очистки в ней всегда присутствуют различные примеси и растворенные газы. Поэтому точкой отсчета «чистоты» эталонного образца в работе принята дистиллированная вода.

Объекты и методы исследования

В г. Воронеж централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение доступно 98 % населения. Основной источник водоснабжения – подземные воды неоген-четвертичного водоносного горизонта. Эксплуатируется 11 водоподъемных станций, 7 из них расположены по берегам Воронежского водохранилища и гидравлически с ним связаны. Из официальных данных, ежемесячно публикуемых на сайте Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, следует, что качество питьевой воды в распределительной сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в 16 точках постоянного контроля отвечает гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Исследования, которые проводятся на протяжении десятков лет независимыми экспертами и учеными Воронежа, свидетельствуют о том, что качество питьевой воды в городе оставляет желать лучшего. В водопроводной воде, отобранной в различных районах города, отмечается превышение нормативов по содержанию железа, марганца, минерализации, показателю кислотности [Прожекина, Хруслова, 2013], по содержанию железа и марганца, общих колиформ, термотоллерантных колиформ, общего микробного числа, колифагов, по запаху и привкусу [Бережнова, Мамчик, 2010].

Независимых систематических исследований по уровню загрязнения бытовых сточных вод непосредственно в канализационных люках практически не проводилось, однако есть данные по загрязнению водных объектов г. Воронежа промышленными и бытовыми сточными водами, что отражено в ежегодных докладах о природоохранной деятельности городского округа Воронеж, а также в научных статьях [Васильева, Натарева, 2016; Коробкин, Косинова, 2018].

Для того, чтобы показать аналитические возможности разработанного способа, в качестве объектов исследования выбраны значительно различающиеся по химическому составу образцы воды: дистиллированная вода из «Медико-санитарной части № 97» и химической лаборатории ВУНЦ ВВС «ВВА» (пробы 0); питьевая вода из скважины поселка Гремяче (проба I); водопроводная вода из микрорайона Озерки (проба II); сточные бытовые воды Воронежского механического завода, отобранные в канализационном колодце на улице Острогжской (проба III), в трех различных колодцах на улице Ворошилова (пробы IV–VI).

Для репрезентативности результатов исследования пробы из каждого источника отбирали еженедельно в течение декабря 2020 г. и анализировали по стандартным методикам в аккредитованной лаборатории: по 25 показателям для сточных бытовых вод и по 30 показателям для питьевой воды. Для комплексной оценки качества исследуемых питьевых и сточных вод рассчитывали индекс загрязнения [Гагарина, 2012]:

$$\text{ИЗВ} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) / n,$$

где C_i и ПДК_i – фактическая и предельно допустимая концентрации i -того вещества; n – количество исследуемых веществ.

В качестве альтернативного метода экспресс-оценки комплексного загрязнения вод применяли метод пьезокварцевого микровзвешивания. Этот метод, благодаря высокой чувствительности и экономичности, нашел широкое распространение во многих сферах химического анализа, в том числе и для экологических исследований [Kotchetova et al., 2017; Kuchmenko, Lvova, 2019]. К его основным недостаткам относят низкую селективность чувствительных элементов – пьезокварцевых резонаторов (микровесов). Для повышения селективности на поверхность микровесов наносят пленки сорбентов различной природы, проявляющих сродство к индивидуальным компонентам или группе родственных соединений. Однако загрязненные воды являются сложными системами с переменным неизвестным составом, поэтому для их исследования необходимо использовать матрицу из нескольких микровесов, модифицированных разнородными сорбентами с перекрестной чувствительностью к анализируемым компонентам. Воронежскими учеными с помощью матрицы из 8 микровесов были идентифицированы некоторые летучие компоненты в пресной и морской водах, в том числе карбоновые кислоты, аммиак, амины, спирты, ацетон, толуол. Авторами отмечается высокое мешающее влияние паров воды на идентификацию компонентов при их концентрациях ниже 50 ПДК [Shuba et al., 2016].

В данной работе матрицу из 5 пьезокварцевых микровесов, модифицированных пленками сорбентов различной полярности (1 – полиэтиленгликоль-2000; 2 – тритон X-100, 3 – полидиметилсилоксан, 4 – родамин-6Ж, 5 – многослойные углеродные нанотрубки), использовали для комплексной оценки загрязнения вод. Для этого применяли устройство типа «электронный нос», схема которого приведена на рис. 1. Подробно конструкция устройства описана в патенте [Кучменко и др., 2007].

Пробы воды объемом 5 см³ при температуре $22 \pm 0,1$ °С помещают в чашку Петри и герметично закрывают корпусом ячейки детектирования объемом 20 см³ так, чтобы вода не соприкасалась с пьезокварцами. Пары воды и летучие компоненты исследуемой пробы самопроизвольно диффундируют в верхнюю часть ячейки детектирования к микровесам, где адсорбируются на пленочных покрытиях. Частота колебаний каждого пьезокварца уменьшается на величину ΔF_i (Гц), которая функционально связана с приращением массы адсорбированных компонентов воды на пленках сорбентов. В результате одного измерения получают 5 аналитических сигналов от пьезокварцевых резонаторов матрицы, которые затем объединяют в единый сигнал, визуализируемый в виде лепестковой диаграммы.

Диаграммы формируют, используя различные подходы: по абсолютному аналитическому сигналу каждого пьезокварца матрицы [Кочетова и др., 2002], с учетом кинетических особенностей сорбции смеси компонентов на отдельных пленочных сорбентах [Кочетова, 2002]. Важно зафиксировать изменение геометрии диаграммы при незначительном изменении состава пробы. Для анализа загрязненных вод в качестве суммарного аналитического сигнала использовали нормированные сигналы относительно максимального в матрице микровесов ($\Delta F_i / \Delta F_{\max}$), которые откладывали по осям диаграммы. Особенности кинетики сорбции учитывали путем фиксирования значений $\Delta F_i / \Delta F_{\max}$ в определенный момент времени τ (с). Время τ отражается по круговой шкале диаграммы. Оптимальное

время считывания аналитических сигналов микровесов определяется экспериментально для систем различного генезиса, как указано в ранее проведенной работе [Кочетова, 2002]. Для исследования загрязненных вод выбрано время считывания сигналов микровесов $\tau = 15, 30, 60, 90, 120$ с.

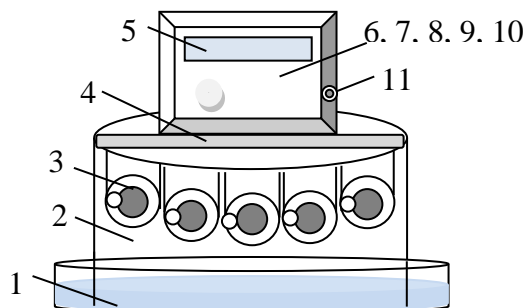


Рис. 1. Схема устройства типа «электронный нос» для комплексного анализа загрязнения вод:
1 – проба воды; 2 – ячейка детектирования с открытым входом; 3 – пьезокварцы; 4 – держатели пьезокварцев; 5 – электронное табло; 6 – генераторы колебаний пьезокварцев; 7 – микропроцессор; 8 – микрокатетер; 9 – аккумулятор; 10 – защитный корпус; 11 – разъем для подключения устройства к персональному компьютеру

Fig. 1. Diagram of the device of the "electronic nose" for the integrated analysis of water pollution:
1 – water sample; 2 – cell detection with an outdoor entrance; 3 – piezoquartz; 4 – holders piezoquartz; 5 – electronic display; 6 – oscillator piezoelectric quartz; 7 – microprocessor; 8 – microcatheter; 9 – battery; 10 – protective housing; 11 – connector to connect the device to a personal computer

Надо отметить, что фиксируются не только особенности испарения и диффузии летучих компонентов воды, но и наличие растворенных в ней минеральных соединений, ПАВ. Растворенные нелетучие соединения изменяют поверхностное натяжение воды и давление насыщенных паров, а, следовательно, влияют на особенности кинетики испарения как самой воды, так и присутствующих в ней летучих соединений.

Геометрическая форма лепестковой диаграммы – качественная характеристика метода пьезокварцевого микровзвешивания – строго индивидуальна для каждого испытуемого образца. Для комплексной оценки загрязнения вод предлагается с помощью программы для распознавания изображений рассчитывать степень отклонения геометрической формы диаграммы (СОД, % пикселей) испытуемого образца воды от диаграммы эталонной пробы.

Результаты и их обсуждение

Результаты анализа проб дистиллированной, питьевой и сточных вод, полученные в аккредитованной лаборатории, приведены в табл. 1. Исследуемая дистиллированная вода по всем показателям соответствует норме. Жесткость питьевой воды, отобранной из скважины в поселке Гремячем, превышает норматив в 2,2 раза. В пробах превышено содержание железа и марганца: в 1,2 и 1,8 раза в водопроводной воде; в 2,9 раза и 2,2 – в воде из скважины. По всем остальным показателям пробы питьевой воды соответствуют установленным нормативам, но следует отметить высокое содержание нитратов в воде, отобранной в жилом доме нового микрорайона Озерки г. Воронеж. Пробы сточных бытовых вод из четырех исследуемых канализационных колодцев Воронежского механического завода значительно различаются по химическому составу, так как имеют разные по природе источники загрязнения. Бытовые сточные воды включают стоки отдельных цехов завода, офисных помещений, столовой, душевых, туалетов. Во всех пробах зафиксировано многократное превышение концентрации фосфатов (ПДК = 0,2 мг/дм³), основными источниками которых являются продукты жизнедеятельности человека, бытовая химия, моющие средства.

Таблица 1
Table 1

Показатели качества вод
Water quality indicators

Показатель	Пробы воды							
	Дистиллированная		Питьевая		Сточная бытовая			
	0		I	II	III	IV	V	VI
pH, ед. pH	5,8±0,2	5,7±0,2	6,9±0,2	7,2±0,2	8,7±0,2	8,3±0,2	7,7±0,2	7,3±0,2
Нитраты, мг/дм ³	< 0,2	< 0,2	15,2±3,0	35,2±7,04	60,7±9,8	12,4±2,5	19,5±3,1	69,4±10,1
Нитриты, мг/дм ³	–	–	< 0,02	< 0,02	0,35±0,05	2,30±0,47	0,27±0,04	1,6±0,28
Хлориды, мг/дм ³	< 0,02	< 0,02	23,0±0,5	< 10,0	343,2±9,4	78,4±1,8	249,7±6,2	146,5±3,8
Ионы NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	< 0,02	< 0,02	< 0,04	< 0,04	1,41±0,40	50,6±6,0	3,10±0,60	15,0±2,8
Сульфаты, мг/дм ³	< 0,5	< 0,5	62,0±12,4	6,45±0,29	58,2±11,8	46,3±10,4	30,0±8,4	154,6±22,6
Фосфаты, мг/дм ³	–	–	–	–	0,77±0,10	16,9±2,4	0,77±0,10	1,15±0,21
Фториды, мг/дм ³	–	–	0,47±0,11	0,25±0,11	–	–	–	–
Хром (VI), мг/дм ³	–	–	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,016±0,008	0,016±0,008
Хром общий, мг/дм ³	–	–	–	–	< 0,01	< 0,01	0,021±0,009	0,018±0,008
Железо, мг/дм ³	< 0,05	< 0,05	0,29±0,04	0,12±0,04	0,17±0,03	0,85±0,10	0,93±0,12	0,13±0,02
Медь, мг/дм ³	< 0,02	< 0,02	< 0,001	< 0,001	0,040±0,009	0,015±0,005	0,072±0,016	0,020±0,004
Марганец, мг/дм ³	–	–	0,022±0,006	0,02±0,01	–	–	–	–
Алюминий, мг/дм ³	–	–	< 0,01	< 0,01	–	–	–	–
Цинк, мг/дм ³	< 0,2	< 0,2	–	–	0,002±0,0004	< 0,001	0,037±0,006	0,006±0,001
Нефтепродукты, мг/дм ³	–	–	–	–	0,063±0,010	0,34±0,04	0,23±0,03	0,38±0,04
Жесткость, °Ж	–	–	15,6±2,34	2,15±0,32	–	–	–	–
Взвешенные вещества, мг/дм ³	–	–	–	–	2,0	17,2	87,8	97,6
ХПК, мг O ₂ /дм ³	–	–	–	–	47,43±6,22	156,1±18,5	64,26±9,16	58,14±8,12
ПАВ, мг/дм ³	–	–	–	–	0,14±0,02	0,28±0,04	0,13±0,02	1,50±0,2
Окисляемость перманганатная, мг/дм ³	< 0,08	< 0,08	1,50±0,30	1,50±0,30	–	–	–	–
Удельная электропроводность, 20°C, См/м	(3,2±0,1) · 10 ⁻⁴	(3,1±0,1) · 10 ⁻⁴	–	–	–	–	–	–

Примечание: жирным шрифтом выделены показатели, превышающие нормативы, установленные СанПиН 1.2.3685-21; прочерк – показатели не определяли.

Максимальное содержание фосфатов зафиксировано в пробе 4, оно составляет 84 ПДК. В пробах 3 и 6 установлено превышение ПДК нитратов в ~1,5 раза. В пробах 4–6 концентрации ионов аммония превышают норматив, в пробе 4 их содержание равно 33 ПДК. При высоком содержании фосфор- и азотсодержащих соединений в воде активно развиваются микроорганизмы, при этом снижается содержание кислорода, активизируют-

ся процессы гниения. Во всех пробах отмечается повышенное значение ХПК. В пробах 4 и 6 незначительно превышено ПДК нефтепродуктов. Содержание исследуемых металлов соответствовало установленным нормативам, кроме железа в пробах 4 и 5. Проба 6 отличается от других сточных вод из канализационных колодцев трехкратным превышением норматива по содержанию поверхностно активных веществ.

Результаты расчетов интегрального показателя загрязнения вод приведены в табл. 2. Для расчета выбраны те показатели, которые либо превышают норматив, либо близки к нему (нитраты, хлориды, ионы аммония, фосфаты, нефтепродукты, ХПК – для сточных бытовых вод; нитраты, хлориды, ионы аммония; жесткость, содержание марганца и железа – для питьевой воды). Максимальное значение ИЗВ = 21 установлено для пробы сточных бытовых вод 4, что обусловлено их значительным загрязнением фосфатами и ионами аммония.

Результаты экспресс-оценки качества некоторых проб исследуемых вод предложенным способом изображены на рис. 2. Диаграммы для двух проб дистиллированной воды отличаются между собой менее, чем на 0,3 %. В качестве эталонного образца выбрана проба дистиллированной воды из «Медико-санитарной части № 97» (рис. 2, а). На рис. 2, б–г графически показано отклонение диаграмм сорбции паров исследуемых вод относительно эталонного образца. Степени отклонения геометрии диаграмм исследуемых проб воды от условно чистой приведены в табл. 2.

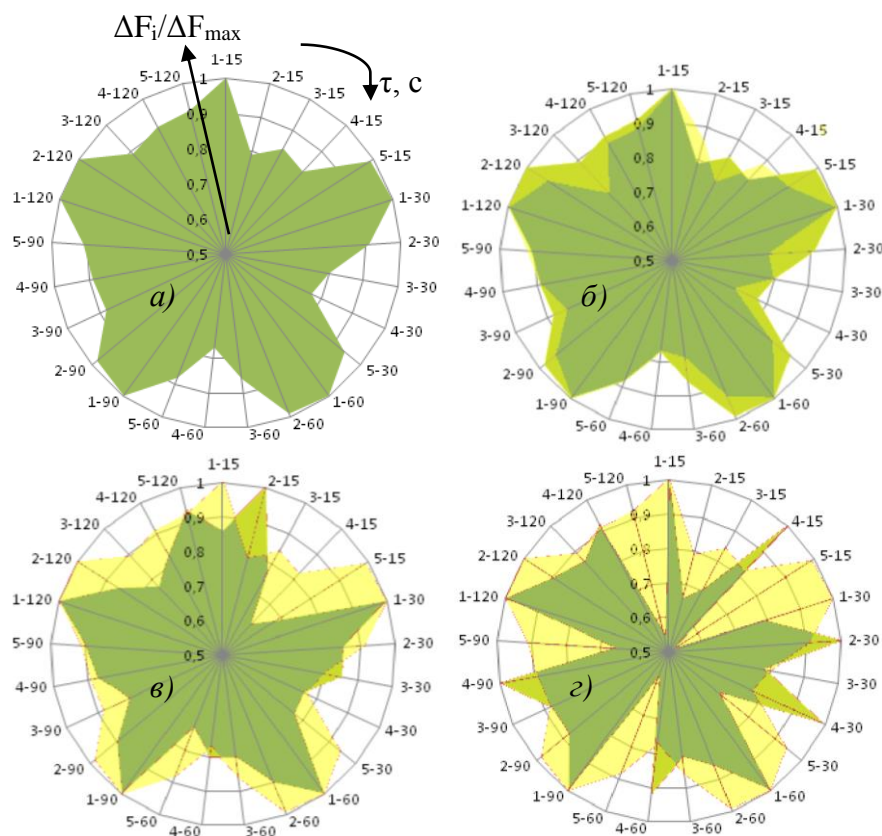


Рис. 2. Диаграммы сорбции паров: а – дистиллированной; б – питьевой, в, з – сточных бытовых вод

Fig. 2. Diagrams of the sorption of vapors of: а – distilled; б – drinking, в, з – domestic wastewater

Таблица 2
Table 2Интегральная оценка загрязнения питьевых и сточных вод
Integrated assessment of drinking water and wastewater pollution

Интегральный показатель загрязнения воды	Питьевая вода		Сточная бытовая вода			
	I	II	III	IV	V	VI
ИЗВ	0,14	0,28	1,5	21,0	1,7	3,5
СОД, %	1,7	2,2	6,7	44,2	7,3	9,4
Ранг загрязнения	очень чистая	чистая	умеренно загрязненная	чрезвычайно грязная	умеренно загрязненная	загрязненная

Коэффициент корреляции между значениями стандартного и предложенного индекса суммарного загрязнения воды составляет 0,85. Низкое значение коэффициента корреляции обусловлено тем, что при расчете ИЗВ невозможно учесть все параметры загрязнения воды. Для этого необходимо знать полный качественный состав проб и проводить детальный количественный анализ всех компонентов, что малоэффективно и не имеет смысла при рутинном экологическом мониторинге.

Заключение

Проведена комплексная оценка качества питьевых и сточных вод, отобранных в г. Воронеж, в соответствии со стандартной методикой расчета индекса ИЗВ и с помощью разработанного измерительного устройства типа «электронный нос» по степени отклонения диаграмм сорбции паров исследуемой воды от диаграммы эталонной «условно» чистой воды. В питьевых водах (из скважины и централизованного водоснабжения) отмечается высокое содержание железа и марганца. В сточных бытовых водах Воронежского механического завода обнаружено превышение нормативных значений по содержанию ионов аммония, фосфатов, железа, нефтепродуктов. Показатель ХПК для сточных вод превышен в 1,5–5 раз.

Разработанный способ оценки интегрального загрязнения вод любого генезиса по показателю СОД учитывает все загрязнители без расшифровки их качественного состава. Таким образом, предложенный показатель является более точным при оценке суммарного загрязнения вод, чем ИЗВ, рассчитываемый по отдельным показателям. Способ характеризуется экономичностью (низкие энерго- и ресурсопотребление измерительного устройства, требования к квалификации персонала); экспрессностью (анализ пробы воды с расчетом суммарного загрязнения не занимает более 3 мин), мобильностью измерительного устройства (не требуется пробоподготовка, возможно проведение измерений «на месте»). Разработанный способ может быть полезным для ранжирования проб по уровню загрязнения перед лабораторным детальным анализом, при угрозе развития чрезвычайных ситуаций в результате аварийных утечек; при оценке качества питьевой воды самими потребителями в бытовых условиях.

Авторы выражают благодарность сотрудникам «Медико-санитарной части № 97».

Список источников

1. Гагарина О.В. 2012. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы. Ижевск, Удмуртский университет, 197 с.
2. Коробкин А.В., Косинова И.И. 2018. Обобщение данных по техногенным гидрохимическим аномалиям на примере территории Воронежской области и г.Воронежа. ЗАО



«Геолинк Консалтинг». Электронный ресурс. URL: <http://www.geolink-consulting.ru/company/confer2/korobk.html> (дата обращения: 2 апреля 2021).

3. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Дата введения 28.01.2021 № 3.

4. Ушакова И.Г., Горелкина Г.А., Кадысева А.А., Широченко О.В. 2016. Физико-химический анализ воды. Омск, Омский аграрный университет, 64 с.

Список литературы

1. Бережнова Т.А., Мамчик Н.П. 2010. Оценка состояния водных объектов в местах водопользования населения г. Воронежа. *Фундаментальные исследования*, 9: 115–120.
2. Васильева М.В., Натарова А.А. 2016. Влияние сточных вод на водные объекты в Воронежской области. *Наука. Мысль: электронный периодический журнал*, 6 (7–1): 141–145.
3. Веницианов Е.В., Лепехина А.П. 2019. Актуальные проблемы водопользования в России. *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение*, 6 (138): 12–20.
4. Кочетова Ж.Ю. 2002. Определение легколетучих органических соединений в газовой фазе с применением пьезосорбционных сенсоров на основе синтетических и природных полимеров. Дис. ... канд. хим. Саратов, 143 с.
5. Кочетова Ж.Ю., Кучменко Т.А., Коренман Я.И. 2002. Способ определения фенола в газовой смеси с нитропроизводными. Патент РФ № RU 2188417 С1. Дата публикации 27.08.2002.
6. Кучменко Т.А., Кочетова Ж.Ю., Силина Ю.Е. 2007. Газоанализатор с открытым входом на основе пьезосенсоров. Патент РФ № RU 2302627 С1. Дата публикации 10.07.2007.
7. Маханова Е.В. 2019. Диагностика экологического состояния водоема: сопоставление результатов химического анализа, биотестирования и биоиндикации. *Вода и экология: проблемы и решения*, 2 (78):102–110. DOI: 10.23968/2305-3488.2019.24.2.102-110.
8. Прожорина Т.И., Хруслова И.П. 2013. Оценка качества централизованного питьевого водоснабжения г. Воронежа. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 1: 142–144.
9. Стрижов Н.К., Дубакова А.В., Лазарев А.А. 2020. Технологии водоподготовки на примере ООО «Краснодар водоканал»: анализ и рекомендации. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 2–3 (374–375): 53–56. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.14.
10. Якуцени С.П., Буровский А.М. 2015. *Политическая экология*. М. Берлин, Директ-Медиа, 426 с.
11. Cherkashin S.A., Simokon' M.V., Pryazhevskaya T.S. 2019. Analysis of the ecotoxicological conditions of Amur bay, the sea of Japan, by chemical and toxicological characteristics. *Water resources*, 46: 432–442. DOI: 10.1134/S0097807819030059.
12. Ismailov N.M., Alieva S.R. 2019. Potential role of groundwater in pollution of coastal water of the Caspian sea by organic pollutants. *Arid Ecosystems*, 9: 202–208. DOI: 10.1134/S2079096119030053.
13. Kharitonov G. 2017. Cross-border water use problems in Russia and Ukraine. *Science Almanac of Black Sea Region Countries*, 2 (10): 49–54. DOI: 10.23947/2414-1143-2017-10-2-49-54.
14. Kotchetova Z.Y., Kuchmenko T.A., Bazarsky O.V. 2017. Rapid assessment of soil pollution with kerosene using a carbon-nanotube-based piezosensor. *Moscow University Chemistry Bulletin*, 72: 63–68. DOI: 10.3103/S0027131417010084.
15. Kuchmenko T.A., Lvova L.V. 2019. A perspective on recent advances in piezoelectric chemical sensors for environmental monitoring and foodstuffs analysis. *Chemosensors*, 7 (3): 39. DOI: 10.3390/chemosensors7030039.
16. Shuba A.A., Kuchmenko T.A., Samoilova E.I., Bel'skikh N.V. 2016. Selection of a piezoelectric sensor array for detecting volatile organic substances in water. *Moscow University Chemistry Bulletin*, 71: 68–75. DOI: 10.3103/S0027131416010156.
17. Hu Y., Cheng H. 2013. Water pollution during China's industrial transition. *Environmental Development*, 8: 57–73. DOI:10.1016/j.envdev.2013.06.001.

References

1. Berezhnova T.A., Mamchik N.P. 2010. Otsenka sostoyaniya vodnykh obyektov v mestakh vodopolzovaniya naseleniya g. Voronezha [Water objects assessment in the water consumption places in Voronezh]. *Fundamentalnyye issledovaniya*, 9: 115–120.
2. Vasilyeva M.V., Natarova A.A. 2016. Effect of Sewage on Water Bodies in Voronezh Region. *A science. Thought: electronic periodic journal*, 6 (7–1): 141–145 (in Russian).
3. Venitsianov E.V., Lepikhin A.P. 2019. Actual Problems of Water Use in Russia. *Water purification. Water treatment. Water supply journal*, 6 (138): 12–20 (in Russian).
4. Kochetova Zh.Yu. 2002. Opredelenie legkoletuchih organicheskikh soedinenij v gazovoj faze s primeneniem p'ezosorbcionnyh sensorov na osnove sinteticheskikh i prirodnyh polimerov [Determination of volatile organic compounds in the gas phase using piezosorption sensors based on synthetic and natural polymers]. *Dis. ... cand. chem. sciences. Saratov*, 143 p.
5. Kochetova Zh.Ju., Kuchmenko T.A., Korenman Ja.I. 2002. Method for Detecting Phenol in Gas Mixture Containing Nitrate Derivatives. Patent RF № RU 2188417 C1. Date of publication 27.08.2002.
6. Kuchmenko T.A., Kochetova Zh.Ju., Silina Ju.E. 2007. Gas Analyzer with an Open Inlet on the Basis Of Piezosensors. Patent RF № RU 2302627 C1. Date of publication 10.07.2007.
7. Mahanova E.V. 2019. Diagnostics of the Water Body Ecological State: Comparing Results of Chemical Analysis, Bioassay and Bioindication. *Water and ecology*, 2 (78): 102–110. DOI: 10.23968/2305-3488.2019.24.2.102-110 (in Russian).
8. Prozorina T.I., Khruslova I.P. 2013. Assessment of the Quality of Centralized Drinking Water Supply in Voronezh City. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, 1: 142–144 (in Russian).
9. Strizhov N.K., Dubakova A.V., Lazarev A.A. 2020. Technologies of Water Treatment on the Example of the Llc "Krasnodar Vodokanal": Analysis and Recommendations. *News of institutes of higher education. Food technology*, 2–3 (374–375): 53–56. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.14 (in Russian).
10. Yakutseni S.P., Burovsky A.M. 2015. *Politicheskaya ekologiya [Political Ecology]*. Moscow-Berlin, Publ. Direct-Media, 426 p.
11. Cherkashin S.A., Simokon' M.V., Pryazhevskaya T.S. 2019. Analysis of the ecotoxicological conditions of Amur bay, the sea of Japan, by chemical and toxicological characteristics. *Water resources*, 46: 432–442. DOI: 10.1134/S0097807819030059.
12. Ismailov N.M., Alieva S.R. 2019. Potential role of groundwater in pollution of coastal water of the Caspian sea by organic pollutants. *Arid Ecosystems*, 9: 202–208. DOI: 10.1134/S2079096119030053.
13. Kharitonov G. 2017. Cross-border water use problems in Russia and Ukraine. *Science Almanac of Black Sea Region Countries*, 2 (10): 49–54. DOI: 10.23947/2414-1143-2017-10-2-49-54.
14. Kotchetova Z.Y., Kuchmenko T.A., Bazarsky O.V. 2017. Rapid assessment of soil pollution with kerosene using a carbon-nanotube-based piezosensor. *Moscow University Chemistry Bulletin*, 72: 63–68. DOI: 10.3103/S0027131417010084.
15. Kuchmenko T.A., Lvova L.V. 2019. A perspective on recent advances in piezoelectric chemical sensors for environmental monitoring and foodstuffs analysis. *Chemosensors*, 7 (3): 39. DOI: 10.3390/chemosensors7030039.
16. Shuba A.A., Kuchmenko T.A., Samoiloa E.I., Bel'skikh N.V. 2016. Selection of a piezoelectric sensor array for detecting volatile organic substances in water. *Moscow University Chemistry Bulletin*, 71: 68–75. DOI: 10.3103/S0027131416010156.
17. Hu Y., Cheng H. 2013. Water pollution during China's industrial transition. *Environmental Development*, 8: 57–73. DOI:10.1016/j.envdev.2013.06.001.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Маслова Наталья Владимировна, преподаватель I категории Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Кочетова Жанна Юрьевна, доцент кафедры физики и химии Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natal'ya V. Maslova, Teacher of the first category of the Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

Zhanna Yu. Kochetova, Associate Professor of the Department of Physics and Chemistry of the Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia



УДК 550.34:502/504
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-393–413

Анализ пространственных закономерностей воздействий промышленных взрывов на эколого-геологические системы горнодобывающих районов

¹Косинова И.И., ^{1,2}Надежка Л.И., ³Лисецкий Ф.Н., ^{1,2}Бударина В.А.,
^{1,2}Семенов А.Е., ⁴Павловский А.И.

¹Воронежский государственный университет,
Россия, 394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1,

²Единая геофизическая служба РАН,
Россия, 249035, г. Обнинск, пр. Ленина, 189,

³Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85,

⁴Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, Белоруссия,
Беларусь, 246019, г. Гомель, ул. Советская, 104,

E-mail: kosinova777@yandex.ru, nadezhka_ssm@geopys.vsu.ru, liset@bsu.edu.ru,
budarinav@yandex.ru, alexander.semenow@gmail.com, aipavlovsky@mail.ru

Аннотация. В настоящее время техногенные воздействия на среду обитания человека в значительной мере определяют степень ее комфортности. Горнодобывающая деятельность оказывает многопрофильное и интенсивное воздействие на компоненты окружающей природной среды. В связи с недостаточной изученностью данных процессов авторами проведен анализ временных и пространственных закономерностей воздействий промышленных взрывов на эколого-геологические системы горнодобывающих районов, дана характеристика сейсмических событий, возникающих при взрывах. Показано, что наблюдаемое увеличение интенсивности фоновых микросейсмических колебаний, изменение их спектрального состава под воздействием промышленных взрывов, а также регулярность проведения взрывов в разных карьерах оказывают значительное влияние на степень комфортности среды обитания и здоровье человека. Впервые выявлены радиусы формирования дискомфорта среды обитания в горнодобывающих районах, которые составляют 3000 м; нарушение устойчивости инженерных сооружений фиксируется на расстоянии до 50 км от источника; явления наведенной сейсмичности формируются в радиусе до 200 км от места проведения промышленных взрывов. Полученные результаты могут быть использованы в практике инженерного, строительного, селитебного и иных видов освоения территорий.

Ключевые слова: карьеры, промышленные взрывы, сейсмические воздействия, интенсивность, спектральный состав, среда обитания, здоровье человека.

Благодарности: работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 20-55-00010/20 и БРФФИ № Х20Р-284 «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов».

Для цитирования: Косинова И.И., Надежка Л.И., Лисецкий Ф.Н., Бударина В.А., Семенов А.Е., Павловский А.И. 2021. Анализ пространственных закономерностей воздействий промышленных взрывов на эколого-геологические системы горнодобывающих районов. Региональные геосистемы, 45(3): 393–413. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-393–413



Analysis of spatial regulations of impact of industrial explosions on ecological and geological systems of mining areas

¹Irina I. Kosinova, ^{1,2}Lyudmila I. Nadezhka, ³Fedor N. Lisetskii, ^{1,2}Victoria A. Budarina,
^{1,2}Alexander E. Semenov, ⁴Alexander I. Pavlovsky

¹Voronezh State University,

¹Universitetskaya Sq., Voronezh, 394018, Russia,

²Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences,
189 Lenin Ave., Obninsk, 249035, Russia

³Belgorod National Research University,
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia,

⁴Francysk Skaryna Gomel State University
104 Sovetskaya St, Gomel, 246019, Belarus

E-mail: kosinova777@yandex.ru, nadezhka_ssm@geopys.vsu.ru, liset@bsu.edu.ru,
budarinav@yandex.ru, alexander.semenow@gmail.com, aipavlovsky@mail.ru

Abstract. Currently, man-made impacts on the human environment largely determine the degree of its comfort. Mining activities have a multidisciplinary and intensive impact on the components of the natural environment, especially in the open-pit mining process. At the same time, seismic impacts are a significant geocological factor affecting the human environment. Within the Central Chernozem Economic Region (TSCHERD) of Russia, there are currently more than 20 industrial quarries in which ore and non-metallic minerals are extracted. The total amount of explosive used during a single industrial explosion varies in different quarries (from 5 to 2500 tons). Every year there are 350–400 or more explosions, and the released flow of seismic energy is 10^{10} – 10^{12} Joules. The article presents the results of the analysis of the temporal and spatial patterns of the impacts of industrial explosions on the ecological and geological systems of mining areas, describes the seismic events that occur during explosions, their intensity, spectral composition, and radius of their impact on the surrounding areas, habitat, and human health. It is shown that the observed increase in the intensity of background microseismic oscillations, changes in their spectral composition under the influence of industrial explosions, as well as the regularity of explosions in different quarries – all this has a significant impact on the degree of comfort of the environment and human health. The radii of the formation of an uncomfortable habitat are 3000 m; the violation of the stability of engineering structures is recorded at a distance of up to 50 km from the source; the phenomena of induced seismicity are formed within a radius of up to 200 km from the site of industrial explosions.

Keywords: quarries, industrial explosions, seismic impacts, intensity, spectral composition, habitat, human health.

Acknowledgments: This work was supported by grants RFBR No. 20-55-00010 / 20 and BRFR No. X20R-284 "Regularities of transformation of ecological functions of geospheres in large mining regions".

For citation: Kosinova I.I., Nadezhka L.I., Lisetskii F.N., Budarina V.A., Semenov A.E., Pavlovsky A.I. 2021. Analysis of spatial regulations of impact of industrial explosions on ecological and geological systems of mining areas. *Regional Geosystems*, 45 (3): 393–413 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-393–413

Введение

Центрально-Черноземный экономический регион является одним из наиболее развитых российских регионов. В экономическом плане он отличается широким спектром практической хозяйственной деятельности – от аграрной до промышленной и энергетической. Также в пределах ЦЧЭР активно осуществляется горнодобывающая и перерабатывающая деятельность, оценка влияния которых в различных аспектах проанализирована как в отечественных работах [Адушкин, Спивак, 1994; Адушкин, 1996; Спунгин, Перник, 1998; Кишкина, Спивак,

1999; Адушкин и др., 2000; Кишкина, 2000; Репина, Косинова, 2010; Адушкин и др. 2011; Семенов и др., 2011; Адушкин 2013; Адушкин, Маловичко, 2013; Полухин, Комащенко, 2014; Гриб и др., 2015; Косинова, 2015; Петин, Игнатенко, 2016; Еманов и др. 2019; Семенов и др., 2020; Тюпин, Хаустов, 2021], так и в работах зарубежных авторов [Kondela, Pandula, 2012; Gheorghiosu et al., 2015; Adushkin, 2018; Feher et al., 2021].

На территории промышленно развитого, избыливающего объектами повышенной опасности (Курская и Нововоронежская АЭС, Россошанский химкомбинат, объекты специального назначения, трубопроводы разного назначения и др.), густо заселенного Центрально-Черноземного экономического района (ЦЧЭР) производится добыча полезных ископаемых открытым способом в более чем 20 карьерах [Репина, Косинова, 2010; Семенов и др., 2011; Адушкин, Маловичко, 2013; Семенов и др., 2020]. Рис. 1 демонстрирует местоположение основных карьеров в пределах ЦЧЭР.

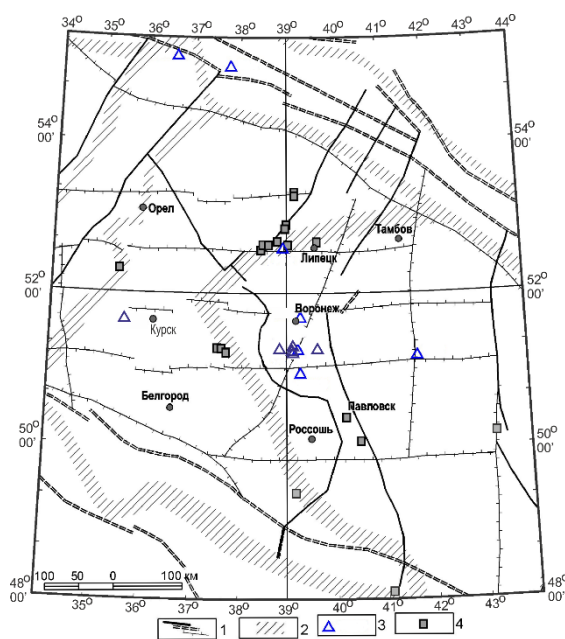


Рис. 1. Пространственное положение промышленных карьеров, в которых производятся наиболее мощные взрывы. Обозначения: 1 – тектонические нарушения разных рангов; 2 – зоны сочленения геологических блоков; 3 – пункты сейсмологического наблюдения региональной сети; 4 – промышленные карьеры

Fig. 1. The spatial position of the industrial quarries where the most powerful explosions are produced. Designations: 1 – tectonic disturbances of different ranks; 2 – zones of articulation of geological blocks; 3 – points of seismological observation of the regional network; 4 – industrial quarries

Анализ специфики данной деятельности, а также учет ее экологических последствий позволил выделить два типа горнодобывающих регионов, отличающихся характером добываемого сырья и экологическими последствиями его отработки. Первый тип, объединивший комплексную добычу рудного и нерудного сырья, характерен для Белгородской и Курской областей. Второй тип горнодобывающих районов характеризуется добычей и переработкой нерудного сырья.

При разработке месторождений происходит целый ряд негативных явлений, таких как нарушение природных гидрогеологических режимов подземных вод вследствие образования депрессионных воронок вокруг карьеров, значительное загрязнение почв, подземных и поверхностных вод. Возникающие при взрывах газопылевые облака существенно влияют на атмосферу, кроме того, крупные взрывы могут нарушать природный ландшафт, способствуя образованию обвалов, оползней и других негативных явлений [Коси-



нова, 2015; Семенов и др., 2020]. К сожалению, в настоящее время все еще считается обязательным при проектировании новых объектов в сейсмически неактивных регионах производить учет внешних вибросейсмических воздействий.

В этой связи целью настоящей работы является анализ временных и пространственных закономерностей воздействий промышленных взрывов на эколого-геологические системы горнодобывающих районов. Для достижения поставленной цели решался комплекс задач:

- анализ качественных и количественных характеристик промышленных взрывов, проводимых в настоящее время в пределах Центрально-Черноземного экономического региона;
- характеристика деформаций фоновых характеристик в результате сейсмического воздействия в процессе проведения разномасштабных промышленных взрывов;
- выявление пространственно-временных закономерностей преобразования сейсмического поля в пределах горнодобывающих районов;
- оценка слияния преобразования сейсмических характеристик поля на абиотические и биотические компоненты эколого-геологических систем.

Суммарное количество взрывчатого вещества (ВВ), используемого во время одного промышленного взрыва в карьерах, колеблется от 5 т до 2500 т. В карьерах Липецкой области, в которых добывается доломит и известняк в осадочном чехле, количество ВВ при производстве одного промышленного взрыва не превышает 50 т, в карьерах Воронежской области (карьеры «Павловский», «Тихий Дон») при добыче гранитного щебня количество ВВ при производстве одного промышленного взрыва составляет 100–300 т и более. Наиболее мощные (до 2500 т) взрывы производятся в карьерах, расположенных в Курско-Белгородском регионе («Железногорский», «Лебединский», «Стойленский»).

Ежегодно регистрируется 350–400 и более промышленных взрывов. При этом суммарный поток сейсмической энергии, который выделяется при добыче полезных ископаемых открытым способом в карьерах, ежегодно составляет 10^{10} – 10^{12} Дж с учетом, что сейсмическая энергия составляет только 2 % от полной энергии взрыва [Адушкин, Маловичко, 2013]. По суммарному потоку сейсмической энергии за год, выделившейся при производстве промышленных взрывов, ЦЧЭР занимает второе место в Европейской части России после Уральского экономического региона [Адушкин, 2013; Адушкин, Маловичко, 2013; Семенов и др., 2020].

Весьма значительный поток сейсмической энергии, распространяясь в неоднородной и нелинейной геологической среде от дневной поверхности до подошвы земной коры и глубже, накапливается на неоднородностях (зонах тектонических нарушений, зонах повышенной трещиноватости, границах блоков), создавая остаточные деформации [Адушкин, 1996; Адушкин и др., 2011; Адушкин, Маловичко, 2013]. Динамические воздействия с амплитудой, превышающей микросейсмический фон, приводят к возникновению остаточных деформаций, особенно если блок земной коры, геологический объект находится в квазистатическом напряжении [Адушкин и др., 2011, Надежка и др., 2019]. При однократном воздействии остаточные деформации могут быть незначительными, но при регулярном воздействии может развиваться эффект накопления малых возмущений на неоднородностях геологической среды, что приводит к эффекту насыщения и дальнейшей разрядки напряжений в виде землетрясений (эффект наведенной сейсмичности). Это одно из очень важных последствий сейсмических воздействий массовых взрывов на литосферу [Ананьин, 1988; Адушкин, Спивак, 1994; Адушкин, 2013]. Кроме того, возникающие при взрывах колебания (вибрации) в широком диапазоне частот (от долей Гц до 100 Гц и более) значительной интенсивности (от долей мкм/с до 1000 мкм/с и более) распространяются на значительные расстояния, существенно влияя на эколого-геологические системы.

Важным параметром при оценке динамических характеристик зданий, сооружений и других объектов жизнеобеспечения являются фундаментальные частоты колебаний грунтов. Под воздействием взрывов интенсивность микросейсмических колебаний увеличивается в зависимости от расстояния до источника, на 1–3 порядка и более в диапазоне частот от 0,2 Гц до 20 Гц. Известно, что значительная часть зданий и сооружений имеют собственные частоты в этом же диапазоне частот. В результате этого могут возникать резонансные явления, приводящие к преждевременному разрушению зданий, сооружений, нарушению целостности коммуникаций.

К сожалению, в настоящее время нормативные документы, которые регламентировали бы правила и обосновывали бы методику исследования влияния внешних вибрационных воздействий, вызванных промышленными взрывами при инженерных изысканиях, отсутствуют.

ЦЧЭР является районом с развитой инфраструктурой, высокой плотностью населения и наличием на его территории особо экологически ответственных объектов (АЭС, Россошанский химкомбинат и др.). С учетом того факта, что большая часть территории характеризуется на картах общего сейсмического районирования (ОСР-97-С, ОСР2015-С) фоновой сейсмичностью 6 баллов, проблема исследования вибросейсмических воздействий, вызванных многочисленными карьерными взрывами на эколого-геологические системы, является чрезвычайно важной и актуальной.

Особо важным является то обстоятельство, что увеличение интенсивности фоновых микросейсмических колебаний и изменение их спектрального состава в результате воздействий промышленных взрывов отрицательно сказывается не только на среде обитания, но и на здоровье человека. Фоновые сейсмические колебания, усиленные техногенным воздействием, способствуют появлению запредельных и вредных для человека вибраций, а регулярные воздействия способствуют накоплению негативных явлений в организме человека.

Из сказанного выше, очевидно, что проблема воздействия промышленных взрывов на литосферу, среду обитания и здоровье человека является многоплановой.

Методы исследования

Предлагаемый ниже анализ базируется на результатах сейсмологического мониторинга, выполняемого на территории ЦЧЭР Воронежским государственным университетом и Федеральным исследовательским центром «Единая геофизическая служба РАН» в течение 25 лет сетью сейсмических станций. Сейсмическая сеть включает 17 стационарных сейсмических станций, которые оснащены регистраторами «UGRA» и двумя типами сейсмометров: СМЗ-КВ и СМЗ-ОС. Регистрируются колебания скорости движения частиц грунта при производстве взрывов – сейсмические события в диапазоне частот 0,2–20,0 Гц. За период наблюдений зарегистрировано более 9000 сейсмических событий, возникающих при проведении взрывных работ в карьерах по добыче полезных ископаемых. В пяти промышленных карьерах («Железногорский» в Курской области; «Лебединский», «Стойленский» Белгородской области, «Павловский» и «Тихий Дон» в Воронежской области) добываются железная руда и гранитный щебень. Суммарное количество ВВ при массовых взрывах в этих карьерах колеблется от 100 т до 2500 т [Адушкин, 2013; Адушкин, Маловичко, 2013; Семенов и др., 2020]. При производстве взрывов возникают сейсмические колебания в широком диапазоне частот (от долей Гц до 100 Гц и более) значительной амплитуды (от долей мкм/с до 1000 мкм/с и более). При мощных взрывах в крупных карьерах ЦЧЭР возникают сейсмические события, максимальная локальная магнитуда которых составляет 3,6 [Адушкин, Маловичко, 2013], что соответствует 5–6 балльным землетрясениям. В карьерах Липецкой области добывается доломит и известняк. Максимальное количество ВВ при массовых взрывах в этих карьерах не превосходит 50 т. Возникающие

при производстве этих взрывов сейсмические события не столь интенсивные, однако частота производства их оказывает негативное влияние на состояние геологической среды [Репина, Косинова, 2010; Семенов и др., 2011; Семенов и др., 2020].

Анализ временной динамики проведения взрывных работ в течение 10 лет показал, что они проводятся в пределах Центрально-Черноземного экономического района во все дни недели, включая и выходные. На рис. 2 в качестве примера представлено распределение количества взрывов по дням недели в 2018–2019 гг.

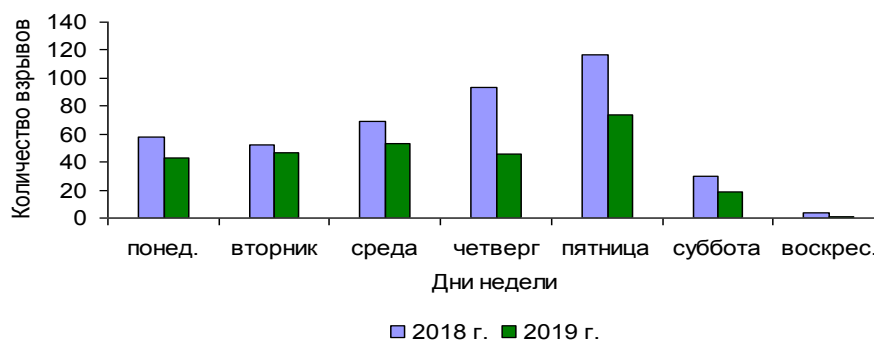


Рис. 2. Усредненная за год частота проведения промышленных взрывов в карьерах ЦЧЭР
 Fig. 2. Annual average frequency of industrial explosions in quarries in the CCER

Как свидетельствуют данные за 10 лет, наиболее часто взрывы производятся в четверг-пятницу. Минимальное количество взрывов производится в субботу, единичные – в воскресенье. Безусловно, в разные годы абсолютное количество взрывов в разные дни недели колеблется, но указанная общая тенденция сохраняется.

На рис. 3 представлена диаграмма изменения ежемесячного производства взрывов в течение 10 лет – с 2011 по 2020 гг.

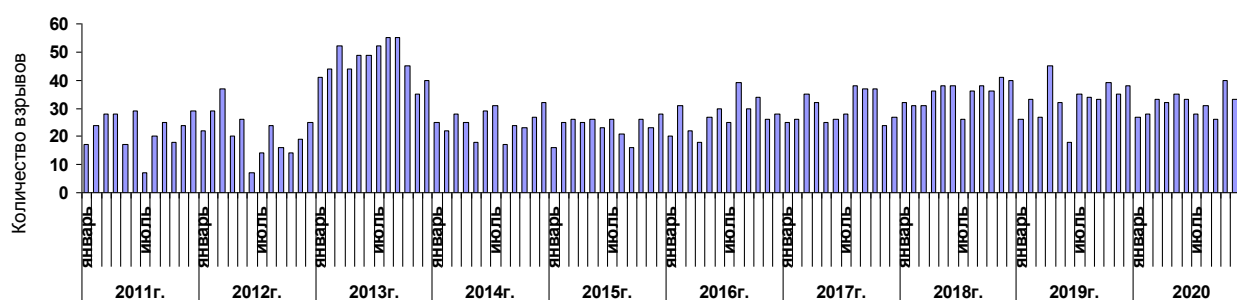


Рис. 3. Распределение числа взрывов по месяцам и годам за 2011–2020 гг.
 Fig. 3. Distribution of the number of explosions by month and year for 2011–2020

В процессе проведения сейсмического мониторинга выявлено, что ежемесячно в течение длительного промежутка времени происходит порядка 30 промышленных взрывов (см. рис. 3). В отдельные месяцы их число увеличивается до 45, т.е. взрывы происходят фактически ежедневно. Максимальное количество взрывов было произведено в 2013 г. (546), минимальное – 2014–2015 гг. (280, 300). С 2016 г. намечается тенденция ежегодного увеличения количества взрывов.

Такое интенсивное производство взрывных работ, безусловно, отражается на состоянии эколого-геологических систем не только верхних горизонтов литосферы, но и всей земной коры и верхов мантии. Свидетельством этого является, во-первых, суще-

ственное увеличение интенсивности микросейсмического фона [Семенов и др., 2011; Семенов и др., 2020], во-вторых, наличие в волновых формах сейсмических событий, вызванных взрывами, отраженных волн от подошвы земной коры и внутрикоровых глубинных границ.

С экологической точки зрения, важным является также время сейсмических воздействий (вибраций). На рис. 4 в качестве примера показано распределение производства взрывов по времени суток на основе обобщения данных за 2020 г. Однако, как свидетельствует анализ данных за более чем десятилетний период, время производства взрывов в крупных карьерах фактически не меняется. Некоторое перераспределение количества взрывов в карьерах Липецкой области по времени не меняет общей картины [Семенов и др., 2020].

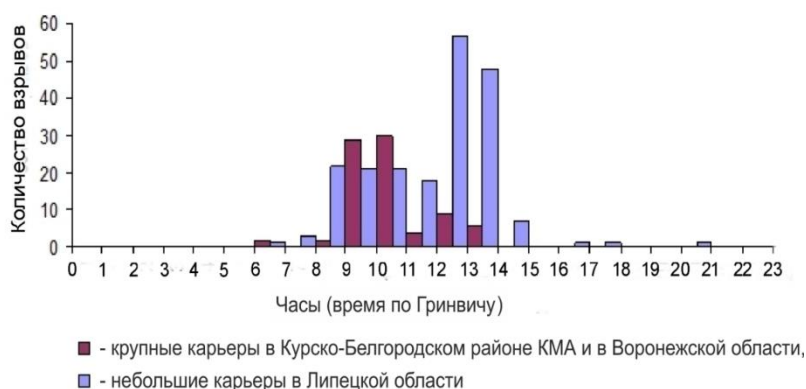


Рис. 4. Обобщенный за год график распределения по времени суток сейсмических событий, возникающих при производстве взрывных работ в карьерах, расположенных на территории ЦЧЭР
Fig. 4. A year-by-year summary of the time-of-day distribution of seismic events that occur during blasting operations in quarries located on the territory of the CCER

В крупных карьерах 90 % взрывов производятся с 8:00 до 11:00 [Семенов и др., 2020]. В карьерах, в которых добывается доломит и известняк (карьеры в Липецкой области), взрывы производятся фактически в течение всего рабочего времени, а в отдельных случаях даже в ночное время, т.е. четкой привязки по времени нет (см. рис. 4) [Семенов и др., 2020].

Энергетический класс (K_p) сейсмических событий, возникающих при производстве промышленных взрывов, изменяется от $K_p = 1,0$, т.е. энергия $E = 10$ Дж, до $K_p = 10,0$, т.е. выделившаяся при производстве таких взрывов энергия составляет 10^{10} Дж. В основном, взрывы в крупных карьерах создают сейсмические события 7–9 энергетических классов [Семенов и др., 2011; Семенов и др., 2020]. Исключение составляют взрывы в карьере «Железногорский». При производстве промышленных взрывов в этом карьере примерно 50 % возбуждаемых событий относится к 9,0 энергетическому классу, около 5 % – к 10,0 и только 1 % – к 7,0 энергетическому классу [Семенов и др., 2020].

Взрывы в карьерах Липецкой области создают сейсмические события, в основном 5 энергетического класса и ниже. Однако взрывы происходят практически ежесуточно, что, безусловно, оказывает негативное влияние на состояние эколого-геологических систем.

Из сказанного следует, что территория ЦЧЭР находится под постоянным сейсмическим воздействием, вызванным промышленными взрывами в многочисленных карьерах. В регионе ежесуточно производится, как минимум, один взрыв. Ситуация в ряде случаев осложняется еще и тем, что в разных крупных карьерах взрывы производятся в один и тот же промежуток времени и в одни и те же дни недели. Неоднократно взрывы в разных карьерах происходят с задержкой от нескольких минут до одного часа. В таких случаях возбуждаемые взрывами колебания суммируются, интенсивность и продолжительность воздействий увеличивается [Семенов и др., 2020].

С целью исследования характера изменения сейсмических событий, возникающих при взрывах, в зависимости от расстояния до источника, выполнен эксперимент. На разных расстояниях от источника – карьера «Павловский» – в пределах одной и той же геологической структуры (Лосевская шовная зона Воронежского кристаллического массива) была организована сеть сейсмических станций, которые оснащались регистраторами «UGRA» и сейсмометрами СМ-3КВ.

Выполнялась регистрация трех компонент волнового поля: вертикальной – Z-компоненты и двух горизонтальных: север-юг – N-компонента и восток-запад – E-компонента.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенного эксперимента были выявлены деформации фоновых характеристик сейсмического поля, возникших вследствие сейсмического воздействия в процессе проведения разномасштабных промышленных взрывов, а также определены пространственно-временные закономерности его преобразования в пределах горнодобывающих районов ЦЧЭР.

На рис. 5 представлены записи трех компонент сейсмического события на разных расстояниях от источника. Амплитуды нормировались по максимальному значению соответствующих компонент на фиксированных расстояниях.

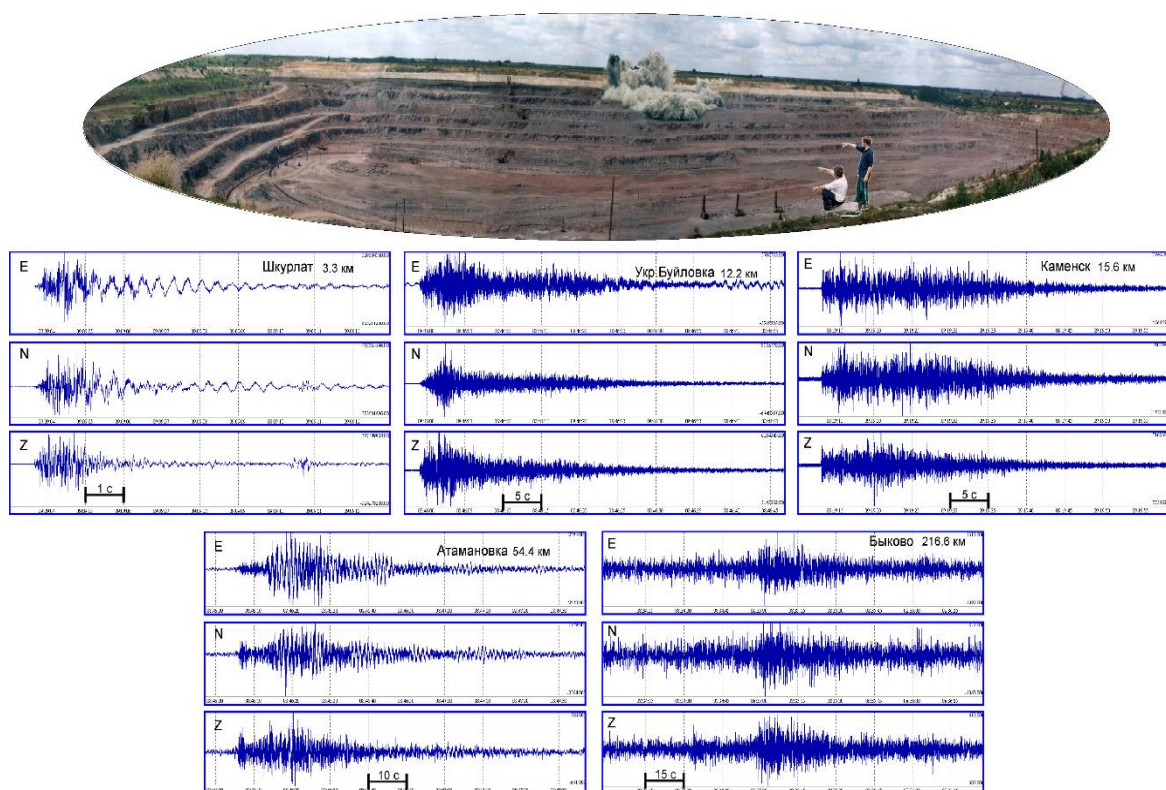


Рис. 5. Трехкомпонентные записи волновых форм промышленного взрыва в Павловском карьере на разных расстояниях от карьера. На графиках по горизонтальной оси – время в секундах, по вертикальной – амплитуда колебаний (амплитуды нормированы по максимальному значению амплитуд соответствующих компонент на соответствующих расстояниях)

Fig. 5. Three-component records of wave forms of an industrial explosion in the Pavlovsky quarry at different distances from the quarry. On the graphs on the horizontal axis – the time in seconds, on the vertical – the amplitude of the oscillations (the amplitudes were normalized by the maximum value of the amplitudes corresponding to the components at the corresponding distances)

Как видно из рис. 5, форма сигнала (всех компонентов) претерпевает значительные изменения, с одной стороны за счет рассеивания энергии, с другой – вследствие наличия в волновой форме отраженных волн от границ раздела в литосфере, интерференции волн разного типа. На близких расстояниях сейсмический сигнал короткий по времени, в нем выделяются цуги колебаний, обусловленные подрывом отдельных блоков. Начиная уже с 15 км, сигнал представляет собой единую волновую форму со сложной структурой. Время воздействия увеличивается в 5 раз по сравнению с воздействием на расстоянии порядка 5 км.

В целом наиболее значимые колебания фиксируются в течение 3 с. На расстоянии 54,4 км временной интервал воздействия увеличивается до 10 с, пять из которых отличаются наибольшим сейсмическим воздействием. Сейсмическая станция, расположенная в с. Быково в 216,6 км от карьера «Павловский», фиксирует наиболее длительные по времени колебания – 15 с. При этом все время воздействия амплитуда колебаний превышает микросейсмический фон. Зафиксировано, что подобные воздействия активизируют экзогенные процессы на расстоянии до нескольких сотен километров от источника. Аналогичные явления наблюдаются в регионах с активной добычей полезных ископаемых [Адушкин, 1996; Спунгин, Перник, 1998; Адушкин и др., 2000; Кишкина, 2000; Косинова, 2010; Семенов и др., 2011; Адушкин, 2013; Адушкин, Маловичко, 2013; Еманов и др. 2019; Репина, Семенов и др., 2020].

Значительное влияние на формирование волновых форм сейсмических событий (сигналов) от короткозамедленных карьерных взрывов оказывают локальные геологические условия [Кишкина, Спивак, 1999; Кишкина, 2000; Гриб и др., 2015; Косинова, 2015; Еманов и др. 2019]. Если геологическое строение литосферы на пути распространения сейсмического сигнала оказывает интегральное влияние, то анализ волновых форм в пунктах наблюдения дает представление о характере влияния локальных геологических условий [Семенов и др., 2020].

На рис. 6 представлен пример записи трех компонент сейсмического события, возникшего в результате взрыва в карьере «Павловский» двумя станциями: VAU7 – на расстоянии 120 км от карьера, и ABD1 – на расстоянии 140 км. Расстояние между станциями составляет 20 км. В этом случае методика подрыва не влияет на структуру сейсмического поля, особенности трассы в обоих случаях одинаковые, так как станции и карьер находятся в одной и той же крупной структуре Воронежского кристаллического массива – Лосевской шовной зоне. Однако записи волновых форм и амплитудно-частотные спектры их существенно различаются.

Как видно из рис. 6, общим в записях волновых форм сейсмического события разными станциями является наблюдаемое преобладание горизонтальных компонент над вертикальными. В спектре записей всех компонент сейсмического события в районе обеих станций на частотах менее 1,0 Гц (0,4–0,8 Гц) выделяется достаточно интенсивный спектральный максимум, превышающий спектральные амплитуды фоновых колебаний более чем в 10 раз. Наблюдаемый максимум сформирован спектральными амплитудами поверхностных волн Релея и Лява.

Однако морфология записей и амплитудно-частотные спектры на частотах выше 1,0 Гц в районе обеих станций значительно различаются.

В районе станции VAU7 интенсивность обоих горизонтальных компонент близка. В амплитудно-частотном спектре трех компонент сейсмического события наблюдается превышение более чем в 10 раз спектральных амплитуд сейсмического события над спектральными амплитудами фоновых колебаний. В районе станции VAU7 в спектрах горизонтальных компонент на фоне общего увеличения интенсивности спектральных амплитуд наблюдается два максимума в диапазоне частот 2,5–3,5 Гц и 7,0–10,0 Гц. В целом, несмотря на то что сейсмическая станция удалена от источника колебаний (карьер «Павлов-

ский») более чем на 100 км, наблюдается увеличение колебаний частиц грунтов в 10 раз по сравнению с фоновыми (см. рис. 5).

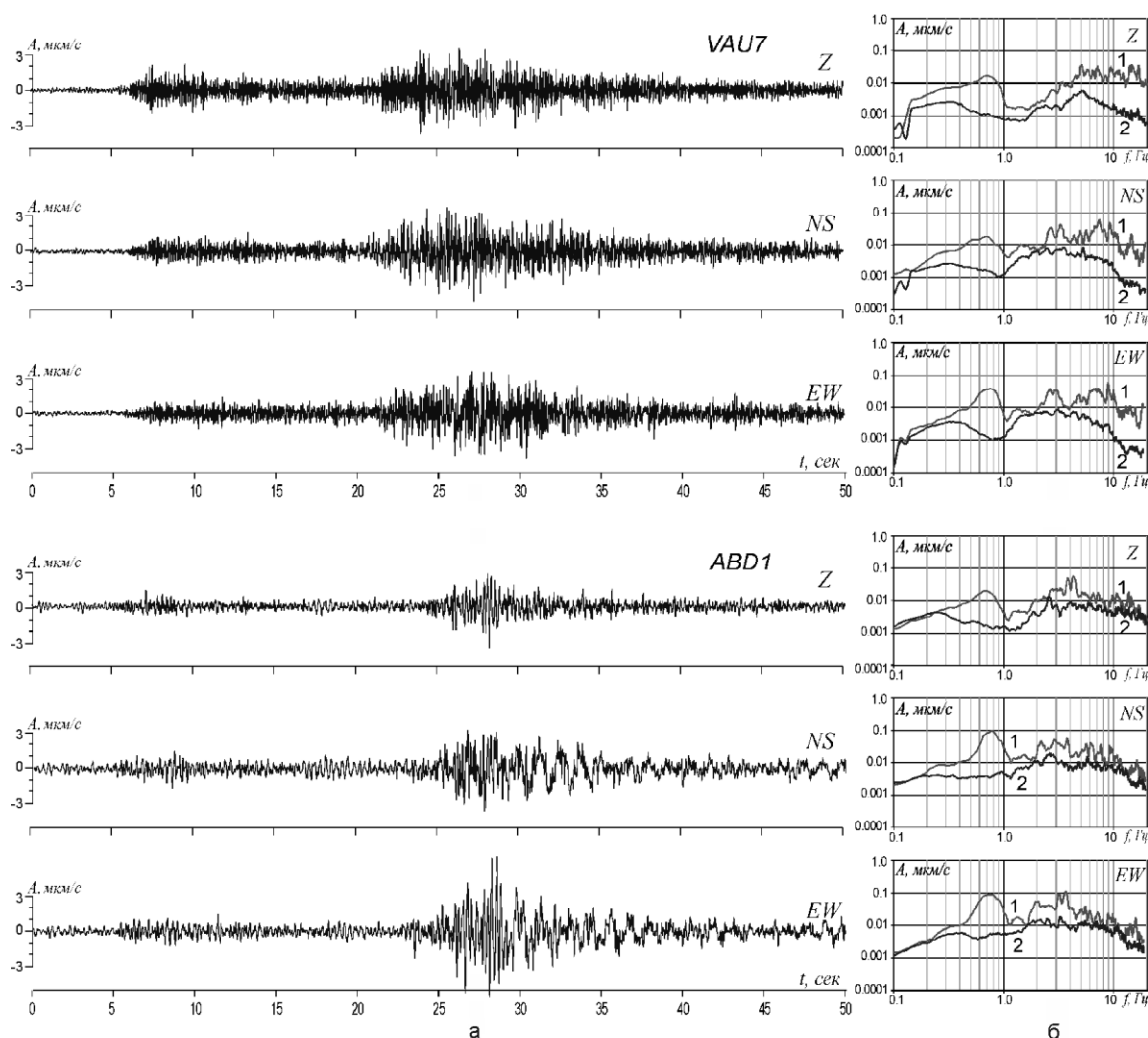


Рис. 6. Три компоненты записей сейсмического события, возникшего в результате взрыва в карьере «Павловский» (а) и амплитудно-частотные спектры его записей (1) и фона (2) (б) станциями, расположенными в различных локальных геологических условиях

Fig. 6. Three components of the records of a seismic event that occurred as a result of an explosion in the Pavlovsky quarry (a) and the amplitude-frequency spectra of its records (1) and background (2) (b) by stations located in different local geological conditions

Записи 3 компонент сейсмического события этого же взрыва в районе станции ABD1 и их амплитудно-частотные спектры отличаются в области частот выше 1 Гц. Амплитуды *E*-компонент существенно превышают величину амплитуды *N*- и *Z*-компонент сейсмического события. В амплитудно-частотные спектры горизонтальных компонент в области частот 2,0–4,0 Гц выделяются спектральные максимумы, превышающие спектральные амплитуды фоновых колебаний в 5–7 раз. В амплитудно-частотном спектре *Z*-компоненты максимум выражен слабее, превышение его над спектральными амплитудами фоновых колебаний составляет не более 3 раз. Выше 5,0 Гц спектральные амплитуды события и фоновых колебаний близки, в отличие от амплитудно-частотных спектров трех компонент события, записанного станцией VAU7, где выше 5,0 Гц спектральные ампли-

туды события превышают фоновые более чем в 10 раз. Этот факт может свидетельствовать, что геологическая среда в районе расположения сейсмической станции ABD1 в значительной степени рассеивает (поглощает) высокочастотные составляющие волнового поля сейсмических событий от массовых промышленных взрывов.

Различия в длине трассы на 20 км не играют существенной роли в формировании волновых форм сейсмического события, так как интегральные характеристики трассы в анализируемом случае одинаковы. Наблюдаемые различия в записях волновых форм и спектрах записей обусловлены локальными условиями в месте, где выполнены наблюдения. Не вдаваясь в подробное описание локальных отличий геологического строения, отметим, что станция VAU7 расположена фактически в зоне сочленения Среднерусской возвышенности и Окско-Донской впадины, где верхние горизонты геологической среды дезинтегрированы, частично обводнены. Станция ABD1 расположена в пределах Среднерусской возвышенности, где структура и вещественный состав как осадочного чехла, так и более глубоких горизонтов отличаются от условий расположения сейсмической станции VAU7.

Безусловно, промышленные взрывы различной мощности и с разной методикой подрыва в разных карьерах возбуждают сейсмические события, имеющие специфические черты. На близких расстояниях это короткие и интенсивные сейсмические сигналы. С увеличением расстояния от источника структура и интенсивность сейсмического события (сигнала) меняется. В зависимости от строения геологической среды на пути распространения сейсмического события (трассы), уменьшается его амплитуда и увеличивается время воздействия. Локальные геологические условия вносят существенный вклад в формирование волновых форм, интенсивность колебаний и их спектральный состав.

Проведенные исследования позволили оценить влияние техногенной сейсмичности на абиотические и биотические компоненты эколого-геологических систем, находящихся в зоне воздействия.

1. Характер влияния на абиотические компоненты эколого-геологических систем

А) Приповерхностная часть литосферы

В настоящей работе анализируются сейсмические события, возникающие при проведении взрывных работ в диапазоне частот 0,1–20,0 Гц.

Как было сказано выше, на формирование сейсмического сигнала от взрыва влияет методика производства короткозамедленного взрыва и количество используемого ВВ. На рис. 8 представлены записи одной станцией Z-компоненты и амплитудно-частотные спектры сейсмических событий, вызванных взрывами в карьере «Железногорский». Сейсмическая станция расположена в 52 км от центра карьера. Как видно на рис. 7, волновые формы отличаются по длительности, морфологии записи и интенсивности колебаний.

Амплитудно-частотные спектры записей Z-компоненты всех анализируемых сейсмических событий имеют общие и специфические черты. Судя по амплитудно-частотным спектрам, спектральные амплитуды вертикальной компоненты сейсмического события превышают спектральные амплитуды фоновых колебаний на порядок и более в диапазоне частот 0,4–20,0 Гц. Четко выделяются два максимума на частотах 0,4–0,8 Гц и 1,0–2,0 Гц. При этом превышение спектральных амплитуд сигнала над фоновыми колебаниями в диапазоне частот 1,0–2,0 Гц достигает, фактически двух порядков, т.е. составляет 100 раз. Выше трех Гц амплитудно-частотные спектры Z-компоненты имеют специфические черты, обусловленные методикой подрыва и количеством используемого ВВ. В диапазоне частот 10,0–20,0 Гц превышение спектральных амплитуд сейсмического события над фоновыми в отдельных случаях достигает фактически 1000 раз, в других – 100 раз.

Из сказанного следует, что промышленные взрывы даже на расстоянии более 50 км создают колебания в диапазоне частот 0,4–20,0 Гц, превышающие фоновые в основном в 10 раз, в районе спектральных максимумов в 1000 раз.

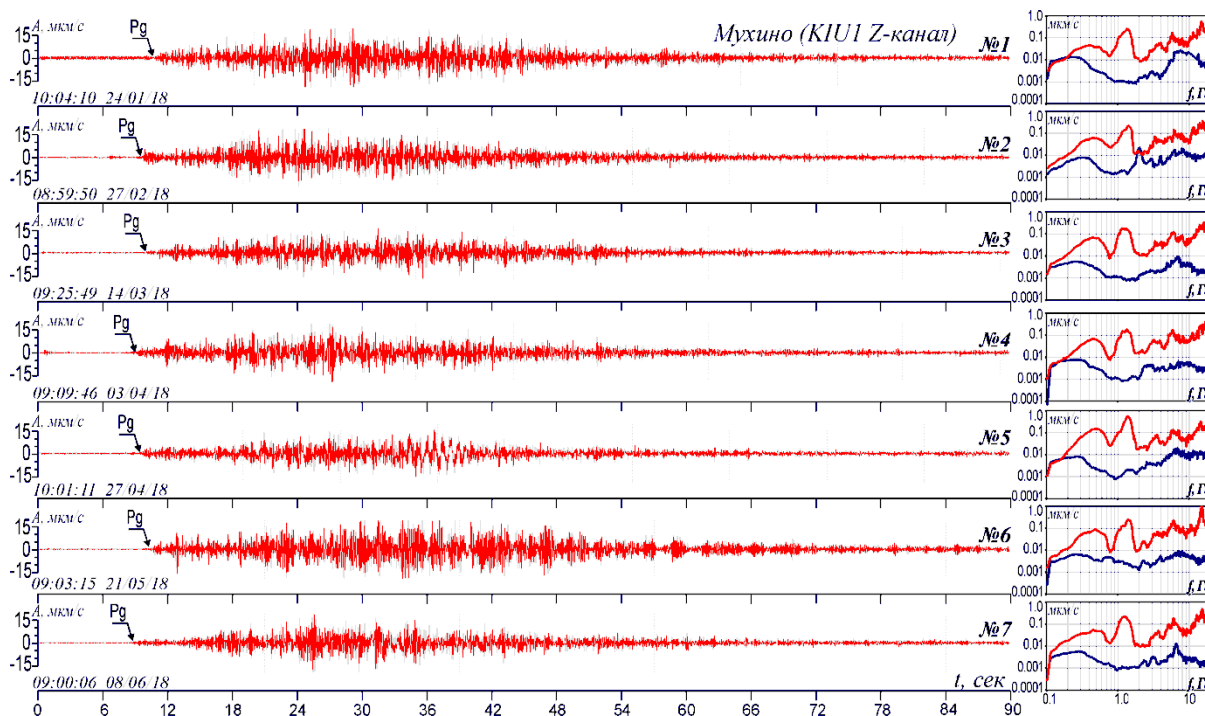


Рис. 7. Записи Z-компоненты и амплитудно-частотные спектры сейсмических событий, возникающих при различных взрывах в карьере «Железногорский» по данным одной станции
 Fig. 7. Records of Z-components and amplitude-frequency spectra of seismic events occurring during various explosions in the Zheleznogorsky quarry according to the data of one station

На рис. 8 показан пример изменения характера Z-компоненты, а также амплитудно-частотных спектров с увеличением расстояния. Данный рисунок демонстрирует факт того, что с увеличением расстояния снижается интенсивность колебаний и увеличивается длительность воздействий. В амплитудно-частотном спектре, вне зависимости от расстояния, сохраняются основные особенности, отмеченные выше, т.е. четко выделяются два максимума в диапазоне частот 0,4–0,8 и 1,0–2,0 Гц и существенно увеличиваются спектральные амплитуды Z-компоненты сейсмического события на частотах выше 10,0 Гц. Следует отметить, что с увеличением расстояния интенсивность спектральных амплитуд в диапазоне частот локальных максимумов уменьшается. На расстоянии 52,5 км в диапазоне частот 1,0–2,0 Гц интенсивность спектральных амплитуд Z-компоненты сейсмического события превышает фоновые в 100 раз, а на расстоянии 84,5 км – 15 раз.

На более высоких частотах (выше 10,0 Гц), как видно на рис. 8, превышение спектральных амплитуд над фоновыми уменьшается от 100 раз до 10 раз. Кроме того, как в записях волновых форм, так и в их амплитудно-частотных спектрах видны специфические черты, обусловленные локальными геологическими условиями в месте наблюдений. На расстоянии 67,7 и 78,6 км наблюдается частотная избирательность геологической среды. В диапазоне частот 2,0–4,0 Гц спектральные амплитуды сейсмического события и фоновых колебаний близки по интенсивности.

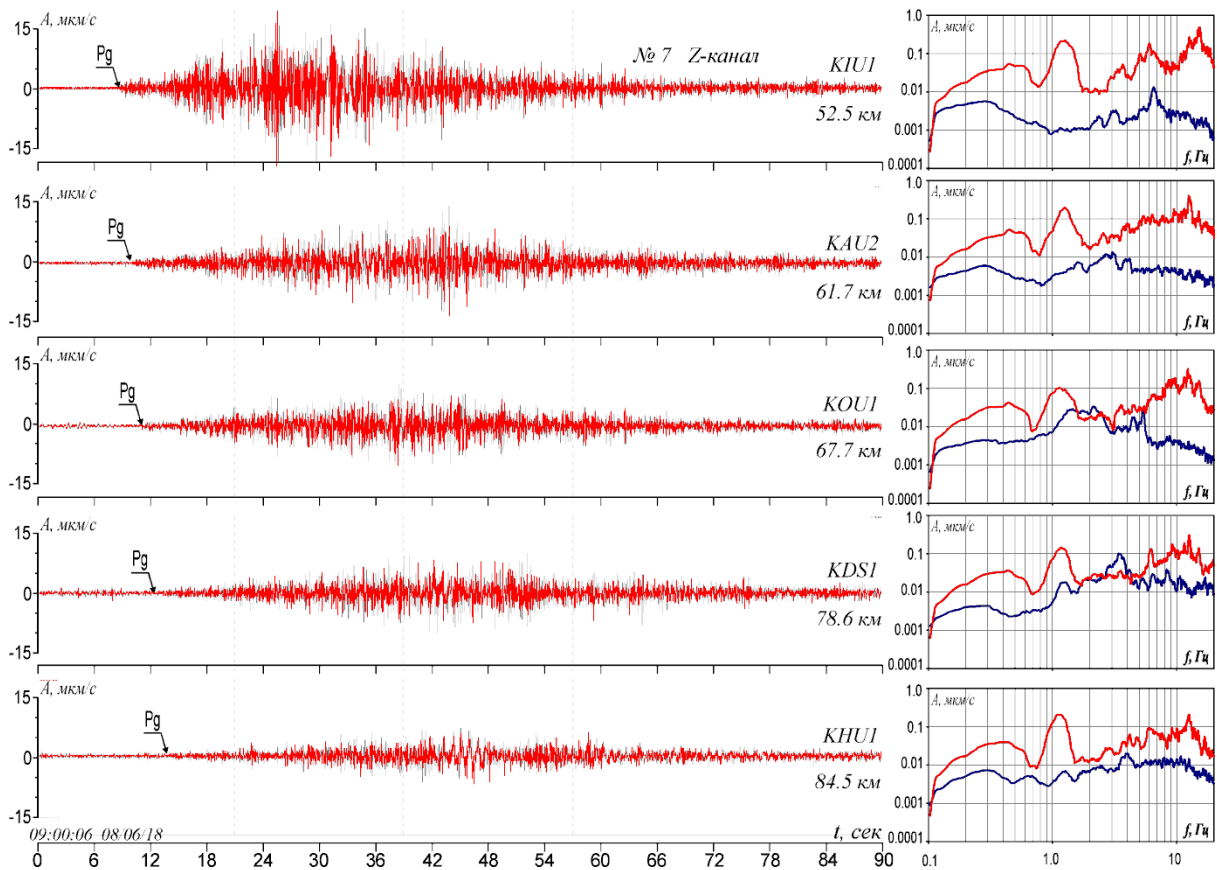


Рис. 8. Записи Z-компоненты и их амплитудно-частотные спектры одного взрыва в карьере «Железногорский» на разных расстояниях от источника
Fig. 8. Records of the Z-components and their amplitude-frequency spectra of a single explosion in the Zheleznogorsk quarry at different distances from the source

На рис. 9 представлены волновые формы Z-компоненты сейсмического события от промышленного взрыва в диапазоне частот спектральных максимумов в амплитудно-частотном спектре этого события. Показаны волновые формы Z-компоненты в различных диапазонах частот на расстоянии 52 км и 84 км от источника.

Из рис. 9 видно, что наиболее сильно с расстоянием затухают высокочастотные составляющие, их амплитуда на расстоянии 30 км уменьшилась на порядок. Уменьшение интенсивности низкочастотных составляющих не так значительно. Хорошо видно в записях Z-компоненты на частоте 1,0–2,0 Гц основное количество подрываемых блоков. В целом же анализ свидетельствует, что интенсивность колебаний с расстоянием уменьшается, но даже на расстоянии 84 км интенсивность Z-компоненты сейсмического события превышает фоновое микросейсмическое поле в 10 раз.

Рассмотренные выше примеры дают представление о сейсмических воздействиях, вызываемых промышленными взрывами на значительных расстояниях от источника (50 км и более). На фоне увеличивающейся интенсивности спектральных амплитуд сейсмического сигнала в амплитудно-частотном спектре четко выделяются локальные максимумы спектральных амплитуд (см. рис. 6, 7, 8). Наиболее выраженные и присутствующие практически во всех амплитудно-частотных спектрах спектральные максимумы наблюдаются в диапазоне частот: 0,4–0,8 Гц, 1,0–2,0 Гц и 10,0–20,0 Гц. В этих диапазонах частот спектральные амплитуды сигнала превышают фоновые от 10 до 100 раз в зависимости от расстояния до источника.

Формируются условия накопления энергии на тектонических и литологических границах в радиусе до 200 км, что сопровождается перераспределением естественного напряженного состояния грунтов, нарушением устойчивости склонов, возможностью развития микроземлетрясений.

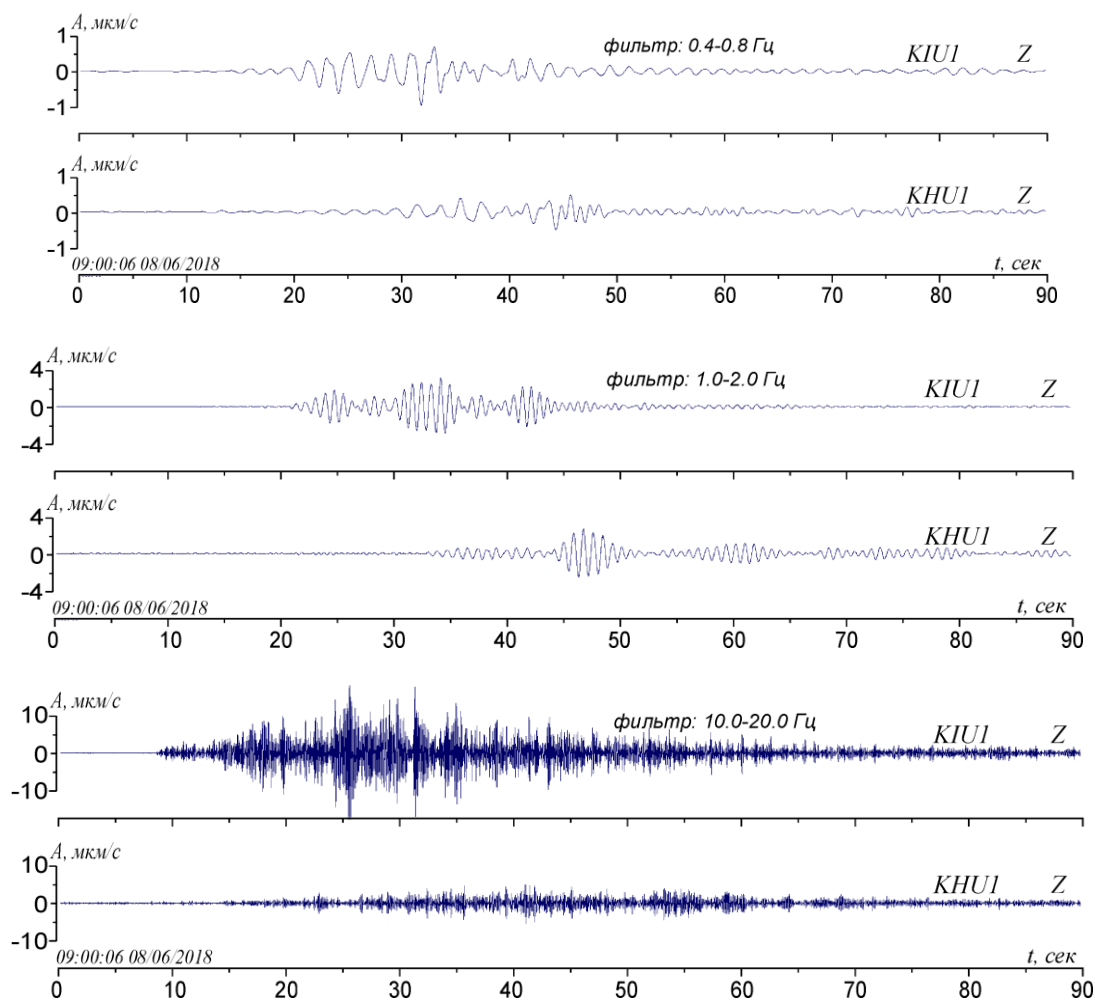


Рис. 9. Записи Z-компоненты в диапазонах частот спектральных максимумов сейсмического события, вызванного взрывом в карьере «Железногорский»
Fig. 9. Records of the Z-component in the frequency ranges of the spectral maxima of the seismic event caused by the explosion in the «Zheleznogorsky» quarry

Б) Объекты капитального строительства

Влияние промышленных взрывов на инженерные здания и сооружения фиксируются на значительном удалении от карьеров (более 50 км). С целью оценки влияния промышленных взрывов на жилые дома была организована установка сейсмических станций непосредственно в доме и на грунте. На рис. 10 приведен пример сейсмического воздействия в ближней зоне карьера «Павловский». В рассмотренном примере мощность взрыва составила 300 т ВВ. При разработке полезных ископаемых карьер постепенно передвигается к зонам жилой застройки. Так, в п. Шкурлат, ближайшем к карьеру, некоторые жилые дома уже находятся на расстоянии менее 3 км от карьера.

На рис. 10 представлены записи трех компонент сейсмического события, вызванного промышленным взрывом.

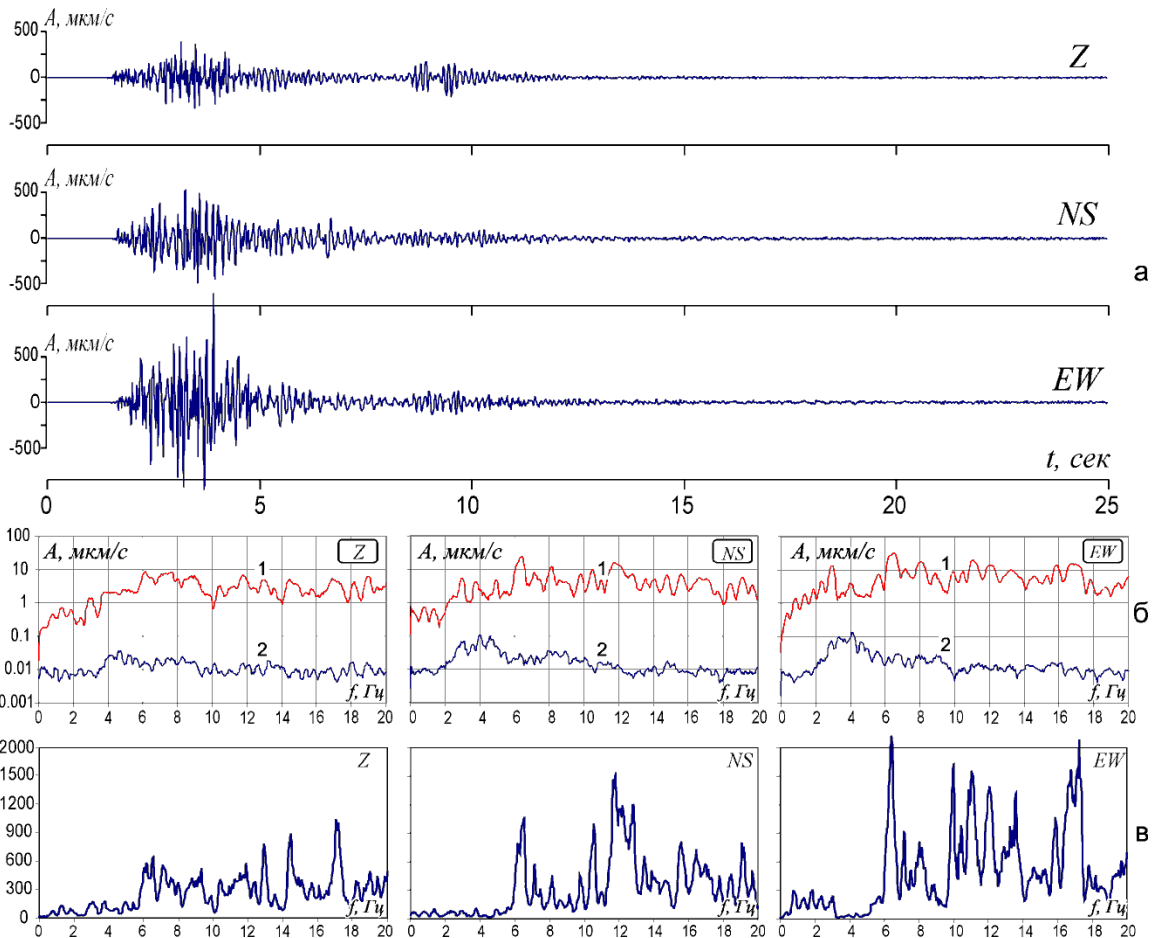


Рис. 10. Запись трех компонент сейсмического события, вызванного промышленным взрывом в карьере «Павловский» (300 т ВВ) в жилом доме (а), амплитудно-частотные спектры трех компонент микросейсмического фона и сейсмического события (б) и их отношение (в)
Fig. 10. Recording of three components of a seismic event caused by an industrial explosion in the Pavlovsky quarry (300 t BB) in a residential building (a), the amplitude-frequency spectra of the three components of the microseismic background and the seismic event (b) and their ratio (c)

Рис. 10 демонстрирует наличие наиболее интенсивных колебаний для Е-компоненты. Максимальная амплитуда колебаний составляет 1000 мкм/с (0,1 см/сек). Наиболее сильные колебания, от 500 мкм/с до 1000 мкм/с, длятся порядка 2 с.

Отношение спектральных амплитуд фоновых колебаний и сейсмического события свидетельствует, что в диапазоне частот 6,0–20,0 Гц интенсивность колебаний всех компонент значительно увеличивается. В диапазоне частот 6,0–8,0 Гц и 16–18 Гц спектральные амплитуды Е-компоненты увеличиваются более чем в 2000 раз по сравнению с фоновыми, а в диапазоне частот 10,0–13,0 Гц – более 1000 раз (см. рис. 10). Эти данные указывают на наличие резонансных явлений. Единичные воздействия, возможно, существенно не повлияли бы на сохранность жилого дома. Однако наблюдаемые регулярные сейсмические воздействия способствуют его преждевременному разрушению. Из сказанного следует, что сейсмические воздействия отрицательно влияют на жилые дома, системы жизнеобеспечения, вызывают резонансные явления, создают дискомфортные условия для проживания населения. Регулярность воздействий делает проблему еще более острой. К сожалению, как отмечалось выше, в настоящее время внешние воздействия, к которым относятся воздействия, вызванные промышленными взрывами, не учитываются при инженерных изысканиях, не разработаны методические подходы и технологические приемы их учета, отсутствуют нормативные документы. Вместе с тем, пусть даже не очень про-



должительное (несколько секунд), но увеличение интенсивности фоновых колебаний в 10–1000 раз существенно сказывается на объектах жизнеобеспечения, зданиях, сооружениях и в целом на комфортности среды обитания человека.

2. Особенности воздействия на биотическую компоненту эколого-геологической системы

Учитывая динамику взрывных работ в промышленных карьерах и характер распространения сейсмических колебаний, вызванных взрывами, их спектральный состав и интенсивность, можно сделать вывод, что все это создает дискомфортную среду для обитания человека. Существенное увеличение интенсивности фоновых колебаний под воздействием промышленных взрывов влечет за собой накопление остаточных деформаций не только в геологической среде, но и в зданиях, сооружениях, объектах жизнеобеспечения, различных коммуникациях, трубопроводах и т.п.

Влияя на среду обитания человека, сейсмические колебания оказывает значительное влияние и на организм человека, его здоровье. Согласно нормативным документам, в жилых помещениях допустимый уровень вибрации на частоте 2,0 Гц составляет $3,2 \times 10^{-4}$ м/с, 4,0 Гц – $1,8 \times 10^{-4}$ м/с, а на частоте 8,0 Гц и выше – $1,1 \times 10^{-4}$ м/с. Наблюдаемые в ближней зоне (3 км) карьера «Павловский» значения виброскорости составляют $1,0 \times 10^{-3}$ м/с, т.е. на порядок выше допустимых значений. Этот факт однозначно свидетельствует, что в ближней зоне, в радиусе 3,0 км от карьера, среда обитания дискомфортна для человека.

Следует отметить, что ритмы, характерные для большинства систем организма человека, лежат в следующих диапазонах частот [Чухров, Чухрова, 2010]:

- сокращения сердца – 1,0–2,0 Гц;
- дельта-ритм мозга (состояние сна) – 0,5–3,5 Гц;
- альфа-ритм мозга (состояние покоя) – 8,0–13,0 Гц;
- бета-ритм мозга (познавательный процесс) – 14,0–35,0 Гц [Косинова, Кустова, 2008].

Из приведенного выше анализа записей волновых форм сейсмических событий и амплитудно-частотных спектров следует, что в указанных выше диапазонах частот наблюдается значительное увеличение интенсивности сейсмических колебаний, вызванных промышленными взрывами. Так, например, в диапазоне частот 1,0–2,0 Гц в амплитудно-частотном спектре сейсмических событий, возникающих при производстве взрывов, наблюдается максимум, превышающий фоновые колебания на два порядка. Этот же диапазон частот характерен для сердечного ритма. Регулярно повторяющиеся интенсивные сейсмические воздействия, вызванные взрывами, будут способствовать накоплению в организме негативных явлений и приводить к ухудшению здоровья человека.

Изменяется психоэмоциональное состояние человека, возникают состояния тревожности и агрессии [Чухров, Чухрова, 2010]. Колебания (вибрации) вызывают эффект резонанса в человеческом теле уже при 1,0–3,0 Гц. Явление резонанса в соответствующих органах может сопровождаться сильнейшими болевыми ощущениями.

Резонансные колебания являются одними из наиболее вредоносных для жизни человека. Такие явления могут возникать в момент взрыва для человека, находящегося в положении «сидя» и «стоя» и отдельно для систем «грудь-живот», брюшная полость, «таз-спина». Возникающие при взрыве колебания имеют частоту в диапазоне 0,5–6,0 Гц и выше, которые регистрируются в населенных пунктах, находящихся как на близких к месту проведения буровзрывных работ, так и на значительных расстояниях.

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Выявлены особенности временной и пространственной динамики промышленных взрывов, производимых в карьерах на территории ЦЧЭР. Показано, что в пределах ЦЧЭР ежедневно производится хотя бы один промышленный взрыв. Количество выделенной сейсмической энергии при этом колеблется от 10 Дж до 10^{10} Дж. Сейсмические события, возникающие при промышленных взрывах, распространяясь на значительные расстояния, увеличивают интенсивность фоновых колебаний в различных диапазонах частот в 10–1000 раз в зависимости от мощности промышленного взрыва и локальных геологических условий. Выявлено, что с увеличением расстояния от источника снижается интенсивность колебаний и увеличивается длительность воздействий на компоненты эколого-геологической системы. Наиболее сильно с расстоянием затухают высокочастотные составляющие, их амплитуда на расстоянии 30 км уменьшилась на порядок. Уменьшение интенсивности низкочастотных составляющих не так значительно.

2. Сейсмические воздействия, формирующиеся в результате проведения промышленных взрывов, оказывают значительное влияние на эколого-геологические системы. Тренд их негативного преобразования фиксируется как для абиотического, так и для биотического компонента эколого-геологических систем. Выявлено, что сейсмические воздействия, распространяясь на значительные расстояния, существенно трансформируют фоновые микросейсмические колебания в широком диапазоне частот: от 0,4 Гц до 20 Гц. Регулярность проведения промышленных взрывов, значительная интенсивность колебаний, возникающая при этом, способствуют накоплению остаточных деформаций на тектонических и литологических неоднородностях, которые могут способствовать и быть причиной наведенной сейсмичности, проявляющейся на расстоянии до 200 км. Инженерные сооружения как элементы эколого-геологических систем испытывают вибрационные воздействия сейсмического характера на расстоянии до 50 км от источника.

3. Сейсмические воздействия, формируемые при горнодобывающей деятельности, являются источником ухудшения комфортности среды обитания. К особенностям их проявления относятся: регулярность во времени, интенсивность амплитуд колебаний и частотный состав, возможность возникновения резонансных явлений. Радиус воздействия экологически значимых сейсмических вибраций составляет 3000 м от источника, это территория дискомфорта среды обитания.

4. Считаем необходимым учет сейсмических воздействий при разработке направлений дальнейшего развития горнодобывающих регионов, в особенности при проектировании и строительстве особо опасных объектов (новые блоки АЭС, высотные дома, объекты специального назначения, системы коммуникаций). Для этого необходима разработка методических и нормативных документов, регламентирующих практически хозяйственное освоение территорий горнодобывающих районов с учетом сейсмических воздействий производимых промышленных взрывов.

Список литературы

1. Адушкин В.В. 1996. Основные факторы воздействия открытых горных работ на окружающую среду. Горный журнал, 4: 49–55.
2. Адушкин В.В. 2013. Сейсмичность взрывных работ на территории Европейской части России. Физика Земли, 2: 110–130. DOI: 10.7868/S000233371301002X.
3. Адушкин В.В., Кочерян Г.Г., Санина И.А. 2011. О вкладе взрывных работ в развитие сейсмодетонационных процессов в регионе. Доклады Академии Наук, 441 (1): 92–94.
4. Адушкин В.В., Маловичко А.А. 2013. Взрывы и землетрясения на территории Европейской части России. Москва, ГЕОС, 384 с.



5. Адушкин В.В., Спивак А.А., Соловьев С.П., Перник П.М., Кишкина С.Б. 2000. Геоэкологические последствия массовых взрывов в карьерах. *Геоэкология*, 6: 554–563.
6. Адушкин В.В., Спивак А.А. 1994. Диагностика локальных участков земной коры на основе данных релаксационного контроля. В кн.: *Физические процессы в геосферах при сильных возмущениях: геофизика сильных возмущений*. Москва, Наука: 78–106.
7. Ананьин И.В. 1988. К вопросу о проявлении некоторых землетрясений в восточной части Восточно-Европейской платформы. *Вопросы инженерной сейсмологии*, 29: 119–124.
8. Гриб Н.Н., Гриб Г.В., Сясько А.А., Качаев А.В. 2015. Сейсмическое воздействие массовых взрывов на природно-технические объекты. *Безопасность в техносфере*, 4 (2): 33–39. DOI: 10.12737/11331.
9. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Серёжников Н.А., Фатеев А.В., Ворона У.Ю., Шевкунова Е.В. 2019. Сейсмологический мониторинг промышленных взрывов как эффективный подход к контролю сейсмического воздействия на недра. *Инерэкспо Гео-Сибирь*, 2 (2): 56–66. DOI: 10.33764/2618-981X-2019-2-2-56-66.
10. Кишкина С.Б. 2000. Пространственное распределение сейсмических параметров при короткозамедленном взрыве. *Геодинамика и техногенез*, 111–112.
11. Кишкина С.Б., Спивак А.А. 1999. Локальный сейсмический эффект карьерных взрывов. В кн.: *Физические процессы в геосферах: их проявление и взаимодействие*. Москва, ГЕОС: 111–116.
12. Косинова И.И. 2015. Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика). Воронеж, Областная типография им. Е.А. Болховитинова, 576 с.
13. Надежка Л.И., Семенов А.Е., Сафронич И.Н. 2019. Гистерезисная модель накопления и разрядки сейсмической энергии в геологической среде. В кн.: *Триггерные эффекты в геосистемах. Материалы V Международной конференции*. Москва, 04–07 июня 2019 г. Москва, ТОРУС ПРЕСС: 85–89.
14. Петин А.Н., Игнатенко И.М. 2016. Минерально-сырьевые ресурсы богатых железных руд Белгородского района Курской магнитной аномалии. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*, 25 (246): 138–142.
15. Полухин О.Н., Комашенко В.И. 2014. Природоохранная концепция добычи и переработки минерального сырья в Центральном Федеральном округе России на примере Белгородского региона. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*, 23 (194): 180–186.
16. Репина Е.М., Косинова И.И. 2010. Техногенная сейсмичность при горнодобывающей деятельности, ее влияние на инженерные сооружения и здоровье человека. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 1: 71–76.
17. Семенов А.Е., Ефременко М.А., Пивоваров Р.С. 2011. Основные особенности волновых полей промышленных взрывов в крупных карьерах на территории Воронежского кристаллического массива. *Труды XII Уральской молодежной научной школы по геофизике*. Пермь, 21–25 марта 2011 года. Пермь, Горный институт Уральского отделения Российской академии наук: 224–229.
18. Семенов А.Е., Надежка Л.И., Сафронич И.Н., Ежова И.Т. 2020. Характер и интенсивность сейсмических воздействий горно-промышленных комплексов на литосферу Воронежского кристаллического массива. В кн.: *Структура, вещественный состав, свойства, геодинамика и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов. Материалы Всероссийской конференции с международным участием*. Воронеж, 22–25 сентября 2020 года. Воронеж, Воронежский государственный университет: 317–321.
19. Спунгин В.Г., Перник П.М. 1998. Особенности сейсмического эффекта массового взрыва химического ВВ. В кн.: *Динамические процессы в геосферах под воздействием внешних и внутренних потоков энергии и вещества*. Москва, ГЕОС: 270–278.
20. Тюпин В.Н., Хаустов В.В. 2021. Зависимость геомеханического состояния трещиноватого массива от интервала замедления в зоне сейсмического действия массовых взрывов. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, 2: 45–54. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0-45-54.

21. Чухров А.С., Чухрова М.Г. 2010. Анализ влияния сейсмической активности на психоэмоциональную сферу человека. Мир науки, культуры, образования, 4–2 (23): 289–292.
22. Adushkin V.V. 2018. Technogenic tectonic seismicity in Kuzbass. *Russian Geology and Geophysics*, 59 (5): 571–583. DOI:10.1016/j.rgg.2018.04.010.
23. Feher J., Cambal J., Pandula B., Kondela, J., Sofranko, M., Mudarri T., Buchla I. 2021. Research of the technical seismicity due to blasting works in quarries and their impact on the environment and population. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11 (5): 2118. DOI:10.3390/app11052118.
24. Gheorghiosu E., Vasilescu G., Ghiciei E., Kovacs A., Ru, D.C. 2015. Research on decreasing the seismic effect generated by blasting works performed in quarries. In: *Surveying Geology and Mining Ecology Management. Proceedings of the 15th Anniversary International Multidisciplinary Scientific Geoconferences SGEM*. Bulgaria, 18–24 June 2015. Bulgaria, Albena, 3 (1): 559–566.
25. Kondela J., Pandula B. 2012. Timing of quarry blasts and its impact on seismic effects. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 9 (2): 155–163.

References

1. Adushkin V.V. 1996. Osnovnyye faktory vozdeystviya otkrytykh gornykh работ na okruzhayushchuyu sredu [The main factors of the impact of open pit mining on the environment]. *Gorny zhurnal*, 4: 49–55.
2. Adushkin V.V. 2013. Blasting-Induced Seismicity in the European Part of Russia. *Izvestiya. Physics of the Solid Earth*, 49 (2): 258–277. DOI: 10.1134/S1069351313010023 (in Russian).
3. Adushkin V.V., Kocheryan G.G., Sanina I.A. 2011. Contribution of Explosions to Development of Seismic Strains in the Region of the East European Craton. *Doklady Earth Sciences*, 441 (1): 1523–1525 (in Russian).
4. Adushkin V.V., Malovichko A.A. 2013. Vzryvy i zemletryaseniya na territorii Evropeyskoy chasti Rossii [Explosions and earthquakes on the territory of the European part of Russia]. Moscow, Publ. GEOS, 384 p.
5. Adushkin V.V., Spivak A.A., Solovyov S.P., Pernik P.M., Kishkina S.B., 2000. Geoekologicheskiye posledstviya massovykh vzryvov v karyerakh [Geoecological consequences of mass explosions in quarries]. *Geoekologiya*, 6: 554–563.
6. Adushkin V.V., Spivak A.A. 1994. Diagnostika lokalnykh uchastkov zemnoy kory na osnove dannykh relaksatsionnogo kontrolya [Diagnostics of local areas of the earth's crust based on relaxation control data]. In: *Fizicheskiye protsessy v geosferakh pri silnykh vozmushcheniyakh: geofizika silnykh vozmushcheniy* [Physical processes in geospheres under strong disturbances: geophysics of strong disturbances]. Moscow, Publ. Nauka, 78–106.
7. Ananyin I.V. 1988. K voprosu o proyavlenii nekotorykh zemletryaseniy v vostochnoy chasti Vostochno-Evropeyskoy platformy [On the question of the manifestation of some earthquakes in the eastern part of the East European Platform]. *Voprosy inzhenernoy seysmologii*, 29: 119–124.
8. Grib N.N., Grib G.V., Syasko A. A., Kachaev A.V. 2015 Large-Scale Blasts Seismic Load on Natural and Technical Objects. *Safety in Technosphere*, 4 (2): 33–39. DOI: 10.12737/11331 (in Russian).
9. Emanov A.F., Emanov A.A., Serezhnikov N.A., Fateev A.V., Vorona U.Y., Shevkunova E.V. 2019. Seismological Monitoring of Industrial Explosions as an Effective Approach to Monitoring Seismic Exposure on Bowels. *Interexpo GEO-Siberia*, 2 (2): 56–66. DOI: 10.33764/2618-981X-2019-2-2-56-66 (in Russian).
10. Kishkina S.B. 2000. Prostranstvennoye raspredeleniye seysmicheskikh parametrov pri korotkozamedlenom vzryve [Spatial distribution of seismic parameters in a short-lived explosion]. *Geodinamika i tekhnogenez*, 111–112.
11. Kishkina S.B., Spivak A.A. 1999. Lokalnyy seysmicheskyy effekt karyernykh vzryvov [Local seismic effect of quarry explosions]. In: *Fizicheskiye protsessy v geosferakh: ikh proyavleniye i vzaimodeystviye* [Physical processes in geospheres: their manifestation and interaction]. Moscow, Publ. GEOS: 111–116.



12. Kosinova I.I. 2015. *Ekologicheskaya geologiya krupnykh gornodobyvayushchikh rayonov Severnoy Evrazii (teoriya i praktika)* [Ecological geology of large mining areas of Northern Eurasia (theory and practice)]. Voronezh, Oblastnaya tipografiya im. E.A. Bolkhovitinova, 576 p.
13. Nadezhka L.I., Semenov A.E., Safronich I.N., 2019. *Gisterezisnaya model nakopleniya i razryadki seismicheskoy energii v geologicheskoy srede* [A hysteresis model of the accumulation and discharge of seismic energy in a geological environment]. In: *Trigernyye efekty v geosistemakh* [Trigger effects in geosystems]. Proceedings of the V International Conference. Moscow, 04–07 June 2019. Moscow, Publ. TORUS PRESS: 85–89.
14. Petin A.N., Ignatenko I.M. 2016. *Mineral-Raw Material Resources of Rich Iron Ores of Belgorod District of the Kursk Magnetic Anomaly*. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 25 (246): 138–142 (in Russian).
15. Polukhin O.N., Komashchenko V.I. 2014. *Environment-Oriented Conception of Extraction and Treatment of Mineral Raw Materials In Central Federal District of Russia on the Example of the Belgorod Region*. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 23 (194): 180–186 (in Russian).
16. Repina E.M., Kosinova I.I. 2010. *Technogenic Seismicity in Mining Activity, Its Effects on Engineering Structures and Human Health*. Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geocology, 1: 71–76 (in Russian).
17. Semenov A.E., Efremenko M.A., Pivovarov R.S. 2011. *Osnovnyye osobennosti volnovykh poley promyshlennykh vzryvov v krupnykh karyerakh na territorii Voronezhskogo kristallicheskogo massiva* [The main features of wave fields of industrial explosions in large quarries on the territory of the Voronezh Crystal massif]. Proceedings of the XII Ural Youth Scientific School of Geophysics. Perm, 21–25 March 2011. Perm, Gornyy institut Uralskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk: 224–229.
18. Semenov A.E., Nadezhka L.I., Safronich I.N., Ezhova I.T. 2020. *Kharakter i intensivnost seismicheskikh vozdeystviy gorno-promyshlennykh kompleksov na litosferu Voronezhskogo kristallicheskogo massiva* [The nature and intensity of seismic impacts of mining and industrial complexes on the lithosphere of the Voronezh Crystal massif]. In: *Struktura. veshchestvennyy sostav. svoystva. geodinamika i seismichnost platformennykh territoriy i sopredelnykh regionov* [Structure, material composition, properties, geodynamics and seismicity of platform territories and adjacent regions]. Proceedings of the All-Russian Conference with International Participation. Voronezh, 22–25 September 2020. Voronezh, Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet: 317–321.
19. Spungin V.G., Pernik P.M. 1998. *Osobennosti seismicheskogo efekta massovogo vzryva khimicheskogo VV* [Features of the seismic effect of a mass explosion of chemical explosives]. In: *Dinamicheskiye protsessy v geosferakh pod vozdeystviyem vneshnikh i vnutrennikh potokov energii i veshchestva* [Dynamic processes in geospheres under the influence of external and internal flows of energy and matter]. Moscow, Publ. GEOS: 270–278.
20. Tyupin V.N., Khaustov V.V. 2021. *Geomechanical Behavior of Jointed Rock Mass Versus Delay Interval in Seismic Load Zone of Large-Scale Blasts*. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2: 45–54. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0-45-54 (in Russian).
21. Chukhrov A.S., Chukhrova M.G. 2010. *The Analysis of Influence of Seismic Activity on Psychoemotional Sphere of the Person*. The world of science, culture and education, 4–2 (23): 289–292 (in Russian).
22. Adushkin V.V. 2018. *Technogenic tectonic seismicity in Kuzbass*. Russian Geology and Geophysics, 59 (5): 571–583. DOI:10.1016/j.rgg.2018.04.010.
23. Feher J., Cambal J., Pandula B., Kondela, J., Sofranko, M., Mudarri T., Buchla I. 2021. *Research of the technical seismicity due to blasting works in quarries and their impact on the environment and population*. Applied Sciences (Switzerland), 11 (5): 2118. DOI:10.3390/app11052118.
24. Gheorghiosu E., Vasilescu G., Ghicioi E., Kovacs A., Ru, D.C. 2015. *Research on decreasing the seismic effect generated by blasting works performed in quarries*. In: *Surveying Geology and Mining Ecology Management*. Proceedings of the 15th Anniversary International Multidisciplinary Scientific Geoconferences SGEM. Bulgaria, 18–24 June 2015. Bulgaria, Albena, 3 (1): 559–566.
25. Kondela J., Pandula B. 2012. *Timing of quarry blasts and its impact on seismic effects*. Acta Geodynamica et Geomaterialia, 9 (2): 155–163.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Косинова Ирина Ивановна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующая кафедрой экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

Надёжка Людмила Ивановна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующая лабораторией глубинного строения, геодинамики и сейсмического мониторинга им. проф. А.П. Таркова Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

Лисецкий Федор Николаевич, доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Бударина Виктория Александровна, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

Семёнов Александр Евгеньевич, научный сотрудник ЛСМ ВКМ Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

Павловский Александр Илларионович, кандидат географических наук, заведующий кафедрой геологии и географии геолого-географического факультета Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina I. Kosinova, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of the Department of Environmental Geology of the Geological Faculty of the Voronezh State University, Voronezh, Russia

Lyudmila I. Nadezhka, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Deep Structure, Geodynamics and Seismic Monitoring, prof. A.P. Tarikov of the Voronezh State University, Voronezh, Russia

Fedor N. Lisetskii, doctor of geographical sciences, professor of the Department of nature management and land cadaster, Institute of Earth Sciences, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Victoria A. Budarina, Candidate of Law, Associate Professor of the Department of Environmental Geology, Geological Faculty of the Voronezh State University, Voronezh, Russia

Alexander E. Semenov, Researcher of the LSM VKM of the Voronezh State University, Voronezh, Russia

Alexander I. Pavlovsky, Candidate of Sciences in Geography, Head of the Department of Geology and Geography of the Faculty of Geology and Geography of the Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus



УДК 614.78

DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-414–430

Метеорологическая обстановка урбанизированной территории как фактор возникновения у населения заболеваний сердечно-сосудистой системы

¹Колягина Н.М., ¹Бережнова Т.А., ²Клепиков О.В., ³Епринцев С.А., ³Шекоян С.В.

¹Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,
Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10

²Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Россия, 394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19

³Воронежский государственный университет,
Россия, 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1
E-mail: esa81@mail.ru

Аннотация. Влияние метеорологических условий на интенсивность возникновения заболеваний у населения в настоящее время является одной из активно изучаемых проблем медицинской географии. Несмотря на многочисленность публикаций по данной проблематике, в настоящее время проведено мало исследований, показывающих математические связи обострений болезней сердечно-сосудистой системы у населения крупных городов при воздействии метеорологических условий. В связи с этим авторами поставлена цель: выявить связь обострений болезней сердечно-сосудистой системы с метеорологической обстановкой. В результате проведенных исследований установлено, что исходя из сравнительного анализа числа обращений за медицинской помощью, в неблагоприятные по метеорологическим показателям дни со среднегодовым числом обращений в день, в неблагоприятные по температурным максимумам дни обращаемость пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями за медицинской помощью в 1,1–1,4 раза выше среднегодового показателя; в неблагоприятные по перепадам атмосферного давления дни (на 12–15 мм рт. ст. в течение суток) – в 1,4–2,0 раза. Результаты корреляционного анализа подтвердили гипотезу о влиянии метеорологических условий на обращаемость пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями за медицинской помощью. В практической медицине и геоэкологии все чаще обращается внимание на связь обострений течения заболеваний, ухудшений самочувствия с изменением метеорологических и климатических условий. Существуют понятие метеозависимых состояний организма. Однако Всемирная организация здравоохранения в международной классификации болезней не выделяет самостоятельного диагноза погодообусловленного заболевания и не рассматривает метеозависимые состояния как медицинскую проблему. В зависимости от географического положения территории имеются свои климатические различия, для чего нужно уточнение перечня региональных факторов риска, влияющих на возникновение и обострение течения болезней сердечно-сосудистой системы. В Воронежском регионе таких исследований не проводилось, что подчеркивает значимость работы.

Ключевые слова: метеорологические условия, урбозкосистемы, экологически-обусловленные заболевания, сердечно-сосудистая система, население города Воронежа, медико-экологические исследования.

Благодарности: работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 19-05-00660 А «Разработка модели оптимизации социально-экологических условий для населения крупных городов»).

Для цитирования: Колягина Н.М., Бережнова Т.А., Клепиков О.В., Епринцев С.А., Шекоян С.В. 2021. Метеорологическая обстановка урбанизированной территории как фактор возникновения у населения заболеваний сердечно-сосудистой системы. Региональные геосистемы, 45(3): 414–430. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-414–430

The meteorological situation of the urbanized territory as a factor in the occurrence of diseases of the cardiovascular system in the population

¹Natalia M. Kolyagina, ¹Tatiana A. Berezhnova, ²Oleg V. Klepikov,
³Sergey A. Yeprintsev, ³Syuzanna V. Shekoyan
¹Burdenko Voronezh State Medical University
12 Studencheskaya St, 394036, Voronezh, Russia
²Voronezh State University of Engineering Technologies
19 Revolutsii Avenue, Voronezh, 394036, Russia
³Voronezh State University
1 Universitetskaya Square, Voronezh, 394018, Russia
E-mail: esa81@mail.ru

Abstract. The influence of meteorological conditions on the intensity of the occurrence of diseases in the population is currently one of the actively studied problems of medical geography. Despite the numerous publications on this subject, there are currently few studies showing mathematical relationships between the exacerbations of cardiovascular diseases in the population of large cities under the influence of meteorological conditions. The aim of the study was to identify the probable relationship of exacerbations of diseases of the cardiovascular system with the meteorological situation. The study used daily data on the number of requests of patients with cardiovascular diseases for medical care in the outpatient medical institution "Voronezh City Polyclinic No. 18" and daily information on weather conditions for 2018. The ratio of the average number of cases of requests for medical care on unfavorable days for meteorological factors to the average number of cases of requests per day for medical care during the year was calculated. Using software tools (STATISTICA Base V6. 1), the type of data distribution was estimated, and a correlation analysis of the likely relationship between the number of medical care requests and the indicators of meteorological factors was carried out. As a result of the conducted studies, it was found that based on a comparative analysis of the number of requests for medical care on unfavorable days in terms of meteorological indicators with an average annual number of requests per day, on unfavorable days in terms of temperature maxima, the number of patients with cardiovascular diseases for medical care is 1.1–1.4 times higher than the average annual indicator; on unfavorable days in terms of atmospheric pressure changes (by 12–15 mm Hg during the day) – 1.4–2.0 times. The results of the correlation analysis confirmed the hypothesis about the influence of meteorological conditions on the treatment of patients with cardiovascular diseases for medical care. In practical medicine and geoecology, attention is increasingly drawn to the connection of exacerbations of the course of diseases, deterioration of well-being with changes in meteorological and climatic conditions. There is a concept of weather-dependent states of the body. However, the World Health Organization does not single out an independent diagnosis of a weather-related disease in the international classification of diseases and does not consider weather-dependent conditions as a medical problem. Depending on the geographical location of the territory, there are climatic differences, for which it is necessary to clarify the list of regional risk factors that affect the occurrence and exacerbation of the course of diseases of the cardiovascular system. No such studies have been conducted in the Voronezh region, which underlines the importance of the work.

Keywords: meteorological conditions, urban ecosystems, ecologically caused diseases, cardiovascular system, population of the city of Voronezh, medical and ecological research.

Acknowledgements: The work was supported by the RFBR grant (project No. 19-05-00660 A "Development of a model for optimizing social and environmental conditions for the population of large cities").

For citation: Kolyagina N.M., Berezhnova T.A., Klepikov O.V., Yeprintsev S.A., Shekoyan S.V. 2021. The meteorological situation of the urbanized territory as a factor in the occurrence of diseases of the cardiovascular system in the population. *Regional Geosystems*, 45 (3): 414–430 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-414-430



Введение

По данным медицинской статистики, около трети мужчин и половина женщин реагируют на изменения погодных условий, что обусловило появление в медицине терминов «метеочувствительность» и «метеозависимость», а также необходимость коррекции данных состояний [Таганов, 2019].

Анализ данных научных публикаций показал актуальность изучения проблемы влияния резких изменений метеорологических факторов на функционирование сердечно-сосудистой системы, обострения течения её ведущих болезней – артериальной гипертензии, поражений сосудов мозга, цереброваскулярных заболеваний, стенокардии [Беляева, 2016; Суджаева, 2017; Капшук и др., 2018; Смирнова и др., 2019]. Исследованиями Г.И. Умурзаковой с соавт. [2019] на примере анализа заболеваемости и смертности от патологии сердца жителей городов Ош и Бишкек показано, что летом, при сильной жаре, у определенной группы риска (гипертоники, постинфарктные, постинсультные больные, лица пожилого возраста) развиваются метеопатические реакции [Умурзакова и др., 2019]. При этом, как отмечается в статье А.Т. Быкова с соавт. [2016], негативное действие потепления на организм, в том числе на сердечно-сосудистую систему, проявляется при переходе температуры воздуха за пределы локального температурного порога безопасности, который характерен для каждого региона и может быть определен с учетом анализа метеорологических данных, показателей заболеваемости и смертности.

Вместе с тем, в различных регионах, отличающихся по своему географическому положению, климатическим зонам, влияние метеофакторов отличается, а обобщение данных ряда исследований позволяет говорить, что имеются противоречивые результаты о закономерностях и связях между числом случаев обострения течения болезней и величинами конкретных погодных условий, что, с одной стороны, связано с мультифакторностью и многопричинностью болезней сердечно-сосудистой системы, с другой стороны, с имеющими место неопределенностями и погрешностями применяемых методов анализа информации [Корсак и др., 2016; Беляева, 2019; Бикмухаметова, Русак, 2019; Яковлев и др., 2019].

В отечественных исследованиях показано, что погодные условия влияют не только на лиц пожилого (пенсионного), но и трудоспособного возраста [Епринцев и др. 2019; Година и др., 2020; Остряков и др., 2020; Тупицын и др., 2020], в том числе на относительно здоровых молодых людей без хронических заболеваний [Кузнецова и др., 2012; Епринцев, Шекоян, 2019].

Рядом авторов обращается внимание на необходимость коррекции функционального статуса метеозависимых пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями в неблагоприятные по погодным условиям дни [Иванова и др., 2016; Бобровницкий и др., 2017; Оленко и др., 2017; Яшкичев, 2019; Епринцев и др. 2020].

Несмотря на то что официально Министерством здравоохранения Российской Федерации не признан такой сопутствующий диагноз, как метеозависимость или метеочувствительность, анализ данных зарубежной литературы показывает значимость имеющейся проблемы влияния погодных условий на обострения течения заболеваний сердечно-сосудистой системы [Jehn et al., 2002; Aubinière-Robb et al., 2013; Bao et al., 2018; Xu et al., 2019; Тупицын и др., 2020; Zheng et al., 2020].

Проблема метеозависимости, в том числе заболеваний системы кровообращения, носит дискуссионный характер, а, следовательно, требует дальнейших исследований в целях поиска направлений совершенствования оказания медицинской помощи населению и повышения её качества [Епринцев и др., 2020]. Кроме того, в силу климатических различий в каждом из регионов России имеются свои особенности повторяемости неблагоприятных для состояния здоровья человека метеоусловий, для чего нужно уточнение перечня региональных факторов риска, влияющих на возникновение и обострение течения болезней сердечно-сосудистой системы [Епринцев и др., 2017]. Для Воронежского региона та-

ких исследований не проводилось [Архипова, Епринцев, 2017; Yеprintsev et al., 2019]. Вышеизложенное обосновало актуальность проведения исследований по изучению влияния метеофакторов на обращаемость населения с заболеваниями сердечно-сосудистой системы за медицинской помощью.

Цель исследования: выявление вероятной связи обострений болезней сердечно-сосудистой системы с метеорологической обстановкой.

Обострение заболевания, как правило, приводит к обращению пациента за медицинской помощью. В этой связи, данные об обращаемости населения за медицинской помощью могут служить индикатором обострения течения заболевания.

Объекты и методы исследования

Базой проведения исследования являлось Бюджетное учреждение здравоохранения Воронежской области «Воронежская городская поликлиника № 18» в которую входят Поликлиника № 18, Поликлиника № 19, Детская поликлиника № 6, Детский центр здоровья, дневной стационар с общей мощностью 1121 посещения в смену, а территориально прикрепленное население составляет 63061 чел., в т.ч. взрослое – 53095 чел., детское – 9966 чел.

В ходе исследований проведена выборка данных ежедневного числа случаев обращений пациентов за медицинской помощью в регистратуру (при непосредственном обращении и вызове врача на дом) за 2018 г. (исключая плановые профессиональные медицинские осмотры), объемом 24228 случаев обращения за год с диагнозом гипертензивная (гипертоническая) болезнь с преимущественным поражением сердца без (застойной) сердечной недостаточности, 7172 случая с диагнозом уточненные поражения сосудов мозга; 4270 случаев с диагнозом цереброваскулярная болезнь неуточненная; 2378 случаев с диагнозом гипертензивная (гипертоническая) болезнь с преимущественным поражением сердца с (застойной) сердечной недостаточностью; 1343 случая с диагнозом стенокардия, что в совокупности составило 94,3 % от всех зарегистрированных случаев заболеваний сердечно-сосудистой системы.

По материалам регионального центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды сформирована база данных, включающая сведения о среднесуточной, максимальной и минимальной температурах атмосферного воздуха, атмосферном давлении за каждые сутки 2018 г. Выявлялись неблагоприятные по метеофакторам дни.

Для предварительной оценки произведён расчёт отношения среднего числа случаев обращений за медицинской помощью в неблагоприятные по метеофакторам дни к среднему числу случаев обращений в сутки за медицинской помощью в течение 2018 г. Число пар анализируемых значений (величина метеорологического показателя – число случаев обращения за медицинской помощью) $N = 248$, так как из корреляционного анализа были исключены субботные, воскресные и праздничные дни. Субботные дни были исключены по причине того, что число обращений за медпомощью в этот день в 9,7–13,8 раз ниже, чем в другие дни недели, и не подчиняется закону нормального распределения.

Статистические расчеты выполнены в пакете программ STATISTICA Base V6.1. Инструменты «Описательные и внутригрупповые статистики, разведочный анализ данных» и «Корреляции» позволили провести оценку типа распределения данных. При нормальном распределении для вывода о наличии или отсутствии статистически значимой корреляционной связи между исследуемыми показателями (случайными переменными) определялась величина коэффициента парной корреляции и проводилась проверка его статистической значимости по критерию Стьюдента (t) при принятой вероятности статистической ошибки менее 5 % ($p < 0,05$).

Учитывая также, что факты обострения болезней сердечно-сосудистой системы могут предшествовать перемене погоды, совпадать с неблагоприятными по метеопоказателям днями, а также проявляться после них, корреляционный анализ проведен в 3 вариантах: с опережением случая заболевания конкретным значениям метеорологических по-



казателей на 1 день, совпадением случая обращения с суточными метеорологическими показателями; с запаздыванием случая обращения на 1 день.

Результаты и их обсуждение

К метеорологическим факторам риска обострения течения заболеваний сердечно-сосудистой системы для территории средней полосы Центральной Европейской части России относят нехарактерную для данной местности жару (свыше 30 °С) или сильный мороз (ниже –20 °С), резкие, в течение суток изменения температуры воздуха (на 8 °С и больше как в сторону её повышения, так и понижения), перепады атмосферного давления более 6 мм рт. ст. в течение суток.

Установлено, что интервал изменения метеорологических показателей в течение годового цикла достаточно широк (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Метеорологические показатели за 2018 г.
Meteorological indicators for 2018

Наименование показателя	Интервал значений (min – max)	Среднее значение
Температура среднесуточная, °С	от –15,8 до 27,2	7,7
Температура максимальная в течение суток, °С	от –11,4 до 33,9	12,3
Температура минимальная в течение суток, °С	от –20,9 до 21,9	3,5
Атмосферное давление, гПа	от 973,4 до 1026,2	1000,4

Обращает на себя внимание тот факт, что среднее число случаев обращений за медицинской помощью в жаркие дни, когда температура воздуха поднималась свыше 30 °С, что является аномальным для территории горда Воронежа, по причине таких диагнозов, как гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности, поражения сосудов мозга (уточненные), цереброваскулярная болезнь, гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью, выше в 1,1–1,4 раза, чем среднее число случаев обращений в сутки по этим же причинам (диагнозам) в течение года (табл. 2).

В целом полученные данные согласуются с общепризнанными фактами – летняя жаркая погода особенно негативно влияет на людей, страдающих артериальной гипертензией. Известно, что первой реакцией организма на жару является снижение артериального давления за счет расширения сосудов, затем следует увеличение частоты сердечных сокращений, минутного выброса крови, повышается концентрация натрия плазмы крови. В результате потоотделения организм теряет много жидкости и минеральных солей – калия, магния и др., идет сгущение крови, возникает дополнительная нагрузка на сердце, это может вести к нарастанию признаков сердечной недостаточности и риску тромбообразования.

Вместе с тем, низкие температуры воздуха, нехарактерные для данной местности, также могут выступать как фактор, способствующий обострению заболеваний сердечно-сосудистой системы.

При температуре ниже –20 °С, которая зарегистрирована 27.02.2018, количество обращений за медицинской помощью по причине гипертензивной болезни без сердечной недостаточности составляет 88 случаев, с диагнозом поражения сосудов мозга (уточненные) – 15, с диагнозом цереброваскулярная болезнь – 16, гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью – 2, стенокардия – 0. Отношение числа случаев в этот морозный день к среднему числу случаев обращений в сутки в течение года больше единицы для гипертензивной болезни без сердечной недостаточности и цереброваскулярной болезни (1,18 и 1,17 соответственно).

Таблица 2
Table 2

Число случаев обращений за медицинской помощью в неблагоприятные по температурным максимумам дни (жаркие дни)
The number of cases of seeking medical help on unfavorable days (hot days)

Дата	Температура максимальная, °С	Число случаев обращений за медицинской помощью					
		всего случаев по 5 нозологиям	гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности	Поражения сосудов мозга (уточненные)	цереброваскулярная болезнь (неуточненная)	гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью	стенокардия
22.06.2018	31,5	137	65	44	21	7	0
27.06.2018	30,2	129	82	20	14	7	6
13.07.2018	30,4	148	93	31	15	6	3
26.07.2018	31,3	90	70	13	6	1	0
27.07.2018	31,9	60	32	18	7	2	1
03.08.2018	30,1	194	123	41	27	2	1
15.08.2018	32,0	109	64	20	12	7	6
16.08.2018	33,9	136	84	24	17	5	6
17.08.2018	31,5	182	103	55	17	4	3
27.08.2018	30,9	101	64	15	17	4	1
28.08.2018	30,3	114	77	10	11	11	5
29.08.2018	30,3	87	39	22	12	6	8
30.08.2018	30,8	67	34	22	4	5	2
31.08.2018	32,4	100	55	33	6	5	1
03.09.2018	30,8	204	117	36	17	25	9
04.09.2018	30,2	146	96	22	15	5	8
Среднее число случаев обращений в неблагоприятные дни		125	75	27	14	6	4
Среднее число случаев обращений в сутки в течение года		108	66	19	12	6	4
Отношение числа случаев обращений в неблагоприятные дни к среднему числу случаев в течение года		1,2	1,1	1,4	1,1	1,1	0,9

Перепад среднесуточной температуры на более чем 8 °С регистрировался в 204 из 365 дней. При этом среднее число случаев обращений за медицинской помощью в неблагоприятные по данному показателю дни выше, чем среднее число случаев обращений в сутки в течение года по всем анализируемым диагнозам (табл. 3).

Наиболее значительные различия выявлены по числу случаев обращений с диагнозом «гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью».

При ощутимом изменении атмосферного давления как в меньшую, так и в большую сторону, пациенты, страдающие заболеваниями сердечно-сосудистой системы, нередко ощущают ухудшение самочувствия.



Таблица 3
Table 3

Число случаев обращений за медицинской помощью в неблагоприятные
по перепадам температуры дни
The number of cases of seeking medical help on days unfavorable in terms of temperature changes

Показатель	Заболевание					
	всего случаев по 5 нозологиям	гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности	поражения сосудов мозга (уточненные)	цереброваскулярная болезнь (неуточненная)	гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью	стенокардия
Среднее число случаев в неблагоприятные дни (перепад температуры воздуха выше 8 °С)	147	94	29	16	10	5
Среднее число случаев обращений в сутки в течение года	108	66	19	12	6	4
Отношение числа случаев в неблагоприятные дни к среднему числу случаев в течение года	1,4	1,4	1,5	1,3	1,6	1,3

Из 365 дней перепад атмосферного давления более чем на 6 мм рт. ст. в сутки регистрировался 52 раза. В эти дни среднее число случаев обращений за медицинской помощью по причинам гипертензивной болезни без сердечной недостаточности в 1,3 раза выше, чем среднее число случаев обращений в сутки по этому диагнозу в течение года, с диагнозом поражения сосудов мозга (уточненным) – в 1,4 раза, цереброваскулярной болезни – в 1,2 раза, гипертензивной болезни с сердечной недостаточностью – в 1,5 раза, стенокардии – в 1,2 раза.

Максимальные перепады в течение суток, составляющие 12–15 мм рт. ст., в анализируемом году регистрировались 7 раз. Наиболее значительные различия по числу случаев обращений за медицинской помощью в эти неблагоприятные дни регистрировалось по диагнозу гипертензивной болезни с сердечной недостаточностью, которые составили 2 раза (табл. 4).

При понижении атмосферного давления кровяное давление, как правило, снижается. Это, в свою очередь, приводит к учащению пульса и нагрузке на сердце. Также может произойти сгущение крови, которое приводит к повышенному тромбообразованию. Основная опасность резкого повышенного атмосферного давления в том, что в этом случае повышается артериальное давление, что может спровоцировать инсульты и инфаркты.

В целом, в дни с максимальными перепадами атмосферного давления обращаемость населения за медицинской помощью по причинам обострения сердечно-сосудистых заболеваний была в 1,7 раза выше среднего числа случаев обращений в сутки в течение года, в том числе с диагнозами «гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности» – в 1,6 раза, «поражения сосудов мозга (уточненные)» – 1,9 раза, «цереброваскулярная болезнь (неуточненная)» – в 1,6 раза, «стенокардия» – в 1,4 раза.

Таблица 4
Table 4

Число случаев обращений за медицинской помощью в неблагоприятные по перепадам атмосферного давления дни (перепад на 12–15 мм рт. ст. в течение суток)
The number of cases of seeking medical help on days unfavorable in terms of atmospheric pressure drops (drop by 12–15 mm Hg during the day)

Дата	Перепад атмосферного давления по отношению к предыдущим суткам, мм рт. ст.	Число случаев обращений за медицинской помощью					
		Всего случаев по 5 нозологиям	Гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности	Поражения сосудов мозга (уточненные)	Цереброваскулярная болезнь (неуточненная)	Гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью	Стенокардия
29.01.2018	12	196	112	40	33	7	4
01.02.2018	12	311	177	70	23	31	10
06.02.2018	13	187	111	43	17	10	6
04.03.2018	15	–	–	–	–	–	–
06.03.2018	12	188	127	30	13	11	7
24.10.2018	12	99	64	19	6	9	1
29.11.2018	14	101	62	11	20	3	5
Среднее число случаев в неблагоприятные дни (перепад атмосферного давления)		180	109	36	19	12	6
Среднее число случаев обращений в сутки в течение года		108	66	19	12	6	4
Отношение числа случаев обращений в неблагоприятные дни к среднему числу случаев в течение года		1,7	1,6	1,9	1,6	2,0	1,4

При оценке синхронности случаев обращения населения за медицинской помощью с наиболее распространенными болезнями сердечно-сосудистой системы и величин метеорологических показателей по результатам корреляционного анализа выявлены статистически значимые ($p > 0,05$) связи слабой и средней силы (табл. 5).

Наиболее значимое влияние из числа анализируемых факторов на заболевания сердечно-сосудистой системы из метеорологических показателей имеет перепад атмосферного давления на более, чем 6 мм. рт. ст. в сутки: коэффициенты парной корреляции с изучаемыми диагнозами составляют от 0,34 до 0,46 при $t_{\text{расч.}} = 5,67 \div 8,13 > t_{\text{крит.}} = 1,96, p < 0,05$.

Число случаев обращений пациентов за медицинской помощью с рассматриваемыми диагнозами болезней сердечно-сосудистой системы так же, как и с перепадом атмосферного давления, коррелирует с перепадом температуры воздуха на более чем на 8 °C в сутки: коэффициенты парной корреляции составляют с гипертензивной болезнью без сердечной недостаточности $r = 0,35$ при $t_{\text{расч.}} = 5,86 > t_{\text{крит.}} = 1,96, p < 0,05$, с поражением сосудов мозга (уточненными) $r = 0,39$ при $t_{\text{расч.}} = 6,64 > t_{\text{крит.}} = 1,96, p < 0,05$, цереброваскулярной болезнью (неуточненной) $r = 0,31$ при $t_{\text{расч.}} = 5,11 > t_{\text{крит.}} = 1,96, p < 0,05$, с гипертензивной болезнью с сердечной недостаточностью $r = 0,41$ при $t_{\text{расч.}} = 7,05 > t_{\text{крит.}} = 1,96, p < 0,05$,



стенокардией $r = 0,33$ при $t_{\text{расч.}} = 5,48 > t_{\text{крит.}} = 1,96$, $p < 0,05$, а в целом по классу «болезни сердечно-сосудистой системы» – $r = 0,34$ при $t_{\text{расч.}} = 5,67 > t_{\text{крит.}} = 1,96$, $p < 0,05$.

Таблица 5
Table 5

Оценка связи обращаемости пациентов за медицинской помощью с метеорологическими показателями (коэффициенты парной корреляции без смещения данных в парах r)
Assessment of the relationship of patients seeking medical care with meteorological indicators (pair correlation coefficients without data bias in pairs r)

Диагноз	Показатели					
	Температура среднесуточная	Температура минимальная	Температура максимальная	Перепад температуры, более чем на 8 °С в сутки	Атмосферное давление	Перепад атмосферного давления, более 6 мм рт. ст. в сутки
Гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности	-0,12	0,13	0,25	0,35*	0,18	0,36*
Поражения сосудов мозга (уточненные)	0,10	0,03	0,36*	0,39*	0,14	0,39*
Цереброваскулярная болезнь (неуточненная)	-0,12	0,08	0,17*	0,31*	0,14	0,36*
Гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью	-0,08	0,12	0,27*	0,41*	0,12	0,46*
Стенокардия	-0,11	0,02	0,15*	0,33*	0,05	0,34*
По классу «болезни сердечно-сосудистой системы»	-0,10	0,13	0,23*	0,34*	0,11	0,38*

Примечание: * статистически значимые коэффициенты парной корреляции при $t_{\text{расч.}} > t_{\text{крит.}}$, $p < 0,05$; $r < 0,12$ – статистически незначимые; r от 0,13 до 0,33 – сила связи слабая (связь несущественная); r от 0,34 до 0,66 – сила связи средней силы (связь прослеживается); r от 0,67 до 1,00 – сильная сила связи (связь явная)

С опережением случая обострения заболевания на 1-й день (гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности, поражения сосудов мозга, цереброваскулярная болезнь, гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью, стенокардия) с метеорологическими показателями по результатам корреляционного анализа выявлены статистически значимые связи слабой и средней силы с суточным перепадом температуры атмосферного воздуха более, чем на 8 °С и перепадом атмосферного давления более, чем на 6 мм рт. ст.: $r = 0,21 \div 0,37$ при $t_{\text{расч.}} = 3,37 \div 6,25 > t_{\text{крит.}} = 1,96$, $p < 0,05$. Связи средней силы характерны для гипертензивной болезни без сердечной недостаточности и с сердечной недостаточностью, а также стенокардии. Это говорит о том, что ухудшение самочувствия у метеозависимых пациентов может проявляться накануне неблагоприятного по метеорологическим показателям дня.

Вместе с тем, наиболее выраженные корреляционные зависимости выявлены при смещении данных об обращаемости на 1 день в сторону запаздывания обращения (табл. 6).

Таблица 6
Table 6

Оценка связи обращаемости пациентов за медицинской помощью с метеорологическими показателями (коэффициенты парной корреляции в случае смещения данных в парах на 1-й день, т.е. запаздывание обращения)

Evaluation of the relationship between patients seeking medical care and meteorological indicators (pair correlation coefficients in the case of a shift in data in pairs by 1 day, i.e., a delay in treatment)

Диагноз	Показатели			
	Температура максимальная	Перепад температуры более, чем на 8 °С в сутки	Атмосферное давление	Перепад атмосферного давления, более 6 мм рт. ст. в сутки
Гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности	0,30	0,37*	0,21*	0,40*
Поражения сосудов мозга (уточненные)	0,39*	0,42*	0,16*	0,42*
Цереброваскулярная болезнь (неуточненная)	0,27*	0,34*	0,17*	0,39*
Гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью	0,34*	0,45*	0,13	0,49*
Стенокардия	0,18*	0,37*	0,11	0,37*
По классу «болезни сердечно-сосудистой системы»	0,33*	0,39*	0,18*	0,41*

Примечание: * статистически значимые коэффициенты парной корреляции при $t_{расч.} > t_{крит.}$, $p < 0,05$; $r < 0,12$ – статистически незначимые; r от 0,13 до 0,33 – сила связи слабая (связь несущественная); r от 0,34 до 0,66 – сила связи средней силы (связь прослеживается); r от 0,67 до 1,00 – сильная сила связи (связь явная)

Заболевания, связанные со среднесуточной и минимальной температурой, зарегистрированы не были, что вполне закономерно, т.к. среднесуточная и минимальная температуры практически не выходили в анализируемом году за пределы климатической нормы.

Коэффициенты корреляции числа случаев заболеваний сердечно-сосудистой системы с перепадом атмосферного давления более 6 мм рт. ст. в сутки, имеют большие значения при смещении данных в парах на 1-й день, т.е. при запаздывании обращения пациентов за медицинской помощью, по отношению к анализу данных без смещения. Связь всех рассматриваемых болезней с показателем перепада атмосферного давления более 6 мм рт. ст. в сутки классифицируется как средней силы и статистически значимая ($p < 0,05$, $r > 0,34$ но $< 0,66$). Коэффициенты парной корреляции составляют с гипертензивной болезнью без сердечной недостаточности $r = 0,40$ при $t_{расч.} = 6,85 > t_{крит.} = 1,96$, $p < 0,05$, с поражением сосудов мозга (уточненными) $r = 0,42$ при $t_{расч.} = 7,26 > t_{крит.} = 1,96$, $p < 0,05$, цереброваскулярной болезнью (неуточненной) $r = 0,39$, при $t_{расч.} = 6,64 > t_{крит.} = 1,96$, $p < 0,05$, с гипертензивной болезнью с сердечной недостаточностью $r = 0,49$ при $t_{расч.} = 8,82 > t_{крит.} = 1,96$, $p < 0,05$, стенокардией $r = 0,37$ при $t_{расч.} = 6,25 > t_{крит.} = 1,96$, $p < 0,05$, а в целом по 5 наиболее распространенным диагнозам болезней сердечно-сосудистой системы – $r = 0,41$ при $t_{расч.} = 7,05 > t_{крит.} = 1,96$, $p < 0,05$.

В неблагоприятные по метеорологическим показателям дни со среднегодовым числом обращений в день, в неблагоприятные по температурным максимумам дни обращаемость па-



циентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями в поликлинические учреждения в 1,1–1,4 раза выше среднегодового показателя; в неблагоприятные по перепадам атмосферного давления дни (на 12–15 мм рт. ст. в течение суток) – в 1,4–2,0 раза.

Результаты корреляционного анализа также подтвердили гипотезу о влиянии метеорологических условий на обращаемость пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями за медицинской помощью.

Оценка связи обращаемости пациентов с ведущими формами сердечно-сосудистых заболеваний за медицинской помощью и метеорологических показателей (среднесуточной, максимальной и минимальной температур атмосферного воздуха, атмосферного давления) показала, что с опережением случая заболевания на 1 день (гипертензивная болезнь без сердечной недостаточности, поражения сосудов мозга, цереброваскулярная болезнь, гипертензивная болезнь с сердечной недостаточностью, стенокардия) с метеорологическими показателями по результатам корреляционного анализа выявлены статистически значимые связи слабой и средней силы с суточным перепадом температуры атмосферного воздуха более, чем на 8 °С и перепадом атмосферного давления более, чем на 6 мм рт. ст.: $r = 0,21 \div 0,37$ при $t_{\text{расч.}} = 3,37 \div 6,25 > t_{\text{крит.}} = 1,96$, $p < 0,05$, что говорит о возможном ухудшении самочувствия у метеозависимых пациентов накануне неблагоприятных по метеорологическим показателям дней. Вместе с тем, коэффициенты корреляции числа случаев заболеваний сердечно-сосудистой системы с перепадом атмосферного давления более 6 мм рт. ст. в сутки, имеют большие значения при смещении данных в парах на 1-й день, т.е. при запаздывании обращения пациентов за медицинской помощью, по отношению к результатам анализа данных без смещения и с опережением случая обращения: связь всех рассматриваемых болезней с показателем перепада атмосферного давления, более 6 мм рт. ст. в сутки классифицируется как средней силы и статистически значимая ($p < 0,05$, $r > 0,34$ но $< 0,66$).

Сопоставление результатов нашего исследования с известными мировыми данными позволяет говорить об идентичности реализованных подходов и результатов. При этом наибольшее число работ в базе данных Pubmed по проблемам метеозависимости в последние годы имеется у китайских ученых [Bao et al., 2018; Xu et al., 2019; Zheng et al., 2020]. В частности, изучение влияния суточного диапазона температур на кровяное давление у 46609 человек в Северо-Западном Китае (2020 г.) показало, что существует положительная линейная корреляция между резким перепадом суточных температур и систолическим артериальным давлением; отмечено также неблагоприятное влияние на функционирование сердечно-сосудистой системы высоких температур в жаркое время года [Zheng et al., 2020].

В исследовании с участием 100 участников из Сучжоу (Китай) выявлена параболическая зависимость между почасовой температурой и артериальным давлением. Установлено, что быстрое изменение почасовых температур в сторону похолодания или жары оказало влияние на систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД) с задержкой до 5 часов [Xu et al., 2019].

В Шотландии на базе клиники Glasgow проведен анализ 169000 визитов в клинику 16010 пациентов с артериальной гипертензией. Каждое посещение клиники сопоставлялось со среднемесячными данными о погоде на западе Шотландии (температура, солнце, осадки). В результате исследования доказана реакция артериального давления на изменение температуры атмосферного воздуха, при этом после такого воздействия у метеозависимых пациентов определяется долгосрочная изменчивость артериального давления [Aubinière-Robb et al., 2013]. Группой совместных исследований DASH опубликованы материалы работы, выполненной в условиях медицинского стационара (333 пациента с гипертонической болезнью), показывающие, что в периоды холодной погоды, а также при перепадах атмосферного давления происходит увеличение вари-

бельности артериального давления, что может усложнить диагностику и лечение гипертонии, а также способствует высокой смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, наблюдаемой зимой [Jehn et al., 2002].

Усиление внимания в мире и в России к изучению метеозависимых состояний свидетельствует, что полученные результаты необходимо использовать при планировании деятельности амбулаторно-поликлинических учреждений здравоохранения по совершенствованию оказания медицинской помощи пациентам.

Заключение

Совершенствование оказания первичной медицинской помощи на амбулаторно-поликлиническом этапе больным с сердечно-сосудистыми заболеваниями, имеющим метеочувствительность и метеозависимость, достигается реализацией основных направлений профилактики повышенной метеочувствительности и лечения метеозависимых пациентов: информированием пациентов об источниках получения специализированных медицинских прогнозов погоды в регионе; проведением медицинского обследования метеозависимых пациентов с целью количественной оценки функциональных резервов организма и рисков обострения метеозависимых заболеваний; реализацией персонифицированного подхода к лечению болезней сердечно-сосудистой системы у метеозависимых пациентов; повышением квалификации медицинского персонала, включающим ознакомление с принципами оценки изменений погоды и условиями формирования неблагоприятных с медицинских позиций погодных условий, при которых возникает вероятность развития метеопатических реакций организма; рекомендацией и проведением пациентам лечебно-профилактических мероприятий, включающих адекватный выбор средств профилактики и коррекции повышенной метеочувствительности на основе использования методов физиотерапии, климатотерапии и бальнеотерапии, а также принципов здорового образа жизни.

Следует отметить, что результаты проведенного исследования имеют свои неопределенности, наиболее существенная из которых – региональный аспект, т.к. данные получены для города Воронежа, расположенного в средне-континентальной полосе – зоне умеренного климата с ярко выраженной сезонностью, где по отношению к другим регионам России зима не очень холодная, а лето не слишком жаркое, часто дождливое, а погодные изменения в целом не слишком резки в силу того, что географически город Воронеж расположен в удаленности от Северного и Атлантического океанов, практически в самом центре Европейской части России.

Наиболее информативной характеристикой из числа учтенных в исследовании шести метеорологических показателей (среднесуточная, минимальная, максимальная температуры атмосферного воздуха; перепады температуры более, чем на 8 °С в сутки; атмосферное давление; перепады атмосферного давления более 6 мм рт. ст. в сутки) является резкий перепад атмосферного давления в течение суток, с которым статистически значимо коррелирует число случаев обращений пациентов, имеющих сердечно-сосудистые заболевания, за медицинской помощью. При этом наиболее выраженные корреляционные зависимости выявлены при смещении данных об обращаемости на 1 день в сторону запаздывания обращения.

Список литературы

1. Архипова О.Е., Епринцев С.А. 2017. Оценка динамики природного каркаса урбанизированных территорий Воронежской области по материалам дистанционного зондирования Земли. *Информация и космос*, 3: 119–125.
2. Беляева В.А. 2016. Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления. *Анализ риска здоровью*, 4: 17–22. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.02.



3. Беляева В.А. 2019. Сердечно-сосудистые заболевания у населения предгорных территорий и погодные факторы. Гигиена и санитария, 98 (10): 1148–1154. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-10-1148-1154.
4. Бикмухаметова Л.М., Русак С.Н. 2019. Биоэкологическая оценка комфортности температурного компонента погодно-климатических условий и его влияний на состояние здоровья жителей среднего Приобья. Самарский научный вестник, 8 (4(29)): 14–18. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-14102.
5. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Яковлев М.Ю., Уянаева А.И., Худов В.В., Банченко А.Д., Шашлов С.В. 2017. Методология персонализированной немедикаментозной профилактики распространенных метеозависимых заболеваний системы кровообращения как основа активного здорового долголетия у населения России. Вестник восстановительной медицины, 1 (77): 72–78.
6. Быков А.Т., Дюжиков А.А., Маляренко Т.Н. 2016. Возможные последствия изменений погодно-климатических условий для сердечно-сосудистой системы человека. Медицинский журнал, 1 (55): 18–28.
7. Година З.Н., Рейза В.А., Елифанов С.Ю. 2020. Особенности структуры факторов кардиоваскулярного риска у мужчин моложе 60 лет с инфарктом миокарда и метаболическим синдромом. Медико-фармацевтический журнал Пульс, 22 (8): 33–37. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-8-33-37.
8. Епринцев С.А., Клевцова М.А., Калаев В.Н., Шекоян С.В. 2017. Мониторинг состояния биотехносферы урбанизированных территорий (на примере города Воронежа) как фактора экологической безопасности населения. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 1: 126–132.
9. Епринцев С.А., Клепиков О.В., Шекоян С.В., Жигулина Е.В. 2019. Формирование очагов экологически обусловленной заболеваемости как критерий «отклика» на качество окружающей среды. Наука Юга России, 15 (3): 70–80. DOI: 10.7868/S25000640190308.
10. Епринцев С.А., Клепиков О.В., Шекоян С.В. 2020. Дистанционное зондирование Земли как способ оценки качества окружающей среды урбанизированных территорий. Здоровье населения и среда обитания, 4 (325): 5–12. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-5-12.
11. Епринцев С.А., Шекоян С.В. 2019. Геоинформационное картографирование урбанизированных территорий как механизм пространственной оценки социально-экологических факторов. Геополитика и экогеодинамика регионов, 5 (3): 109–115.
12. Иванова Е.С., Мухарлямов Ф.Ю., Сычева М.Г., Рассулова М.А. 2016. Новые технологии коррекции функционального статуса при начальных проявлениях артериальной гипертензии на фоне метеозависимости. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 93 (2–2): 81–82.
13. Капшук Е.А., Корсак В.О., Терехова О.Е., Блинова В.В. 2018. "Метеочувствительность" как фактор риска острых кардиоваскулярных заболеваний. Бюллетень медицинских интернет-конференций, 8 (1): 17–18.
14. Корсак В.О., Терехова О.Е., Капшук Е.А., Блинова В.В. 2016. Влияет ли перемена метеоусловий на самочувствие больных с артериальной гипертензией? Бюллетень медицинских интернет-конференций, 6 (11): 1559.
15. Кузнецова Ю.А., Берсенева И.А., Барулина С.Н. 2012. Изучение психологического состояния и показателей сердечно-сосудистой системы у здоровых, обследуемых при разных типах погоды. Вестник Московского государственного областного гуманитарного института. Серия: Медико-биологические науки, 2: 34–39.
16. Оленко Е.С., Киричук В.Ф., Кодочигова А.И., Оксеньчук Р.В., Деева М.А. 2017. Состояние мозгового кровотока у здоровых лиц молодого возраста с синдромом "метеозависимости". В кн.: XXIII съезд физиологического общества им. И.П. Павлова. Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием. Воронеж, 18–22 сентября 2017 г. Воронеж, Истоки: 930–932.
17. Остряков Н.Г., Рейза В.А., Година З.Н. 2020. Факторы риска кардиоваскулярных заболеваний у мужчин моложе 60 лет с инфарктом миокарда и метаболическим синдромом. Медицина: теория и практика, 5 (3): 45–51.

18. Смирнова М.Д., Свирида О.Н., Агеев Ф.Т. 2019. Меры защиты больных сердечно-сосудистыми заболеваниями от воздействия волн жары: медикаментозные и немедикаментозные. *Терапевтический архив*, 91 (1): 101–107. DOI: 10.26442/00403660.2019.01.000038 .
19. Суджаева О.А. 2017. Некоторые вопросы сердечно-сосудистой профилактики с учетом новых рекомендаций Европейского общества кардиологов. *Медицинские новости*, 2: 39–45.
20. Таганов А.В. 2019. Метеочувствительность: терминология, симптоматика, современные подходы к коррекции состояния. *Вестник РАЕН*, 19 (3): 97–100.
21. Тупицын В.В., Батаев Х.М., Меньшикова А.Н., Година З.Н. 2020. Особенности структуры факторов риска сердечно-сосудистой патологии у мужчин моложе 60 лет с инфарктом миокарда и хроническими воспалительными заболеваниями легких. *Медико-фармацевтический журнал Пульс*, 22 (9): 21–25. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-9-21-25.
22. Умурзакова Г.И., Белов Г.В., Али М.М., Касымова Р.О. 2019. Влияние погодных факторов на заболеваемость и смертность от патологии сердца в г. Оше и г. Бишкеке. *Евразийский кардиологический журнал*, S1: 74.
23. Яковлев М.Ю., Пономарева А.В., Распертов М.М. 2019. Определение метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*, 3: 90–97.
24. Яшкичев В.И. 2019. К вопросу о метеозависимости пожилых людей. *Евразийское Научное Объединение*, 5–3 (51): 157–160.
25. Aubinière-Robb L., Jeemon P., Hastie C.E., Patel R.K., McCallum L., Morrison D., Walters M., Dawson J., Sloan W., Muir S., Dominiczak A.F., McInnes G.T., Padmanabhan S. 2013. Blood pressure response to patterns of weather fluctuations and effect on mortality. *Hypertension*, 62 (1): 190–196. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00686.
26. Bao J., Guo Y., Wang Q., He Y., Ma R., Hua J., Jiang Ch., Morabito M., Lei L., Peng J., Huang C. 2018. Effects of heat on first-ever strokes and the effect modification of atmospheric pressure: A time-series study in Shenzhen, China. *Science of The Total Environment*, 654: 1372–1378. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.101.
27. Jehn M., Appel L.J., Sacks F.M., Miller E.R. 2002. The effect of ambient temperature and barometric pressure on ambulatory blood pressure variability. *American journal of hypertension*, 15 (11): 941–945. DOI: 10.1016/s0895-7061(02)02999-0.
28. Yeprintsev S.A., Shekoyan S.V., Lepeshkina L.A., Voronin A.A., Klevtsova M.A. 2019. Technologies for creating geographic information resources for monitoring the socio-ecological conditions of cities. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 582 (1): 012012. DOI: 10.1088/1757-899X/582/1/012012.
29. Xu D., Zhang Y., Wang B., Yang H., Ban J., Liu F., Li T. 2019. Acute effects of temperature exposure on blood pressure: An hourly level panel study. *Environment international*, 124: 493–500. DOI: 10.1016/j.envint.2019.01.045.
30. Zheng S., Zhu W., Wang M., Shi Q., Luo Y., Miao Q., Nie Y., Kang F., Mi X., Bai Y. 2020. The effect of diurnal temperature range on blood pressure among 46,609 people in Northwestern China. *Science of The Total Environment*, 730: 138987. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138987.

References

1. Arkhipova O., Eprintsev S. 2017. Assessment of natural framework dynamics of the urbanized territories of the Voronezh region according to the materials of sounding. *Information and space*, 3: 119–125 (in Russian).
2. Belyayeva V.A. 2016. The impact of meteo-factors on increase of arterial blood pressure. *Health Risk Analysis*, 4: 15–19. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.02 (in Russian).
3. Belyayeva V.A. 2019. Cardiovascular diseases in popular territories population and weather factors. *Hygiene and Sanitation*, 98 (10): 1148–1154. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-10-1148-1154 (in Russian).
4. Bikmukhametova L.M., Rusak S.N. 2019. Bioecological assessment of a comfortable temperature component of weather and climate conditions and its effects on the health status of residents of the middle priobye. *Samara Journal of Science*, 8 (4(29)): 14–18. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-14102 (in Russian).



5. Bobrovnikskii I.P., Nagornev S.N., Yakovlev M.Yu., Uyanaeva A.I., Khudov V.V., Banchenko A.D., Shashlov S.V. 2017. Methodology of personalized non-pharmacological prevention weather sensitivity common diseases of the circulatory system as the basis for an active healthy longevity. *Bulletin of rehabilitation medicine*, 1 (77): 72–78 (in Russian).
6. Bykov A.T., Dyuzhikov A.A., Malyarenko T.N. 2016. The possible negative effects of climate and weather changes on human cardiovascular system. *Medical Journal*, 1 (55): 18–28 (in Russian).
7. Godina Z.N., Reiza V.A., Epifanov S.Y. 2020. Cardiovascular risk factors peculiarities in men under 60 years old with myocardial infarction and metabolic syndrome. *Medical & pharmaceutical journal pulse*, 22 (8): 33–37. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-8-33-37 (in Russian).
8. Yeprintsev S.A., Klevtsova M.A., Kalaev V.N., Shekoyan S.V. 2017. Monitoring of the state of the biotechnosphere of urbanized territories (on the example of voronezh city) as a factor of environmental safety of the population. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geocology*, 1: 126–132 (in Russian).
9. Yeprintsev S.A., Klepikov O.V., Shekoyan S.V., Zhigulina E.V. 2019. Formation of environmental focal diseases as a response criteria for the quality of the environment. *Science of the South of Russia*, 15 (3): 70–80. DOI: 10.7868/S25000640190308 (in Russian).
10. Yeprintsev S.A., Klepikov O.V., Shekoyan S.V. 2020. Remote sensing of the Earth as a method of assessing environmental quality of urban areas. *Public Health and Life Environment*, 4 (325): 5–12. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-5-12 (in Russian).
11. Yeprintsev S.A., Shekoyan S.V. 2019. Geoinformation mapping of urbanized territories as a mechanism for spatial assessment of socio-environmental factors. *Geopolitics and Ecogeodynamics of regions*, 5 (3): 109–115 (in Russian).
12. Ivanova E.S., Muharlyamov F.Yu., Sycheva M.G., Rassulova M.A. 2016. Novye tekhnologii korrektsii funktsional'nogo statusa pri nachal'nykh proyavleniyah arterial'noj gipertenzii na fone meteozaavisimosti [New technologies for correcting the functional status in the initial manifestations of arterial hypertension against the background of weather dependence]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*, 93 (2–2): 81–82.
13. Kapshuk E.A., Korsak V.O., Terekhova O.E., Blinova V.V. 2018. "Meteochuvstvitel'nost'" kak faktor riska ostrykh kardiovaskulyarnykh zabolevaniy ["Meteosensitivity" as a risk factor for acute cardiovascular diseases]. *Bulletin of Medical Internet Conferences*, 8 (1): 17–18.
14. Korsak V.O., Terekhova O.E., Kapshuk E.A., Blinova V.V. 2016. Vliyaet li peremena meteoslovij na samochuvstvie bol'nykh s arterial'noj gipertenziej? [Does the change in weather conditions affect the well-being of patients with arterial hypertension?]. *Bulletin of Medical Internet Conferences*, 6 (11): 1559.
15. Kuznetsova Y.A., Berseneva I.A., Barulina S.N. 2012. Study of state and psychological measures of cardiovascular system in healthy the subject at different types of weather. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo gumanitarnogo instituta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*, 2: 34–39 (in Russian).
16. Olenko E.S., Kirichuk V.F., Kodochigova A.I., Oksenchuk R.V., Deeva M.A. 2017. The state of brain blood for healthy persons of young age with the syndrome of "meteosofability". In: XXIII Congress of the Physiological Society. I.P. Pavlova. *Materials of the XXIII Congress of the Physiological Society. I.P. Pavlova with international participation. Voronezh, 18–22 September 2017. Voronezh, Publ. Istoki*: 930–932 (in Russian).
17. Ostryakov N.G., Rejza V.A., Godina Z.N. 2020. Cardiovascular Risk Factors in Men Under 60 Years Old with Myocardial Infarction and Metabolic Syndrome. *Medicine: theory and practice*, 5 (3): 45–51 (in Russian).
18. Smirnova M.D., Svirida O.N., Ageev F.T. 2019. Protective measures of patients with cardiovascular diseases from exposure to heat waves: medicated and non-medicated. *Therapeutic archive*, 91 (1): 101–107. DOI: 10.26442/00403660.2019.01.000038 (in Russian).
19. Sujayeva V.A. 2017. Some questions of cardiovascular disease prevention taking into account new Guidelines of European society of Cardiology. *Meditsinskie novosti*, 2: 39–45 (in Russian).
20. Taganov A.V. 2019. Medicine meteosensitivity: terminology, symptoms and methods of correction. *Bulletin of Russian academy of natural sciences*, 19 (3): 97–100 (in Russian).
21. Tupitsyn V.V., Bataev Kh.M., Men'shikova A.N., Godina Z.N. 2020. Cardiovascular risk factors peculiarities in men under 60 years old with myocardial infarction and chronic inflammatory lung

diseases. Medical & pharmaceutical journal "Pulse", 22 (9): 21–25. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-9-21-25 (in Russian).

22. Umurzakova G.I., Belov G.V., Ali M.M., Kasymova R.O. 2019. Vliyanie pogodnyh faktorov na zaboлеваemost' i smertnost' ot patologii serdca v g. Oshe i g. Bishkeke [Influence of weather factors on morbidity and mortality from heart disease in Osh and Bishkek]. *Evrazijskij kardiologicheskij zhurnal*, S1: 74.

23. Yakovlev M.Yu., Ponomareva A.V., Raspertov M.M. 2019. Determination of meteoropathic reactions in patients with diseases of the circulatory system. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*, 3: 90–97 (in Russian).

24. Yashkichev V.I. 2019. K voprosu o meteozavisimosti pozhiyih lyudej [On the issue of weather dependence of the elderly]. *Evrazijskoe Nauchnoe Ob"edinenie*, 5–3 (51): 157–160.

25. Aubinière-Robb L., Jeemon P., Hastie C.E., Patel R.K., McCallum L., Morrison D., Walters M., Dawson J., Sloan W., Muir S., Dominiczak A.F., McInnes G.T., Padmanabhan S. 2013. Blood pressure response to patterns of weather fluctuations and effect on mortality. *Hypertension*, 62 (1): 190–196. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00686.

26. Bao J., Guo Y., Wang Q., He Y., Ma R., Hua J., Jiang Ch., Morabito M., Lei L., Peng J., Huang C. 2018. Effects of heat on first-ever strokes and the effect modification of atmospheric pressure: A time-series study in Shenzhen, China. *Science of The Total Environment*, 654: 1372–1378. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.101.

27. Jehn M., Appel L.J., Sacks F.M., Miller E.R. 2002. The effect of ambient temperature and barometric pressure on ambulatory blood pressure variability. *American journal of hypertension*, 15 (11): 941–945. DOI: 10.1016/s0895-7061(02)02999-0.

28. Yeprintsev S.A., Shekoyan S.V., Lepeshkina L.A., Voronin A.A., Klevtsova M.A. 2019. Technologies for creating geographic information resources for monitoring the socio-ecological conditions of cities. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 582 (1): 012012. DOI: 10.1088/1757-899X/582/1/012012.

29. Xu D., Zhang Y., Wang B., Yang H., Ban J., Liu F., Li T. 2019. Acute effects of temperature exposure on blood pressure: An hourly level panel study. *Environment international*, 124: 493–500. DOI: 10.1016/j.envint.2019.01.045.

30. Zheng S., Zhu W., Wang M., Shi Q., Luo Y., Miao Q., Nie Y., Kang F., Mi X., Bai Y. 2020. The effect of diurnal temperature range on blood pressure among 46,609 people in Northwestern China. *Science of The Total Environment*, 730: 138987. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138987.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Колягина Наталья Михайловна, главный врач Бюджетного учреждения здравоохранения Воронежской области «Воронежская городская поликлиника № 18», г. Воронеж, Россия

Бережнова Татьяна Александровна, доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой фармакологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

Клепиков Олег Владимирович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalia M. Kolyagina, Chief Physician of the Budgetary Healthcare Institution of the Voronezh Region "Voronezh City Polyclinic No.18", Voronezh, Russia

Tatiana A. Berezhnova, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pharmacology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

Oleg V. Klepikov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Industrial Ecology, Equipment for Chemical and Petrochemical Plants, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia



Епринцев Сергей Александрович, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

Шекоян Сюзанна Вазгеновна, кандидат технических наук, научный сотрудник кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

Sergey A. Yeprintsev, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Suzanna V Shekoyan, Candidate of Technical Sciences, Researcher, Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russia



УДК 634.84
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-431–440

Геохимические особенности транслокации элементов в системе «почва-растение» по результатам изучения географических районов виноградарства Крыма

Лопина Е.М., Зеленская Е.Я.

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

Аннотация. По своим почвенно-климатическим условиям Крымский полуостров является уникальной географической зоной для выращивания винограда и производства определенных типов крымских вин, которые по вкусовым качествам заметно отличаются от других известных брендов. Важную роль в формировании вкусовых параметров вин играет содержание макро- и микроэлементов, которые путем транслокации могут накапливаться в виноградном растении, включая ягоды. Научной проблемой исследования является защита винной продукции от фальсификации. Установление связи между геохимическими свойствами почвы и вкусовыми качествами вина помогут выявить критерии идентификации географических районов. Целью данного исследования является обоснование предпосылок формирования специфических вкусовых качеств вин в зависимости от геохимии мест произрастания виноградной лозы. Оценка ампелопедологических условий Крымского полуострова показала, что благоприятным биогеохимическим потенциалом обладают территории Юго-Западного и Предгорного Крыма. В результате исследования впервые были получены критерии, по которым можно идентифицировать географические районы виноградарства Крымского полуострова. Для Восточного Крыма характерно повышенное содержание в почве и золе винограда Ni, а Северо-Западный Крым накапливает больше Fe и Pb. Эти критерии могут выступать индикаторами, которые характерны только для определенного географического района виноградарства Крыма.

Ключевые слова: виноградные почвы, геохимия, зола винограда, миграция элементов, Крымский полуостров.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90081.

Для цитирования: Лопина Е.М., Зеленская Е.Я. 2021. Геохимические особенности транслокации элементов в системе «почва-растение» по результатам изучения географических районов виноградарства Крыма. Региональные геосистемы, 45(3): 431–440. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-431–440

Geochemical features of the translocation of elements in the "soil-plant" system based on the results of studying the geographical regions of Crimean viticulture

Elena M. Lopina, Evgeniya Ya. Zelenskaya
Belgorod National Research University,
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: zelenskaya@bsu.edu.ru

Abstract. In terms of its soil and climatic conditions, the Crimean Peninsula is a unique geographical area for growing grapes and producing certain types of Crimean wines, which are noticeably different in



taste from other well-known brands. An important role in the formation of the taste parameters of wines is played by the content of macro- and microelements, which, by translocation, can accumulate in a grape plant, including berries. The scientific problem of the research is the protection of wine products from counterfeiting. Establishing the relationship between the geochemical properties of the soil and the taste of wine will help to identify criteria for identifying geographic areas. The purpose of this study is to substantiate the prerequisites for the formation of specific taste qualities of wines, depending on the geochemistry of the vine growing areas. An assessment of the ampelopedological conditions of the Crimean Peninsula showed that the territories of the Southwestern and Foothill Crimea have a favorable biogeochemical potential. As a result of the study, for the first time, criteria were obtained by which it is possible to identify the geographical areas of viticulture of the Crimean peninsula. The Eastern Crimea is characterized by an increased content of Ni in the soil and grape ash, and the North-Western Crimea accumulates more Fe and Pb. These criteria provide a protected geographical indication of wine products produced in Crimea.

Keywords: grape soils, geochemistry, grape ash, migration of elements, Crimean peninsula.

Acknowledgements: The reported study was funded by RFBR, project No. 19-35-90081.

For citation: Lopina E.M., Zelenskaya E.Ya. 2021. Geochemical features of the translocation of elements in the "soil-plant" system based on the results of studying the geographical regions of Crimean viticulture. *Regional Geosystems*, 45 (3): 431–440 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-431–440

Введение

Одним из главных направлений в экономике Крымского полуострова является развитие виноградской отрасли [Иванченко и др., 2014; Рыбалко, Баранова, 2018]. Государственная политика направлена на повышение качества и конкурентоспособности продукции виноградарства, а также на улучшение экологической безопасности готовой продукции [Воробьева, Павлюкова, 2017; Лисецкий и др., 2017; Мацкул, Короткова, 2019]. На качество винного материала оказывают влияние многие факторы, в том числе геоморфологические и микроклиматические особенности местности, но больше всего почвенно-экологические характеристики [Негруль, Крылатов, 1964]. Научная проблематика, основанная на установлении связи между геохимическими свойствами почвы и вкусовыми качествами вина, активно изучается в связи с разработкой методов диагностики фальсификатов [Аверьянов, Овчинников, 2018; Davari et al., 2018; Płotka-Wasyłka et al., 2018; Клименко и др., 2019]. Для Крымского региона это становится важным аспектом в той связи, что 27.12.2019 г. был принят Федеральный закон № 468-ФЗ⁶, в котором ставится задача защиты географического наименования мест производства вина. Помимо защищенного географического указания (ЗГУ) необходимо также увеличение продуктивности винодельческих предприятий. Для научного обеспечения задачи важно изучить закономерности распределения содержания макро- и микроэлементов в экологической системе «почва – виноградное растение» [Кириллук, 2006]. Сведения о путях миграции элементов от почвы к растению помогут не только идентифицировать регион произрастания виноградника, но и оценить степень воздействия химических препаратов при обработке виноградных почв для дальнейшего их рационального использования и получения экологически чистой продукции.

⁶ О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации: Федеральный закон от 27.12.2019 № 468-ФЗ. Электронный ресурс. СПС «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772/ (дата обращения: 11.04.2021).

Объекты и методы исследования

На территории Крымского полуострова можно выделить пять основных районов, которые обладают специфическими природно-климатическими условиями: 1 – Северо-Западный Крым, 2 – Юго-Западный Крым, 3 – Предгорный Крым, 4 – Южный берег Крыма, 5 – Восточный Крым (рис. 1).

Для проведения геохимической характеристики почв и растений были исследованы территории крупных современных винодельческих предприятий: в Северо-Западном Крыму – ООО «Крымские виноградники», в Юго-Западном Крыму – ООО «Инкерманский завод марочных вин», на Южном берегу Крыма – ФГУП «ПАО «Массандра», в Восточном Крыму – частное предприятие КФХ «Диковец». В Предгорном Крыму на сегодняшний день виноделие не очень развито, но этот регион является одним из приоритетных для восстановления винодельческой отрасли⁷. В связи с этим был исследован виноградник совхоза-завода «Предгорье», который не обрабатывался с 2010 г. Для исследования были отобраны почвенные образцы в горизонте В (>75 см), а также взяты ягоды винограда с каждого района исследования. Отбор образцов почв и растений проводился в конце вегетационного периода.

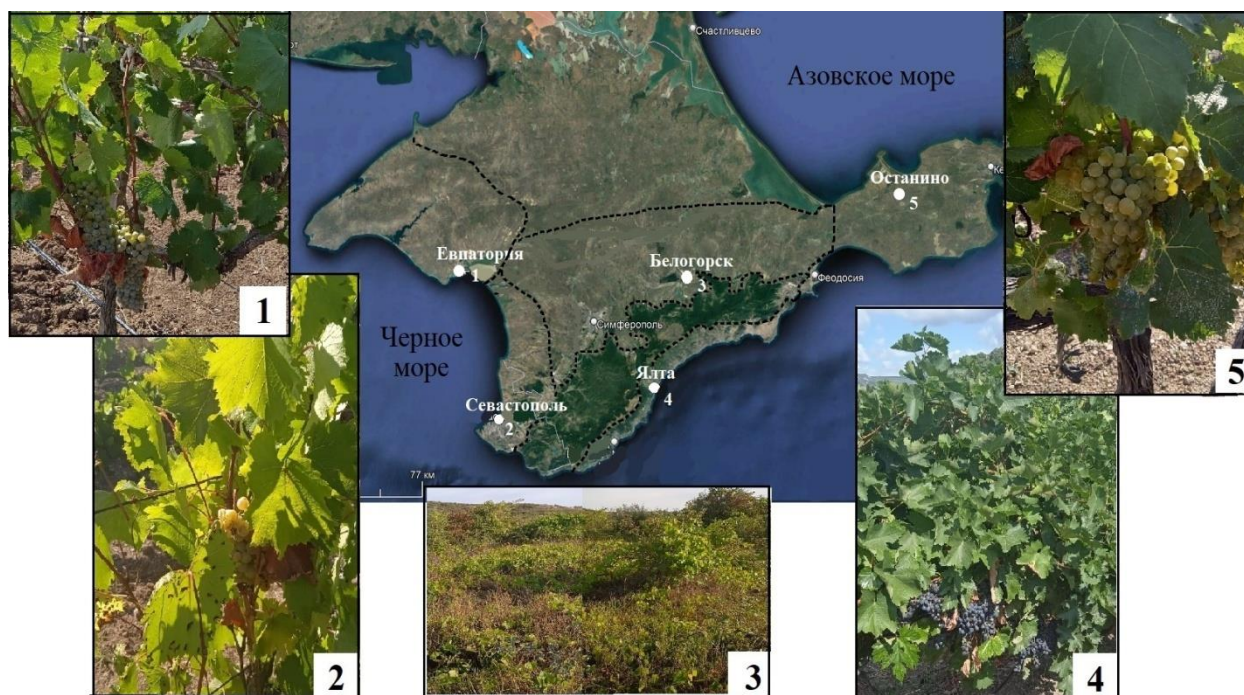


Рис. 1. Картограмма расположения точек отбора почвенных образцов и виноградников на Крымском полуострове: 1 – ООО «Крымские виноградники», 2 – ООО «Инкерманский завод марочных вин», 3 – виноградник совхоза-завода «Предгорье», 4 – ФГУП «ПАО «Массандра», 5 – частное предприятие КФХ «Диковец»

Fig. 1. Schematic map of the location of sampling points for soil samples and vineyards on the Crimean Peninsula: 1 – LLC "Crimean Vineyards", 2 – LLC "Inkerman Vintage Wine Factory", 3 – vineyard of the state farm-plant "Predgorie", 4 – FSUE PJSC "Massandra", 5 – private enterprise KFH "Dikovets"

Концентрация макро- (CaO, P₂O₅, Na₂O, MnO, K₂O, Al₂O₃, MgO, TiO₂, Fe₂O₃, SiO₂) и микроэлементов (Co, Rb, Ni, Cu, Zr, Zn, Sr, As, Ba, Pb, Cr, V) в почвах горизонта В и зольных частях винограда была определена с помощью рентгенофлуо-

⁷ Республика Крым в цифрах 2020. 2021. Статистический сборник. Симферополь, 226 с.



ресцентного анализа на приборе СПЕКТРОСКАН МАХ-GV по методике измерений массовой доли химических элементов. Для определения наиболее информативных химических элементов был рассчитан коэффициент вариации (V) по формуле:

$$V = \sigma : x_{\text{ср}} \times 100 \%,$$

где σ – дисперсия выборки, $x_{\text{ср}}$ – среднее значение выборки.

Результаты и их обсуждение

Для выявления закономерностей распределения химических элементов в виноградном растении были исследованы почвенные образцы в пяти разных агроклиматических районах, взятые на глубине > 75 см (см. таблицу).

Содержание химических элементов в почве (горизонт В) виноградников Крымского полуострова
The content of chemical elements in the soil (horizon В) of the vineyards of the Crimean Peninsula

Химические элементы	Ед. измерения	Районы исследования					V, %
		1	2	3	4	5	
Глубина	см	>75	>110	>75	>100	>75	
CaO	%	7,95	14,03	14,31	6,49	3,59	51
P ₂ O ₅		0,13	0,28	0,28	0,22	0,11	41
Na ₂ O		0,97	1,34	1,11	2,14	0,99	37
K ₂ O		1,73	1,82	1,53	2,95	1,33	34
Al ₂ O ₃		11,45	10,16	9,20	18,39	9,83	32
MgO		1,77	1,30	1,07	1,93	1,12	27
TiO ₂		0,78	0,62	0,52	0,47	0,84	24
Fe ₂ O ₃		5,04	3,98	3,78	5,26	3,21	20
SiO ₂		51,59	44,22	41,58	47,29	40,51	10
Co		мг/кг	9,05	1,82	0,68	13,51	14,63
Rb	88,28		64,83	57,38	140,48	68,91	40
Ni	53,33		42,52	34,54	77,56	53,03	33
Cu	27,73		52,14	56,20	45,58	31,14	30
Zr	276,44		199,59	151,24	209,37	320,00	29
MnO	0,12		0,12	0,06	0,13	0,13	25
Zn	81,24		87,09	103,49	120,96	62,55	24
Sr	182,75		179,22	157,16	136,57	108,14	20
As	9,09		10,97	9,11	12,28	7,42	19
Ba	543,09		393,33	332,12	432,41	490,91	19
Pb	21,82		17,03	17,02	25,10	21,60	17
Cr	93,14		91,68	67,71	109,76	103,40	17
V	100,88		80,34	66,42	96,57	89,33	16

Примечание: 1 – Северо-Западный Крым, 2 – Юго-Западный Крым, 3 – Предгорный Крым, 4 – Южный берег Крыма, 5 – Восточный Крым

Данные таблицы показывают, что наибольшие вариации концентрации макроэлементов в почвах среди отдельных регионов наблюдаются по CaO, P₂O₅, Na₂O, K₂O, среди микроэлементов – Co, Rb, Ni. Благоприятным почвенным потенциалом обладают территории Юго-Западного и Предгорного Крыма, где питательные элементы для растений (CaO, P₂O₅, K₂O, Na₂O) имеют превышение в 1,5–2 раза по отношению к другим территориям исследования. Почвы горизонта В на Южном берегу Крыма отличаются превышением по концентрации тяжелых металлов (Co, Ni, Zn, Pb, V, Cr) по сравнению с другими регионами полуострова.

Для определения концентраций химических элементов в продукции виноградарства была исследована зола, полученная из ягод винограда пяти географических районов. В качестве диагностического признака, который перспективно использовать для идентификации вина по географическим регионам, может выступать содержание тяжелых металлов, так как они являются устойчивыми и сохраняются на протяжении всего жизненного цикла винной продукции [Мартынова, 2011; Вохмянина и др., 2013; Кузьменко и др., 2013; Zelenskaya, 2020; Зеленская, 2021; Зеленская, Маринина, 2021]. Тяжелые металлы имеют способность поступать в растение через питательную среду и их накопление в почве безопасно до тех пор, пока виноград способен противостоять их транслокации через корневую систему в другие органы. Дальнейшее накопление металлов в почве приводит к их постепенной аккумуляции и может вызвать токсическое действие [Максимишина и др., 2015].

В каждом регионе исследования наблюдается более высокая концентрация строго определенных элементов. Для идентификации географических районов виноградарства были построены дендрограммы (метод Уорда, Евклидова дистанция) с использованием нормированных значений на основании макро- и микроэлементов (рис. 2).

Результаты кластерного анализа (см. рис. 2) показали, что геохимические свойства почвообразующих пород могут выступать идентификатором вкусовых свойств ягод винограда. Значительные различия между регионами исследования при условии рассмотрения Западного Крыма как целостного региона идентифицированы как по химическому составу почвообразующих пород, так и по составу золы из ягод винограда. Важно обратить внимание, что Предгорный Крым является самым самобытным районом, в котором наблюдается большая концентрация полезных для винограда элементов (K₂O = 11,1 %, CaO = 8,7 %, MgO = 1,3 %), которые способны оказать положительное влияние на качество винной продукции. Также можно отметить высокую концентрацию в ягодах винограда Rb (66,9 мг/кг), более чем в 2 раза превышающую показатели по другим районам исследования, который, как считается [Негруль, Крылатов, 1964], придает вину рубиновый окрас. Биогеохимической спецификацией Северо-Западного Крыма являются более высокие уровни аккумуляции Fe (0,57 мг/кг) и Pb (10,9 мг/кг).

Из геохимического исследования золы из ягод винограда установлено, что такие тяжелые металлы, как V, Cu, As имеют концентрацию < 0,1 %, тем самым задерживаясь в других частях винограда. Для Юго-Западного Крыма характерно повышенное содержание Zn (120,69 мг/кг), а для Восточного Крыма – Ni (8,4 мг/кг). Если рассмотреть виноградник, расположенный на Южном берегу Крыма, то следует отметить, что миграция большинства тяжелых металлов и металлоидов (Ni, Pb, V, Co и As) ограничивается корнеобитаемой зоной, за исключением Co. Это является отличительной особенностью указанной территории – чем выше концентрация Co в почвах ЮБК, тем больше этот элемент содержится в ягодах винограда.

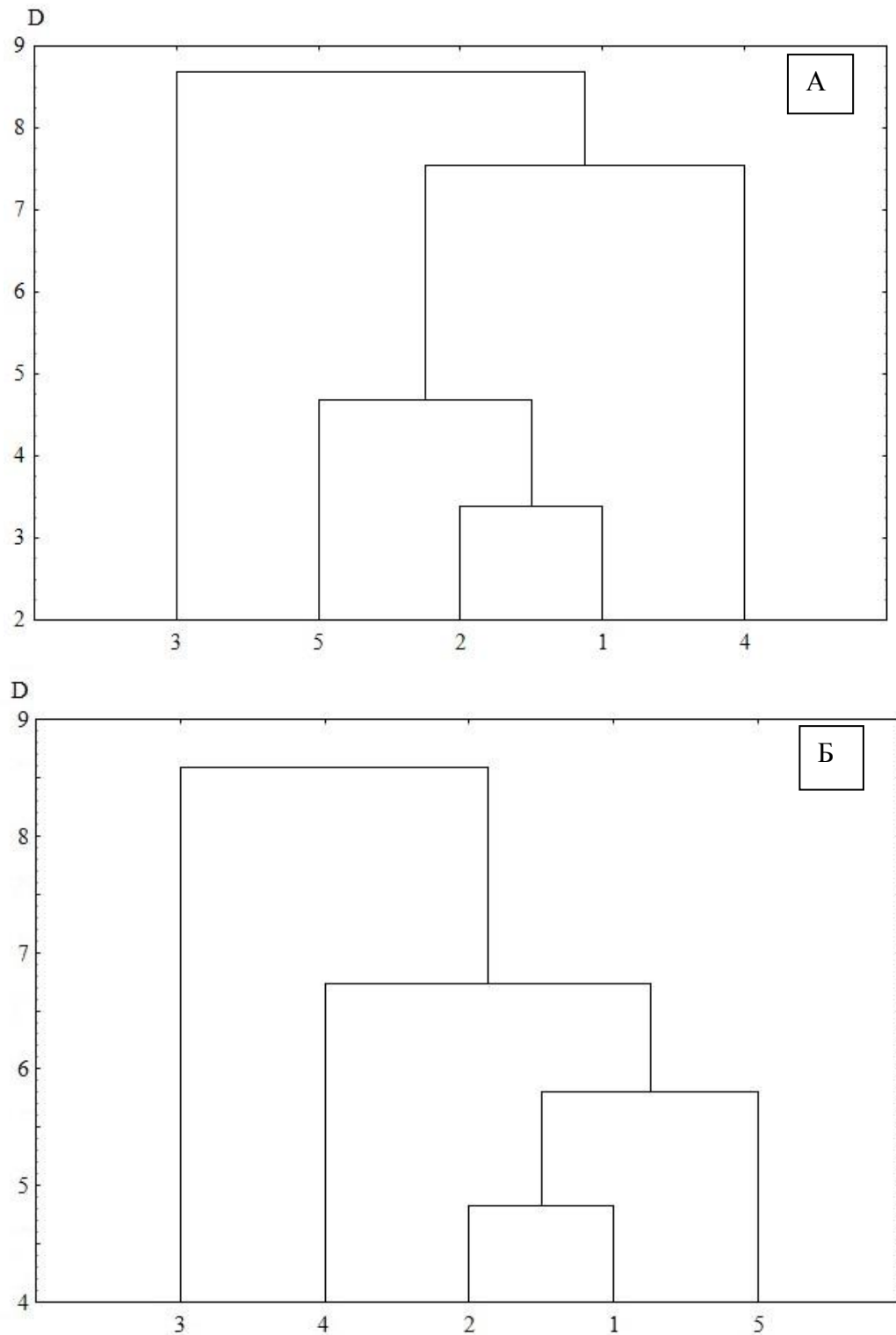


Рис. 2. Дендрограмма классификации золы из ягод винограда (А) и почвообразующих пород (Б) по совокупности 22 химических элементов: 1 – Северо-Западного Крыма, 2 – Юго-Западного Крыма, 3 – Предгорного Крыма, 4 – Южного берега Крыма, 5 – Восточного Крыма
Fig. 2. Dendrogram for the classification of ash of grapes (A) and parent rocks (Б) by a set of 22 chemical elements: 1 – North-Western Crimea, 2 – South-Western Crimea, 3 – Foothill Crimea, 4 – Southern coast of Crimea, 5 – Eastern Crimea

Заключение

Геохимический состав (богатство) почвы является одним из главных условий для полноценного развития виноградного растения. Миграция макро- и микроэлементов в системе «почва – виноградное растение» способна повлиять на вкусовые качества винодельческой продукции, в зависимости от геохимии мест произрастания виноградной лозы. Важная роль ампелопедологических исследований географических районов виноградарства проявляется в том, что, как установлено для Крымского полуострова, геохимические свойства материнских пород могут диагностировать происхождение продукции виноградарства.

Проведенная оценка ампелопедологических условий Крымского полуострова показала, что благоприятным биогеохимическим потенциалом обладают территории Юго-Западного и Предгорного Крыма, где питательные элементы (CaO, P₂O₅, K₂O, Na₂O) имеют превышение в 1,5–2 раза по сравнению с другими регионами. Самой загрязненной территорией, где превышены концентрации тяжелых металлов в почве по Co, Ni, Zn, Pb, V, Cr, была признана территория предприятия ООО «Массандра», относящаяся к Южному берегу Крыма. Во всех пяти исследуемых регионах Крымского полуострова наблюдается акропетальный характер распределения элементов.

В золе ягод винограда Предгорного Крыма наблюдалось наибольшее содержание полезных элементов (K₂O = 11,1 %, CaO = 8,7 %, MgO = 1,3 %), которые благоприятствуют высокому качеству винной продукции.

По результатам исследования были получены критерии, по которым можно идентифицировать географические районы виноградарства Крымского полуострова. Так, для Юго-Западного Крыма характерно повышенное содержание Zn, а для Восточного Крыма – Ni. В Предгорном Крыму наблюдается большая концентрация полезных для винограда элементов, а также Rb – более чем в 2 раза. Северо-Западный Крым накапливает больше Fe и Pb. Такие элементы, как V, Cu, As слабо концентрируются в ягодах (< 0,1 %), задерживаясь в других частях винограда. Эти критерии могут помочь в идентификации географической принадлежности производимой в Крыму винодельческой продукции для защиты ее от фальсификата.

Список литературы

1. Аверьянов А.А., Овчинников В.П. 2018. Тяжелые металлы в почвах виноградников департамента Атлантическая Луара (Французская Республика) и автономного территориального образования Гагаузия (Республика Молдова). В кн.: География: развитие науки и образования. LXXI Герценовские Чтения. г. Санкт-Петербург, 18–21 апреля 2018 года. Санкт-Петербург, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена: 14–19.
2. Воробьева Т.Н., Павлюкова Т.П. 2017. Влияние способа ведения виноградного растения на пищевую безопасность столового винограда. Вестник АПК Ставрополя, 2 (26): 185–187.
3. Вохмянина А.С., Дрозд Е.Н., Выставная Ю.Ю. 2013. Тяжелые металлы в почвах виноградников: уровни содержания, процессы миграции и транслокации. В кн.: Перспективы развития территорий: территория и практика. Международная научно-практическая интернет-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: 15–17.
4. Зеленская Е.Я. 2021. Оценка загрязнения почв тяжелыми металлами в античных и современных районах виноградарства Крыма. В кн.: Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия. XVI Международная научно-практическая конференция Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева. Курск, 28–29 апреля 2021 г. Курск, ФГБНУ «Курский ФАНЦ»: 154–157.
5. Зеленская Е.Я., Маринина О.А. 2021. Геоэкологическая оценка почв в основных районах виноградарства Крымского полуострова. Региональные геосистемы, 45 (2): 258–268. DOI:10.52575/2712-7443-2021-45-2-258-268



6. Иванченко В.И., Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ткаченко О.В., Твардовская Л.Б. 2014. Оценка виноградарских зон Крыма по почвенным характеристикам для эффективного размещения сортов винограда. Магарач. Виноградарство и виноделие, 1: 16–18.
7. Кирилук В.П. 2006. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Кишинев, Pontos, 156 с.
8. Клименко О.Е., Плугатарь Ю.В., Клименко Н.И., Клименко Н.Н. 2019. Влияние приемов биологизации на содержание некоторых тяжелых металлов в почве и виноградном растении. Агрохимия, 7: 83–96. DOI: 10.1134/S0002188119070056.
9. Кузьменко А.С., Кузьменко Е.И., Ткаченко Д.П. 2013. Мониторинг содержания калия, кальция, натрия, магния в системе почва – виноград – вино, в контексте формирования типичных вин северного причерноморья. Научные труды государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской Академии Сельскохозяйственных Наук, 4: 47–53.
10. Лисецкий Ф.Н., Маринина О.А., Буряк Ж.А. 2017. Геоархеологические исследования исторических ландшафтов Крыма. Воронеж, Издательский дом ВГУ, 432 с.
11. Максимышина Л.В., Заиченко Л.В., Выставная Ю.Ю., Дрозд Е.Н. 2015. Тяжелые металлы в экосистеме виноградника, винограде и экологическая безопасность винной продукции. Вісник аграрної науки Причорномор'я, 1 (2): 108–118.
12. Мартынова Н.А. 2011. Химия почв: органическое вещество почв. Иркутск, Изд-во ИГУ, 255 с.
13. Мацкул А.В., Короткова Т.Г. 2019. Экологическая безопасность винодельческой продукции в системе «Почва – Виноград – Вино». Научные труды Кубанского государственного технологического университета, 3: 853–863.
14. Негруль А.М., Крылатов А.К. 1964. Подбор земель и сортов для виноградников. М., Колос, 219 с.
15. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. 2018а. Агроэкологическое районирование Крымского полуострова для выращивания винограда. Системы контроля окружающей среды, 11: 90–94.
16. Davari S., Hosseini F., Shirkhanloo H. 2018. Dispersive solid phase microextraction based on aminefunctionalized bimodal mesoporous silica nanoparticles for separation and determination of calcium ions in chronic kidney disease. Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal, 1 (01): 57–66. DOI: <https://doi.org/10.24200/amecj.v1.i01.37>.
17. Płotka-Wasyłka J., Frankowski M., Simeonov V., Polkowska Ż., Namieśnik J. 2018. Determination of Metals Content in Wine Samples by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. Molecules, 23 (11): 2886. DOI: 10.3390/molecules23112886.
18. Zelenskaya E. 2020. Biogeochemical characteristics of grape growing soils and their soil-forming materials on post-ancient and modern vineyards of the Crimean Peninsula. In: Ecology, economics, education and legislation. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Bulgaria, 18–24 August 2020. Bulgaria, Albena, 20 (5.1): 107–113. DOI: 10.5593/sgem2020/5.1/s20.014.

References

1. Averyanov A.A., Ovchinnikov V.P. 2018. Heavy Metals in the Soils of the Vineyards of Loire Atlantic Department (French Republic) and the Autonomus Territorial Unit Gagauzia (Republic of Moldova). In: Geography: Development of Science and Education. LXXI Herzen Readings. St. Petersburg, 18–21 April 2018. St. Petersburg, Publ. Russian State Pedagogical University. A.I. Gertsen: 14–19 (in Russian).
2. Vorobieva T.N., Pavlyukova T.P. 2017. Vliyaniye spozoba vedeniya vinogradnogo rasteniya na pishchevuyu bezopasnost stolovogo vinograda [Influence of the method of management of a grape plant on the food safety of table grapes]. Vestnik APK Stavropolia, 2 (26): 185–187.
3. Vokhmyanina A.S., Drozd E.N., Exhibition Yu.Yu. 2013. Tyazhelyye metally v pochvakh vinogradnikov: urovni sodержaniya. protsessy migratsii i translokatsii [Heavy Metals in Vineyard Soils: Content Levels, Migration and Translocation Processes]. In: Prospects of Territories Development: the Theory and Practice. International scientific-practical Internet-conference of students, postgraduates and young scientists: 15–17.

4. Zelenskaya E.Ya. 2021. Otsenka zagryazneniya pochv tyazhelymi metalami v antichnykh i sovremennykh rayonakh vinogradarstva Kryma [Assessment of soil pollution by heavy metals in ancient and modern regions of the Crimean viticulture]. In: Agroekologicheskiye problemy pochvovedeniya i zemledeliya [Agroecological problems of soil science and agriculture]. XVI International Scientific and Practical Conference of the Kursk Branch of the Moscow Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev. Kursk, 28–29 April 2021. Kursk, Publ. FGBNU "Kurskiy FANTs": 154–157.
5. Zelenskaya E.Ya., Marinina O.A. 2021. Geoecological assessment of soils in the main areas of viticulture of the Crimean Peninsula. *Regional Geosystems*, 45 (2): 258–268. DOI:10.52575/2712-7443-2021-45-2-258-268 (in Russian).
6. Ivanchenko V.I., Rybalko E.A., Baranova N.V., Tkachenko O.V., Tvardovskaya L.B. 2014. The Crimean Viticulture Area Rating According to Soil Properties for Effective Placement of Grape Varieties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 1: 16–18 (in Russian).
7. Kirilyuk V.P. 2006. Mikroelementy v komponentakh biosfery Moldovy [Trace elements in the components of the biosphere of Moldova]. Kishinev, Publ. Pontos, 156 p.
8. Klimenko O.E., Plugatar Yu. V., Klimenko N.I., Klimenko N.N. Impact of Biologizatio on Content of Some Heavy Metals in Soil and Grape Plant. *Agrochemistry*, 7: 83–96. DOI: 10.1134/S0002188119070056 (in Russian).
9. Kuz'menko A., Kuz'menko E., Tkachenko D. 2013. Monitoring of Potassium, Calcium, Sodium, Magnesium in the Soil-Grape-Wine in the Context of the Formation of Typical Wines of the Northern Black Sea. *Nauchnyye trudy gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya Severo-Kavkazskogo zonalnogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva Rossiyskoy Akademii Selskokhozyaystvennykh Nauk*, 4: 47–53 (in Russian).
10. Lisetskii F.N., Marinina O.A., Buryak Zh.A. 2017. A geoarchaeological survey of the historical landscapes of Crimea. Voronezh, VSU Publishing House, 432 p. (in Russian).
11. Maksimishina O., Zaichenko L., Vystavna Y., Drozd O. 2015. Trace metals in vineyards environment, vine varieties and ecological safety of wine. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 1 (2): 108–118.
12. Martynova N.A. 2011. Khimiya pochv: organicheskoye veshchestvo pochv [Soil chemistry: soil organic matter]. Irkutsk, Publ. IGU, 255 p.
13. Matskul A.V., Korotkova T.G. 2019. Environmental safety of wine products in the system «Soil-Grape-Wine». *Scientific works of the Kuban State Technological University*, 3: 853–863 (in Russian).
14. Negrul A.M., Krylatov A.K. 1964. Podbor zemel i sortov dlya vinogradnikov [Selection of lands and varieties for vineyards]. Moscow, Publ. Kolos, 219 p.
15. Rybalko E.A., Baranova N.V. 2018a. Agroecological Regionalization of the Crimean Peninsula for Grapes Cultivation. *Environmental control systems*, 11: 90–94 (in Russian).
19. Davari S., Hosseini F., Shirkhanloo H. 2018. Dispersive solid phase microextraction based on aminefunctionalized bimodal mesoporous silica nanoparticles for separation and determination of calcium ions in chronic kidney disease. *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal*, 1 (01): 57–66. DOI: <https://doi.org/10.24200/amecj.v1.i01.37>.
16. Płotka-Wasyłka J., Frankowski M., Simeonov V., Polkowska Ż., Namieśnik J. 2018. Determination of Metals Content in Wine Samples by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. *Molecules*, 23 (11): 2886. DOI: 10.3390/molecules23112886.
17. Zelenskaya E. 2020. Biogeochemical characteristics of grape growing soils and their soil-forming materials on post-ancient and modern vineyards of the Crimean Peninsula. In: Ecology, economics, education and legislation. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Bulgaria, 18–24 August 2020. Bulgaria, Albena, 20 (5.1): 107–113. DOI: 10.5593/sgem2020/5.1/s20.014.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лопина Елена Михайловна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Зеленская Евгения Яковлевна, аспирант кафедры природопользования и земельного кадастра Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena M. Lopina, candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography, geo-ecology and life safety of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Evgeniya Ya. Zelenskaya, post-graduate student of the Department of nature management and land cadastre of the Institute of Earth Sciences Belgorod National Research University, Belgorod, Russia



УДК: 552.313(470.324)
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-441–454

О происхождении отложений вулканического пепла на территории Воронежской области

¹Жабин А.В., ²Игнатенко И.М., ²Донецкий С.В.

¹Воронежский государственный университет

Россия, 394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет

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

E-mail: zhabin01@gmail.com, donetskiy@bsu.edu.ru

Аннотация. При исследованиях вещественного состава пород четвертичного и неогенового возрастов на территории Воронежской области были выявлены высокие содержания соединений редких и благородных металлов, в том числе иридия, попавшего, вероятней всего, в осадочные отложения из космических объектов. Столкновения Земли с телами из космического пространства приводили к масштабным климатическим преобразованиям, массовым вымираниям представителей органического мира. В то же время, изучению следов импактных событий и последствий их воздействий на природную обстановку нашей планеты уделяется недостаточное внимание. В связи с этим авторами проведено исследование пород, считающихся вулканическими пеплами и вмещающих их отложения, залегающих в геологических разрезах около двух населённых пунктов Воронежской области, с целью определения вещественного состава и обстановок их образования. Исследования минерального и элементного составов «пеплов» и вмещающих их пород проводились рентгеноструктурным и электронномикроскопическим анализами с использованием баз данных ICDD PDF-2 Siroquant и ПО Sietronics Pty Ltd. В результате исследований в слоях, принимаемых за вулканические пеплы, в обоих разрезах выявлены значительные содержания иридия, осмия, платины, золота и рения. Основной минеральной фазой в горелкинских «пеплах» является рентгеноаморфный кремнезём, в дуванкинских – кварц при полном отсутствии рентгеноаморфной составляющей. В двух километрах к северу от села Александровка Донская (бывшая слобода Дуванка) находятся две воронки диаметром около одного километра каждая, которые, по нашему мнению, сформированному на основе полученных результатов, образованы за счёт взрывных процессов при падении на поверхность Земли обломков ядра кометы. В результате выброса вещества из внутренних частей воронок, перемешанного с материалом обломков, были образованы два пласта «пеплов». На основе полученных аналитических результатов, с привлечением данных литературных источников, сделан вывод о случившихся на данной территории импактных событиях. Такая интерпретация проведённых исследований на данной территории осуществлена впервые.

Ключевые слова: Воронежская область, вулканический пепел, метеориты, импактиты, благородные металлы.

Для цитирования: Жабин А.В., Игнатенко И.М., Донецкий С.В. 2021. О происхождении отложений вулканического пепла на территории Воронежской области. Региональные геосистемы, 45(3): 441–454. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-441–454



On the origin of volcanic ash deposits on the territory of the Voronezh region

¹Aleksandr V. Zhabin, ²Ignat M. Ignatenko, ²Sergey V. Donetskiy

¹Voronezh State University,

1 Universitetskaya Pl., Voronezh, 394018, Russia

²Belgorod National Research University,

85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: zhabin01@gmail.com, donetskiy@bsu.edu.ru

Abstract. Our studies of the material composition of rocks of Quaternary and Neogene ages in the Voronezh region over the past three years have revealed very high concentrations of compounds of rare and noble metals, including iridium, which most likely got into sedimentary deposits from space objects. Collisions of the Earth with bodies from outer space led to large-scale climatic transformations, mass extinctions of representatives of the organic world. At the same time, insufficient attention is paid to the study of traces of impact events and the consequences of their impact on the natural environment of our planet. In this regard, the authors carried out a study of rocks considered to be volcanic ashes and their host deposits, occurring in geological sections near two settlements of the Voronezh region, in order to determine the material composition and environments of their formation. Investigations of the mineral and elemental composition of the "ashes" and their host rocks were carried out by X-ray diffraction and electron microscopic analyzes using the ICDD PDF-2 Siroquant databases and software Sietronics Pty Ltd. As a result of investigations, significant contents of iridium, osmium, platinum, gold, and rhenium were revealed in the layers taken for volcanic ash in both sections. X-ray amorphous silica is the main mineral phase in the Gorenka "ashes", and quartz in the Duvankinsky ones with the complete absence of an X-ray amorphous component. Two kilometers north of the village of Aleksandrovka Donskaya (the former settlement of Duvanka) there are two craters with a diameter of about one kilometer each, which, in our opinion, formed on the basis of the results obtained, are formed due to explosive processes when the debris of the comet's nucleus falls to the Earth's surface. As a result of the ejection of material from the inner parts of the funnels, mixed with the material of the debris, two layers of "ash" were formed. On the basis of the obtained analytical results, with the involvement of literary sources, a conclusion was made about the impact events that took place in this territory. This interpretation of the research carried out in this area was carried out for the first time.

Keywords: Voronezh region, volcanic ash, meteorites, impactites, noble metals.

For citation: Zhabin A.V., Ignatenko I.M., Donetskiy S.V. 2021. On the origin of volcanic ash deposits on the territory of the Voronezh region. *Regional geosystems*, 45 (3): 441–454 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-441–454

Введение

На территории Воронежской области выявлено несколько пунктов, где среди отложений четвертичного и неогенового периодов встречаются линзовидные прослои тонкозернистых, до алевроитовой размерности, песков [Савко и др., 2001]. По мнению всех исследователей, изучавших эти литологические разности, они являются вулканическими пеплами [Холмовой, 2008; 2013]. На данное происхождение указывают такие показатели, как рентгеноаморфность и тонкая размерность зёрен, пористость их поверхности. Они залегают, как правило, в виде линзовидных пластов среди коренных пород вблизи дневной поверхности на глубине до десяти метров. Считается, что источниками пеплового материала могли быть вулканы Кавказа, Карпат и даже Италии. В результате катастрофических извержений вулканический пепел переносился воздушными потоками на большие расстояния и осаждался на земную поверхность, трассируя направление этого переноса [Мильков, 1977; Ермолов, 2008]. Мощности отложений пеплов, как правило, составляют не бо-

лее 20 см, при этом они часто перемешаны с материалом поверхности. В то же время в геологических разрезах у села Горелка мощность пеплового слоя достигает двух с половиной метров, а у села Александровка Донская (бывшая слобода Дуванка) прослеживаются два слоя около одного метра каждый (рис. 1). Такое несоответствие между расстояниями и мощностями (казалось бы, чем дальше от источника, тем количество материала должно быть меньше) может свидетельствовать о других способах образования породы, принимаемой за вулканические пеплы.

Первым, кто описал и изучил эти образования, был профессор А.А. Дубянский [1935]. Им же было выдвинуто два предположения об источниках поступления пеплового материала при формировании пласта в районе слободы Дуванка, относимого к верхнему плейстоцену. Первое предположение – пепел мог быть принесён воздушными потоками с Кавказа при катастрофических извержениях вулканов. Второе предположение может быть связано с повышениями уровня Азовского моря при таянии ледников, что вызывало течение вод вверх по долине Дона. В этих условиях происходил размыв пепловых отложений у берегов Азовского и Каспийского морей и переотложение этого материала среди песчаных образований одной из террас Дона. Поступление пепла при формировании пласта в районе села Горелка, относимого к нижнему неогену, все исследователи связывают с извержениями вулканов Карпат или Италии.



Рис. 1. Сёла Горелка и Дуванка на карте Воронежской области
Fig. 1. The villages of Gorelka and Duvanka on the map of the Voronezh region

По внешним морфологическим признакам вулканический пепел имеет вид слегка уплотнённой, но рыхлой породы, в сухом состоянии легко развевается ветром. Его цвет в сыром состоянии от светло-серого до серого, в сухом – белый. За счёт оксидов железа приобретает желтоватые оттенки. Содержание глинистого материала в этой породе не превышает десяти процентов. В разрезе визуально напоминает алевит или лёссовидный суглинок.



Значительная мощность пепловых пластов, их пространственная связь с взрывными воронками, высокие содержания в них соединений редких и благородных металлов заставляет усомниться в их вулканическом происхождении. Почти за девяносто лет изучения пепловых отложений ими занималось ограниченное количество исследователей. При этом, определение минерального и химического составов пород проводилось самыми примитивными методами, что, естественно, отражалось на результатах и выводах исследований. Используя современные аналитические методы с компьютерной обработкой получаемых результатов, мы доказываем, что генезис так называемых пеплов связан с импактными событиями, случившимися в истории Земли.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются геологические разрезы нескольких участков на территории Воронежской области, в структуре которых, среди отложений четвертичного и неогенового периодов, встречаются линзовидные прослои тонкозернистых, до алевритовой размерности, песков.

В процессе полевых работ проводилось подробное описание обнажений пород с выходами «пеплов» в районах сёл Горелка и Александровка Донская (бывшая слобода Дуванка) Воронежской области. Параллельно с описанием обнажений проводился отбор бороздовых проб, длиной от 30 до 50 см, по всему разрезу, включая вмещающие породы. Минеральный и элементный составы отобранных проб исследовались методами рентгеноструктурного и электронномикроскопического анализов, с использованием баз данных ICDD PDF-2 Siroquant и ПО SietronicsPtyLtd. При рентгеноструктурном изучении отобранных образцов применялись как порошковые, так и ориентированные препараты.

Кроме исследований валовых проб изучался минеральный состав в лёгкой и тяжёлой фракциях всех проб. Для этого отмучивалась фракция более 0,01 мм, которая затем разделялась в бромформе. Полученные минералы идентифицировались в иммерсионных жидкостях под оптическим микроскопом. В отдельных, спорных случаях их химический состав проверялся при микронзондовом исследовании.

Результаты и их обсуждение

Изучение геологического разреза у села Горелка (рис. 2) проводилось в северном борту оврага, имеющего протяжение с востока на запад, на северной окраине этого населённого пункта, практически в том же месте, где проводили аналогичные исследования предшественники [Холмовой, 2008].

Здесь под почвенным слоем (0,4 м) сверху вниз залегают:

- песок желтовато-коричневый, мелкозернистый, горизонтально-слоистый за счёт тонкого переслаивания с глиной, обогащённый песчаным материалом; мощность слоя 0,3 м;
- под песком, с резким контактом, наблюдается глина серая до тёмно-серой, со слабо выраженной волнистой слоистостью, алевритистая, мощностью 0,8 м;
- под слоем глины, так же с резким контактом, прослеживается слой алеврита светло-зелёного, с желтоватым оттенком, глауконит-кварцевого, волнисто-слоистого, в подошве обогащённого оксидами железа, мощностью 0,4 м;
- ниже, с резким контактом, залегает глина зеленовато-серая, песчаная, комковатая; размер комочков 1–2 см; мощность пласта 4,0 м;
- под глиной наблюдается песок светло-серый до серого, кварцевый с примесью глауконита, мелкозернистый, горизонтально-волнисто-слоистый за счёт тонкого переслаивания с глиной, обогащённый песчаным материалом; мощность 3,0 м;

- алевро-пелит (пепел), белый в сухом состоянии, серый во влажном, массивной текстуры, в подошве (до 0,3 м) в разной степени уплотнён до крепкого алевролита; этот слой прослеживается на всём протяжении оврага, применяется местными жителями в качестве бутового камня; общая мощность 2,5 м;
- алеврит зеленовато-серый, кварцевый, с примесью глауконита, глинистый; видимая мощность 0,5 м.



Рис. 2. Обнажение геологического разреза у села Горелка. Фото А.В. Жабина
Fig. 2. Outcrop of the geological section near the village of Gorelka

Минеральный состав глинистой фракции всех пород, залегающих в данном разрезе, различается незначительно и представлен монтмориллонитом, иллитом и каолинитом. Содержание иллита наиболее стабильно и находится на уровне 10,0 %. Количество каолинита и монтмориллонита во вмещающих пепел породах составляет 30,0 % для первого из них и 60,0 % для второго. В самых же пеплах содержание каолинита превалирует над монтмориллонитом, в соотношении 60,0 на 30,0 %.

По данным рентгеноструктурного анализа, около девяноста процентов вещества пеплов представлено рентгеноаморфной фазой. Остальное – это кварц и глинистая составляющая. Определение элементного состава собственно пеплов проводилось по трём пробам, отобранным в верхней части пласта, в нижней его части и уплотнённой приконтактной зоне. В каждой из этих проб исследовалось по десять случайно выбранных зёрен. Затем полученные результаты усреднялись. Полученные данные свидетельствуют об ураганных содержаниях платиноидов, рения и золота (табл. 1). При этом отмечается определённая зависимость количества металлов от положения проб в разрезе. Так, содержания золота, платины, осмия, родия и рутения уменьшаются снизу вверх по разрезу. Количество иридия, палладия, рения, брома, наоборот, увеличиваются в том же направлении.

Совершенно другой разрез наблюдается в песчаном карьере, расположенном на северной окраине села Александровка Донская в 300 м к западу от старой автодороги М-4 (рис. 3). Здесь сверху вниз обнажаются:

- почвенный слой – 0,2 м;



- суглинок коричневый – до 3,0 м;
- песок светло-жёлтый до жёлтого, кварцевый, мелкозернистый, с незначительным количеством глинистой фракции; мощность 3,0 м;
- алеврит (пепел) светло-серый до белого, пятнами желтый за счёт оксидов железа, в сухом состоянии сыпучий, контакты с выше- и нижележащими песками неровные; мощность 0,5–1,2 м;
- песок светло-жёлтый до жёлтого, кварцевый, мелкозернистый, с незначительным количеством глинистой фракции; мощность 2,0 м;
- алеврит (пепел) светло-серый до белого, пятнами желтый за счёт оксидов железа, в сухом состоянии сыпучий, контакты с ниже- и выше лежащими песками неровные; в средней части этого слоя встречаются линзовидные прослои мощностью до 0,4 м песка, аналогичного вышеупомянутому; мощность пласта изменяется от 0,8 до 1,0 м;
- песок светло-жёлтый до жёлтого, кварцевый, мелкозернистый, с незначительным количеством глинистой фракции; мощность 8,0 м;
- песок светло-серый, кварцевый, мелкозернистый, горизонтально-волнисто-слоистый, в нижней части (0,2 м) косослоистый; мощность 0,5 м;
- песок белый со слабым коричневатым оттенком, кварцевый, мелкозернистый, косослоистый; косая слоистость подчёркивается прослойками (мощностью 2 см) песка крупнозернистого – видимая мощность около 2,0 м.

Таблица 1
Table 1

Содержание благородных и редких металлов в пласте «пепла» разреза Горелка
Content of noble and rare metals in the “ash” layer of the Burner section

Наименование объекта	Элементный состав, %								
	Ru	Rh	Pd	Ag	Re	Os	Ir	Pt	Au
Верхняя часть пласта	0,4	0,6	0,7	0,3	3,9	2,1	4,6	1,0	0,7
Нижняя часть пласта	0,4	0,6	1,4	0,7	2,5	4,2	2,9	1,7	2,9
Нижний контакт пласта	1,6	0,9	0,4	0,2	1,8	5,2	2,1	2,5	3,0

Как видно из полевого описания, в разрезе выделяется два пласта белого цвета тонкозернистой породы, принимаемой за вулканические пеплы [Дубянский 1935, Грищенко 1976, Холмовой, 2008]. Весьма вероятно, что данные пласты по простиранию могут соединяться в один или распадаться на несколько, о чём можно судить, ссылаясь на работу А.А. Дубянского [1935], где он выделял три части: основной пласт, верхний и нижний.

При исследовании минерального состава глинистой части, количество которой в песках составляет один-два процента, в «пеплах» около пяти, было выявлено высокое (до 70 %) содержание монтмориллонита, что ставит под сомнение континентальный генезис всех пород в данном разрезе, тем более что в их лёгкой фракции встречаются зёрна глауконита.

Рентгеноструктурный анализ с использованием базы данных ICDD PDF-2 Siroquant показал, что минеральный состав песков представлен в основном кварцем (около 95 %) и альбитом (около 5 %). Иногда встречаются рутил, дистен, ставролит. В «пеплах», кроме перечисленных минералов, в достаточно значительных количествах содержатся соединения платиноидов, серебра, золота (табл. 2). Результаты рентгеноспектрального анализа по случайно выбранным десяти зёрнам (табл. 3) в целом не противоречат данным рентгеноструктурного анализа. В отличие от «пеплов» разреза Горелка, в аналогичных породных образованиях Дуванки рентгеноаморфных минеральных фаз не обнаружено.



Рис. 3. Разрез в песчаном карьере на северной окраине села Александровка Донская.
Фото А.В. Жабина.

Fig. 3. Section in a sandy quarry on the northern outskirts of the village of Aleksandrovka Donskaya

Таблица 2
Table 2

Результаты рентгеноструктурного анализа
X-ray structural analysis results

Разрез Дуванка			
Нижний пласт		Верхний пласт	
Phase	Weight (%)	Phase	Weight (%)
Quartz	83,6	Quartz	91,8
Ir As ₃	9,9	Albite, high	4,5
Ir Se ₂	3,6	Ir Se ₂	2,1
Rutile	1,0	Rhodiumdiselenide	0,5
Rhodiumdiselenide	0,6	Silver sulphide beta 186°	0,4
Silverfluoride	0,3	Osmiumdisulphide	0,2
Ir O ₂	0,3	Goldgallium	0,2
Silverzinc	0,2	Silverlithium	0,1
Rhodiumtin	0,2	Rhodiumtin	0,1
Silverlithium	0,1	Platinumdiarsenide	0,1
Silveriodide 3	0,1		
Silverchloride	0,1		



Таблица 3
 Table 3

Содержание благородных и редких металлов в разрезе Дуванка
 Content of noble and rare metals in the Duvanka section

Наименование объекта	Элементный состав, %								
	Ru	Rh	Ag	Os	Ir	Pt	Au	Pd	Re
Верхний пласт	0,6	0,7	1,1	9,4	0,8	4,1	2,0	–	–
Нижний пласт	0,4	0,8	–	3,4	3,9	1,4	3,3	0,5	2,2

По результатам электронномикроскопического анализа Г.В. Холмовой [2008] выделил восемь морфологических типов пеплов, находящихся в разрезе Горелка. Надо отметить, что все они слабо соответствуют виду настоящего пепла, взятого в районе Эльбруса, фотография которого приводится в этой работе (см. рис. 2). Изображения, интерпретируемые автором [Холмовой 2008] как газовые включения, на самом деле являются металлами. Дело в том, что при электронно-микроскопических исследованиях материал, имеющий большую плотность, выглядит светлее. Практически на всех снимках в этой работе наблюдаются белые полосы и пятна. Это всё металлы. При электронномикроскопическом анализе отображается поверхность объекта. Поэтому, если газовое включение вскрыто, то газ в вакууме прибора мгновенно испарится, и мы увидим только углубление, по контрастности слабо отличающееся от общего фона. Если не вскрыто, то оно вообще не будет видно.

На спутниковых картах территории Воронежской области отмечаются округлые образования (рис. 4), часто по своей форме приближающиеся к идеальному кругу. Многие из них ограничены светлой полосой. Их размеры (по диаметру) колеблются от 50 м до 2 км. Внутренние части этих образований в разной степени заболочены, иногда в них встречаются небольшие водоёмы [Жабин и др., 2020]. При их исследовании в процессе полевых работ отмечается вал или его фрагменты (светлая полоса на картах). Его высота достигает нескольких метров. Ширина зависит от размеров этих образований и может составлять десятки метров. Превышение завальной территории над их внутренней поверхностью разное и зависит от эрозионных процессов и хозяйственной деятельности людей. При нахождении во внутренней части водоёмов превышение может быть значительно больше. Исследование этих понижений показало, что их образование может быть связано только с взрывом. На этот процесс указывает, прежде всего, вал, окружающий данные воронки. Если бы это были провалы, вызванные карстовыми или другими подобными явлениями, то никакого вала попросту бы не было [Солнцев, 2001; Николаев, 2006].

Значительные размеры воронок сразу отбрасывают все предположения об их искусственном образовании. В самом деле, чтобы получить даже небольшие воронки, нужны тонны взрывчатки, а при их размерах в сотни метров количество возрастёт до сотен тысяч тонн. Отсюда можно сделать вывод, что воронки на данной территории возникли в результате природных явлений. Взрывы такой мощности на рассматриваемых площадях, по нашему мнению, могут быть связаны только с падением на земную поверхность космических объектов. Ранее мы выдвигали гипотезу [Жабин, Жабина, 2019], что в период от 8 до 40 тыс. лет назад Земля столкнулась с ядром кометы, состоящим из обломков разного размера и состава. Это могли быть льды различных газов, каменные и железные астероиды и метеороиды. Весьма вероятно, что таких столкновений в этот временной промежуток было несколько.

Кроме воронок на земной поверхности, в геологических разрезах отмечаются и другие следы взрывных событий. В работе [Жабин и др., 2020] рассматриваются результаты исследований импактных пород, встречающихся в отложениях вблизи воронок и

внешне очень похожих на вулканические туфы. В них обнаружены минералы, образование которых проходит при высоких температурах и давлениях. Кроме этого, они содержат значительные количества соединений золота, серебра, платиноидов, в том числе иридия и других редких металлов. Мы полагаем, что эти породы образовались при взрыве космического тела на некоторой глубине от поверхности.

Если взрыв космического объекта проходит до достижения им земной поверхности, то практически вся его масса и вещество этой поверхности распыляется, смешивается и осаждается в виде пластов тонкого материала, принимаемого за вулканические пеплы. В них наблюдаются значительные содержания редких металлов, но отсутствуют термобарические минералы [Жабин и др., 2020]. Под действием взрывной волны на земной поверхности образуется воронка, глубина которой должна быть меньше, чем при подземном взрыве.



Рис. 4. Спутниковые снимки округлых образований Воронежской области
Fig. 4. Satellite images of rounded formations of the Voronezh region

Образование пласта так называемого пепла в районе села Горелка произошло 19 млн. лет назад [Иосифова, 1992]. Естественно, что никаких следов импактного события на земной поверхности уже не осталось. Тем более, что космическое тело взорвалось в водной среде морского бассейна на что указывает наличие значительных (около 10 %) количеств глауконита в породах, вмещающих пласт «пепла».

Что касается выходов «пеплов» в карьере у северной окраины села Александровка Донская (бывшая слобода Дуванка), то здесь всё намного сложнее. Во-первых, наличие во всех породах разреза значительных количеств монтмориллонита в глинистой фракции и глауконита характерно для морских обстановок [Жабин и др., 2008]. Но возраст этих от-

ложений (около 40 тыс. лет) противоречит официальной геологической истории четвертичного периода, где факт отсутствия морского бассейна на этой территории в данный период времени считается доказанным [Холмовой, 2013]. Во-вторых, в «пепловом» материале совершенно отсутствует рентгеноаморфная фаза, что позволяет усомниться в его принадлежности к вулканической природе. В-третьих, на спутниковых картах (рис. 5) в двух километрах к северу от карьера отображаются две воронки размером до 1,5 км.

В одной из них, расположенной юго-западнее, виден только фрагмент, остальная часть скрыта лесным массивом. Наличие воронок, указывает на произошедшие здесь относительно недавно катастрофические события, связанные с падением космических объектов. Исходя из диаметров воронок, можно предположить, что эти объекты достигали десятки метров [Муртазов, 2004; Алексеенко, 2011]. Так как ни в «пепловых» пластах, ни во вмещающих их отложениях не обнаружены минералы, образование которых связано с высокими температурами и давлениями, то можно утверждать, что космический объект взорвался на некоторой высоте от поверхности. Тем не менее, взрывная волна образовала воронку и перемешала вещество этого объекта с материалом места её воздействия. Образованный при этом взрывном процессе тонко-мелкозернистый песок отлагался вокруг точки взрыва.



Рис. 5. Воронка в двух километрах к северу от карьера. Спутниковая карта.
Fig. 5. Funnel two kilometers north of the quarry

По данным авторов работы [Firestone et al., 2007], на рубеже 8–15 тыс. лет назад произошла катастрофа, вызванная импактным событием, в результате столкновения Земли с кометой. Метеоритные объекты различных размеров (до сотен метров), слагающие её ядро, падали как на сушу, так и на поверхность Северного Ледовитого океана, вызывая гигантские цунами высотой до 1,0 км, которые приносили вглубь прилегающих континентов материал донных отложений и обломки кристаллических пород с Балтийского щита, принимаемые сейчас за морену. Отсюда становится понятным наличие в глинистой части

пород разреза Дуванка монтмориллонита и следов глауконита. Эти минералы были принесены цунами при размыве донных осадков океана.

По мнению [Damuth, 1981] и других исследователей, в конце плейстоцена вымерли все животные гигантских размеров, населявшие территорию северного полушария. Одновременно с ними исчезли неандертальцы. Видимо, импактные события, произошедшие в этот временной промежуток, привели к экологической катастрофе, связанной с гибелью растительного покрова в результате пожаров и цунами. Лишившись кормовой базы, погибли травоядные, а затем и крупные хищники [Collins et al., 2012; Koeberl et al., 2012]. Повторное заселение этих территорий происходило через многие десятки лет при восстановлении растительного покрова и миграции животных с юга.

Если рассматривать проблему нахождения «пеплов» на территории области в целом, то выявляется одна странность. От ближайших вулканов Кавказа или Европы расстояние до сёл Горелка и Александровка Донская – не менее одной тысячи километров. Основная масса пеплов при их извержениях выпадает во всяком случае вблизи этих вулканов, и чем дальше от них, тем меньше должна быть мощность слоя вулканического пепла. В нашем же случае между предполагаемыми вулканическими источниками и рассматриваемыми пластами «пеплов» мощностью от 0,8 до 2,5 м, встречаются лишь их отдельные прослойки, толщиной до 20 см. В северных и восточных направлениях от этих мест такие отложения вообще не обнаружены. Всё это лишний раз заставляет сомневаться в вулканическом способе образования пластов «пеплов» в разрезах Горелка и Дуванка.

Заключение

Исследования неогеновых и четвертичных пород современными аналитическими методами на данной территории никогда не проводились. Нами это сделано впервые. Нас особенно интересовали породы, которые со времени их открытия в 20-х годах прошлого века считались вулканическими пеплами. В результате исследования сделаны следующие выводы:

1. На территории Северного полушария Земли и в частности Воронежской области в последние 20 млн. лет неоднократно происходили катастрофические события за счёт столкновения Земли с достаточно крупными космическими объектами, что приводило к глобальным климатическим изменениям, вымираниям представителей фауны и флоры.

2. Особо интенсивные импактные воздействия на земную поверхность в виде воронок, образование которых может быть связано только с последствиями взрывов, происходили в период от 8 до 60 тыс. лет назад, захватывая конец плейстоцена и начало голоцена. Следы от возможных более древних импактных событий были уничтожены процессами эрозии.

3. Взрывные процессы, приводящие к разрушению космических объектов, могли осуществляться как на земной поверхности (или на некоторой её глубине), так и на любой высоте при их подлёте к Земле, что влияло на состав образуемых при этом пород.

4. Значительные содержания в исследуемых породах благородных и редких металлов, в первую очередь иридия, намного превышающие их кларковые значения, позволяют усомниться в их вулканическом происхождении. Более вероятным, по нашему мнению, способом образования так называемых пеплов являются взрывные процессы, которые происходят при столкновении Земли с обломками ядра кометы.

5. Обнаруженные нами в исследуемых породах очень большие количества благородных металлов, находящиеся там в дисперсном состоянии, позволяют поставить вопрос об их добыче в промышленных масштабах при разработке соответствующих технологий их извлечения.



Список источников

1. Алексеенко В.А. 2011. Геоботанические исследования для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых. М., Логос, 244 с.
2. Ермолов В.А. 2008. Основы геологии. М., Издательство Московского государственного горного университета, 598 с.
3. Николаев В.А. 2006. Ландшафтоведение. М., Изд-во Географического факультета Московского государственного университета, 208 с.

Список литературы

1. Грищенко М.Н. 1976. Плейстоцен и голоцен бассейна Верхнего Дона. М., Наука, 229 с.
2. Дубянский А.А. 1935. Предварительные сведения о вулканическом пепле, залегающем в окрестностях г. Павловск (Воронежской области). Труды Центрального научно-исследовательского геолого-разведочного института (ЦНИГРИ), 39: 3–18.
3. Жабин А.В., Дубков А.А., Золотарёва Г.С., Кузнецов Ю.А. 2020. Импациты в четвертичных отложениях Воронежской антеклизы. Недра Поволжья и Прикаспия, 102: 18–31. DOI: 10.24411/1997-8316-2020-11023.
4. Жабин А.В., Жабина А.А. 2019. Влияние импактных событий на глобальные изменения природной среды в позднем плейстоцене и голоцене. В кн.: Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Материалы международной научно-практической конференции, 3–5 октября 2019, Воронеж, Цифровая полиграфия, 1: 40–43.
5. Жабин А.В., Савко А.Д., Сиротин В.И. 2008. Глинистые минералы осадочного чехла Воронежской антеклизы. Труды Научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета, 51: 1–92.
6. Иосифова Ю.И. 1992. О возрасте пеплосодержащей толщи в разрезе у с. Горелка Воронежской области. Стратиграфия фанерозоя центра Восточно-Европейской платформы, 36–59.
7. Мильков Ф.Н. 1977. Генезис и генетические ряды ландшафтных комплексов. В кн.: Землеведение. Сборник Московского общества испытателей природы. Новая серия. Т. 12. М., Изд-во Московского университета: 5–11.
8. Муртазов А.К. 2004. Экология околоземного космического пространства. М., ФИЗМАТЛИТ, 304 с.
9. Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. 2001. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы. Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета, 3: 1–201.
10. Солнцев Н.А. 2001. Учение о ландшафте (избранные труды). М., Изд-во Московского университета, 384 с.
11. Холмовой Г.В. 2008. Морфоскопические особенности неогеновых и четвертичных вулканических пеплов Воронежской области. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология, 1: 19–22.
12. Холмовой Г.В. 2013. Геологическая карта дочетвертичных отложений. В кн.: Экологогеографический Атлас-книга Воронежской области. Воронеж, Изд-во Воронежского государственного университета: 40–42.
13. Collins G.S., Melosh H.J., Osinski G.R. 2012. The Impact-Cratering Process. Elements, 8 (1): 25–30. DOI: 10.2113/gselements.8.1.25.
14. Koeberl C., Claeys P., Hecht L., McDonald I. 2012. Geochemistry of Impactites. Elements, 8 (1): 37–42. DOI: 10.2113/gselements.8.1.37.
15. Damuth J. 1981. Population density and body size in mammals. Nature, 290: 699–700. DOI: 10.1038/290699a0.
16. Firestone R.B., West A., Kennett J.R., Becker L., Bunch T.E., Revay Z.S., Schultz P.H., Belgya T., Kennett D.J., Erlanson J.M., Dickenson O.J., Goodyear A.C., Harris R.S., Howard G.A., Kloosterman J.B., Lechler P., Mayewski P.A., Montgomery J., Poreda R., Darrah T., Que Hee S.S., Smith A.R., Stich A., Topping W., Wittke J.H., Wolbach W.S. 2007. Evidence for an extraterrestrial impact 12900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (41): 16016–16021. DOI: 10.1073/pnas.0706977104.

References

1. Grishchenko M.N. 1976. Plejstocen i golocen bassejna Verhnego Dona [Pleistocene and Holocene of the Upper Don Basin]. Moscow, Publ. Nauka, 229 p.
2. Dubyansky A.A. 1935. Predvaritelnyye svedeniya o vulkanicheskom peple. zalegayushchem v okrestnostyakh g. Pavlovsk (Voronezhskoy oblasti) [Preliminary information about volcanic ash in the vicinity of Pavlovsk (Voronezh region)]. Trudy Tsentralnogo nauchno-issledovatel'skogo geologo-razvedochnogo instituta (TsNIGRI), 39: 3–18.
3. Zhabin A.V., Dubkov A.A., Zolotareva G.S., Kuznetsov Yu.A. 2020. Impactites in the Quarterly Sediments of the Voronezh Anteclysis. Volga and Pricaspian regions resources, 102: 18–31 (in Russian). DOI: 10.24411/1997-8316-2020-11023.
4. Zhabin A.V., Zhabina A.A. 2019. Vliyaniye impaktnykh sobytii na globalnyye izmeneniya prirodnoy sredy v pozdnem pleystotsene i golotsene [Influence of impact events on global changes in the natural environment in the Late Pleistocene and Holocene]. In: Globalnyye klimaticheskiye izmeneniya: regionalnyye efekty, modeli, prognozy [Global climatic changes: regional effects, models, forecasts]. Materials of the international scientific and practical conference, October 03–05, 2019, Voronezh, Publ. Tsifrovaya poligrafiya, 1: 40–43.
5. Zhabin A.V., Savko A.D., Sirotnin V.I. 2008. Glinistyye mineraly osadochnogo chekhla Voronezhskoy anteklizy [Clay minerals of the sedimentary cover of the Voronezh anteclysis]. Trudy Nauchno-issledovatel'skogo instituta geologii Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 51: 1–92.
6. Iosifova Yu.I. 1992. O vozraste peplosoderzhashchey tolshchi v razreze u s. Gorelka Voronezhskoy oblasti [About the age of the ash-bearing strata in the section near the village. Burner of the Voronezh region]. Stratigrafiya fanerozoia tsentra Vostochno-Evropeyskoy platform, 36–59.
7. Mil'kov F.N. 1977. Genezis i geneticheskiye ryady landshaftnykh kompleksov [Genesis and genetic series of landscapes]. In: Zemlevedeniye. Sbornik Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Novaya seriya [Earth Research. Collected articles of the Moscow Society of Naturalist. New Series]. Vol. 12. Moscow, Publ. Moscow University Press: 5–11.
8. Murtazov A.K. 2004. Ekologiya okolozemnogo kosmicheskogo prostranstva [Ecology of near-Earth space]. Moscow, Publ. FIZMATLIT, 304 p.
9. Savko A.D., Manukovskij S.V., Mizin A.I. 2001. Litologiya i fatsii doneogenovykh otlozheniy Voronezhskoy anteklizy [Lithology and facies of pre-Neogene deposits of the Voronezh anteclysis]. Trudy nauchno-issledovatel'skogo instituta geologii Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 3: 1–201.
10. Solncev N.A. 2001. Uchenie o landshafte (izbrannyye trudy) [Study of landscape: (selected works)]. Moscow, Moscow University Press, 384 p.
11. Kholmovoy G.V. 2008. Morphoscopic Features of the Neogene and Quarternary Volcanic Ashes of the Voronezh Oblast. Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology, 1: 19–22 (in Russian).
12. Kholmovoy G.V. 2013. Geologicheskaya karta dochetvertichnykh otlozheniy [Geological map of pre-Quaternary sediments]. In: Ekologogeograficheskiy Atlas-kniga Voronezhskoy oblasti [Ecological and geographical Atlas-book of the Voronezh region]. Voronezh, 40–42.
13. Collins G.S., Melosh H.J., Osinski G.R. 2012. The Impact-Cratering Process. Elements, 8 (1): 25–30. DOI: 10.2113/gselements.8.1.25.
14. Koeberl C., Claeys P., Hecht L., McDonald I. 2012. Geochemistry of Impactites. Elements, 8 (1): 37–42. DOI: 10.2113/gselements.8.1.37.
15. Damuth J. 1981. Population density and body size in mammals. Nature, 290: 699–700. DOI: 10.1038/290699a0.
16. Firestone R.B., West A., Kennett J.R., Becker L., Bunch T.E., Revay Z.S., Schultz P.H., Belgia T., Kennett D.J., Erlandson J.M., Dickenson O.J., Goodyear A.C., Harris R.S., Howard G.A., Kloosterman J.B., Lechler P., Mayewski P.A., Montgomery J., Poreda R., Darrah T., Que Hee S.S., Smith A.R., Stich A., Topping W., Wittke J.H., Wolbach W.S. 2007. Evidence for an extraterrestrial impact 12900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (41): 16016–16021. DOI: 10.1073/pnas.0706977104.



Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жабин Александр Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и геодинамики Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

Игнатенко Игнат Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной геологии и горного дела института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Донецкий Сергей Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной геологии и горного дела института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr V. Zhabin, candidate of geological and mineralogical Sciences, associate Professor of the Department of general geology and geodynamics, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Ignat M. Ignatenko, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of applied geology and mining of the Institute of Earth Sciences of the Belgorod state national research University, Belgorod, Russia

Sergey V. Donetskiy, candidate of technical Sciences, senior lecturer, Department of applied geology and mining of the Institute of Earth Sciences of the Belgorod state national research University, Belgorod, Russia