

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

REGIONAL GEOSYSTEMS

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2023. Том 47, № 3

16+

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

2023. Том 47, № 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, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ответственный секретарь

Зеленская Е.Я., кандидат географических наук, инженер 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)

ISSN 2712-7443 (online)

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 Ю.В. Ивахненко. Корректура, компьютерная верстка и оригинал-макет Н.А. Вус. E-mail: goleusov@bsu.edu.ru. Гарнитуры Times New Roman, Arial, Impact. Уч.-изд. л. 17,0. Дата выхода 30.09.2023. Оригинал-макет подготовлен отделом объединенной редакции научных журналов НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

- 331 **Братков В.В., Керимов И.А., Волчкова В.В., Бекмурзаева Л.Р.**
Картографирование климатогенной динамики ландшафтов Северо-Западного Прикаспия на основе данных дистанционного зондирования Земли
- 343 **Гаврилов В.А., Ильин В.Н.**
Ландшафтно-эстетическая оценка лесопарковых зон (на примере города Чебоксары)
- 354 **Лобанов Г.В., Жохов М.В.**
Историко-географические аспекты развития системы расселения вдоль среднего течения р. Десны в XVIII-XXI веках
- 368 **Балабейкина О.А., Коробущенко В.Ю.**
Оценка региональных особенностей уровня урбанизированности территории России инструментами балльных показателей
- 382 **Гайдено Е.М.**
Эстетические и потребительские параметры современной сельской среды
- 392 **Лопатина Д.Н., Белозерцева И.А.**
Сельскохозяйственные земли бассейна р. Оса: использование и уровень плодородия
- 406 **Самохвалова Е.В., Ключин П.В.**
Эколого-хозяйственное обоснование географических приоритетов регулирования территориальной структуры землепользования в Самарской области
- 417 **Терехин Э.А.**
Оценка спектрально-отражательных свойств посевов в различных условиях произрастания
- 429 **Украинский П.А., Щекало М.В., Маринина О.А.**
Динамика земельных угодий Острасьевых яров во второй половине XX – начале XXI века
- 443 **Чевель К.А., Кочуров Б.И.**
Водоснабжение мегаполиса Москвы: источники и подготовка
- 452 **Шестакова Е.С., Рудык А.Н., Грязин И.В.**
Анализ эффективности эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки» (Красноярский край)
- 472 **Клевцова М.А., Михеев А.А.**
Биоиндикационная оценка техногенного загрязнения урбанизированной среды по реакциям тополя итальянского (*Populus italica* (Du Roi) Moench)

REGIONAL GEOSYSTEMS

2023. Volume 47, No. 3

Until 2020, the journal 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 (PVIHL).

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

Publisher: Belgorod National Research University «BelSU» 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 National Research University, Belgorod, Russia)

Issuing Editor

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

Responsible Secretary

Evgeniya Ya. Zelenskaya, Candidate of Geographical Sciences (Belgorod 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. Nedevalcov, 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)

ISSN 2712-7443 (online)

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 Yu.V. Ivakhnenko. Pag Proofreading, computer imposition, page layout by N.A. Vus. E-mail: goleusov@bsu.edu.ru. Typefaces Times New Roman, Arial, Impact. Publisher's signature 17,0. Date of publishing 30.09.2023. 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

- 331 **Bratkov V.V., Kerimov I.A., Volchkova V.V., Bekmurzaeva L.R.**
Mapping the Climatogenic Dynamics Landscapes of the North-Western Caspian Region Based on Remote Sensing Data
- 343 **Gavrilov V.A., Ilyin V.N.**
Landscape and Aesthetic Assessment of Parks (on the Example of the City of Cheboksary)
- 354 **Lobanov G.V., Zhokhov M.V.**
Historical and Geographical Aspects of the Development of the Settlement System Along the Middle Course of the Desna River in the XVIII–XXI Century
- 368 **Balabeikina O.A., Korobushchenko V.Yu.**
Urban Extension Level of Russia's Territory Using Integral Scoring Assessment: Regional Aspects
- 382 **Gajdenko E.M.**
Aesthetic and Consumer Parameters of Modern Rural Environment
- 392 **Lopatina D.N., Belozertseva I.A.**
Agricultural Land of the Osa River Basin: Use and Level of Fertility
- 406 **Samokhvalova E.V., Klyushin P.V.**
Ecological-Economic Substantiation of Geographical Regulatory Priorities of Land Use Territorial Structure in Samara Region
- 417 **Terekhin E.A.**
Estimating the Spectral-Reflectance Parameters of Crops Located in Different Growing Conditions
- 429 **Ukrainskiy P.A., Shchekalo M.V., Marinina O.A.**
Land Dynamics in Ostrasiev Yars in the Second Half of the 20th – 21st Centuries
- 443 **Chavel K.A., Kochurov B.I.**
Water Supply of the Metropolis of Moscow: Sources and Preparation
- 452 **Shestakova E.S., Rudyk A.N., Gryazin I.V.**
Analysis of Effectiveness of Environmental Education of Ergaki Nature Park (Krasnoyarsk kray)
- 472 **Klevtsova M.A., Mikheev A.A.**
Bioindicative Assessment of Technogenic Pollution of the Urbanized Environment According to the Reactions of *Populus Italica* (Du Roi) Moench

УДК 332.528.5, 9:630.58
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-331-342

Картографирование климатогенной динамики ландшафтов Северо-Западного Прикаспия на основе данных дистанционного зондирования Земли

^{1,2}Братков В.В., ¹Керимов И.А., ³Волчкова В.В., ¹Бекмурзаева Л.Р.

¹Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Россия, 364024, Чеченская Республика, г. Грозный, пр. А.Г. Авторханова, 100

²Московский государственный университет геодезии и картографии, Россия, 105064, Москва, Гороховский пер., 4

³НПЦ «Развитие города»,

Россия, 129090, г. Москва, Пр-т Мира, 19

E-mail: vbratkov@mail.ru

Аннотация. В статье показаны возможности использования данных дистанционного зондирования Земли при картографировании динамики ландшафтов. Применение данных дистанционного зондирования при изучении ландшафтов – один из методов ландшафтных исследований, связанный с разработкой ландшафтной карты. Этот метод позволяет определить состояние и изменения в ландшафте и его компонентах. Целью настоящего исследования является картографирование динамики ландшафтов Северо-Западного Прикаспия за 1986–2015 гг. на основе данных дистанционного зондирования Земли. Авторы в работе опирались на системный картографический подход, ГИС-технологии и методы цифровой обработки космических снимков, а также статистический и сравнительный анализы. Исходные снимки обрабатывались с помощью программного пакета *ENVI*. Результатом исследования явилась разработка алгоритма составления тематических карт на основе данных дистанционного зондирования, были составлены тематические карты, отражающие климатогенную динамику полупустынных ландшафтов Северо-Западного Прикаспия. Выявлено, что в контрольные отрезки времени площадь, занятая различными типами растительности, менялась из-за изменения условия тепло- и влагообеспечения территории. На основе спектральных/вегетационных индексов *NDVI* и *SAVI* в пределах тестового полигона были проанализированы площади, занимаемые различными растительными природно-территориальными комплексами в период с 1986 по 2015 г. За исследуемый период отмечено увеличение площади песков, скудной и разряженной кустарниковой растительности, а также густой и относительно мощной растительности за счет сокращения площади «открытой» почвы.

Ключевые слова: ландшафтная карта, климатические изменения, вегетационные индексы, дистанционное зондирование Земли, Северо-Западный Прикаспий

Благодарности: работа выполнена в рамках госзадания ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова FZNU-2021-0002 «Оценка изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа в связи с глобальными изменениями климата».

Для цитирования: Братков В.В., Керимов И.А., Волчкова В.В., Бекмурзаева Л.Р. 2023. Картографирование климатогенной динамики ландшафтов Северо-Западного Прикаспия на основе данных дистанционного зондирования Земли. Региональные геосистемы, 47(3): 331–342. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-331-342



Mapping the Climatogenic Dynamics Landscapes of the North-Western Caspian Region Based on Remote Sensing Data

^{1,2}Vitaly V. Bratkov, ¹Ibragim A. Kerimov, ³Veronika V. Volchkova, ¹Luiza R. Bekmurzaeva

¹Grozny State Oil Technical University named after academician M.D. Millionshchikova
100 A.G. Avtorkhanova Av., Grozny, Chechen Republic, 364024, Russia

²Moscow State University of Geodesy and Cartography
4 Gorokhovskiy lane, Moscow, 105064, Russia

³NPC "City Development"
19 Mira Avenue, Moscow, 129090, Russia
E-mail: vbratkov@mail.ru

Abstract. The article shows the possibilities of using Earth remote sensing data for mapping landscape dynamics. The use of remote sensing data in the study of landscapes is one of the methods of landscape research associated with the development of a landscape map. This method allows you to determine the state and changes in the landscape and its components. The purpose of this study is to map the landscape dynamics of the North-Western Caspian region for 1986–2015 based on Earth remote sensing data. The authors in the work relied on a systematic cartographic approach, GIS technologies and methods for digital processing of space images, as well as statistical and comparative analyses. The original images were processed using the *ENVI* software package. The result of the study was the development of an algorithm for compiling thematic maps based on remote sensing data; thematic maps were compiled that reflect the climatogenic dynamics of the semi-desert landscapes of the North-Western Caspian Sea. It was revealed that in the control periods of time the area occupied by various types of vegetation changed due to changes in the conditions of heat and moisture supply of the territory. Based on the spectral/vegetation indices *NDVI* and *SAVI*, within the test area, the areas occupied by various plant natural territorial complexes in the period from 1986 to 2015 were analyzed. During the period under study, an increase in the area of sands, sparse and sparse shrub vegetation, dense and powerful vegetation was noted due to a decrease in the area of «open» soil.

Keywords: landscape map, climate change, vegetation indices, remote sensing of the Earth, North-Western Caspian

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the state task of GGNTU. Academician M.D. Millionshchikov. FZNU-2021-0002 "Assessment of the variability of agro-climatic conditions in the North Caucasus in connection with global climate change."

For citation: Bratkov V.V., Kerimov I.A., Volchkova V.V., Bekmurzaeva L.R. 2023. Mapping the Climatogenic Dynamics Landscapes of the North-Western Caspian Region Based on Remote Sensing Data. *Regional Geosystems*, 47(3): 331–342. DOI : 10.52575/2712-7443-2023-47-3-331-342

Введение

Северо-Западный Прикаспий расположен между Волго-Ахтубинской поймой, Ер-генинской возвышенностью и долиной реки Кумы. Исследуемый регион включает в себя Терско-Кумскую, Приманычскую и Прикаспийскую низменности. Ландшафты Северо-Западного Прикаспия расположены преимущественно на территории Чеченской, Даге-станской, Калмыцкой республик, Астраханской области и Ставропольского края [Атаев, Братков, 2011] (рис.1). Равнинный рельеф и засушливый климат привели к формированию здесь аридных (полупустынных) ландшафтов, которые характеризуются сочетанием степ-ных и пустынных группировок.

В настоящее время существует карты, отображающие весь ареал полупустынных ландшафтов Северо-Западного Прикаспия: ландшафтная карта Кавказа (под руководством Н.Л. Беручашвили, 1979 г.); ландшафтная карта СССР (под редакцией А.Г. Исаченко, 1988 г.); ландшафтная карта Северного Кавказа (В.А. Шальнев, 2004, 2007 гг.). Для реше-ния прикладных задач также используют мелкомасштабные ландшафтные карты. К таким

картам относится «Ландшафтная карта СССР» масштаба 1 : 4 000 000, составленная А.Г. Исаченко (60-е гг. XX в.) [Ландшафтная карта СССР, 1988]. В 1980 году составлена «Ландшафтная карта СССР» [1980] масштаба 1 : 2 500 000 (под руководством И.С. Гудилина), в 1989 году – «Ландшафтная карта России и сопредельных государств» [1989] масштаба 1 : 8 000 000 (под редакцией Н.А. Гвоздецкого, Т.В. Звонковой, Г.С. Самойловой).

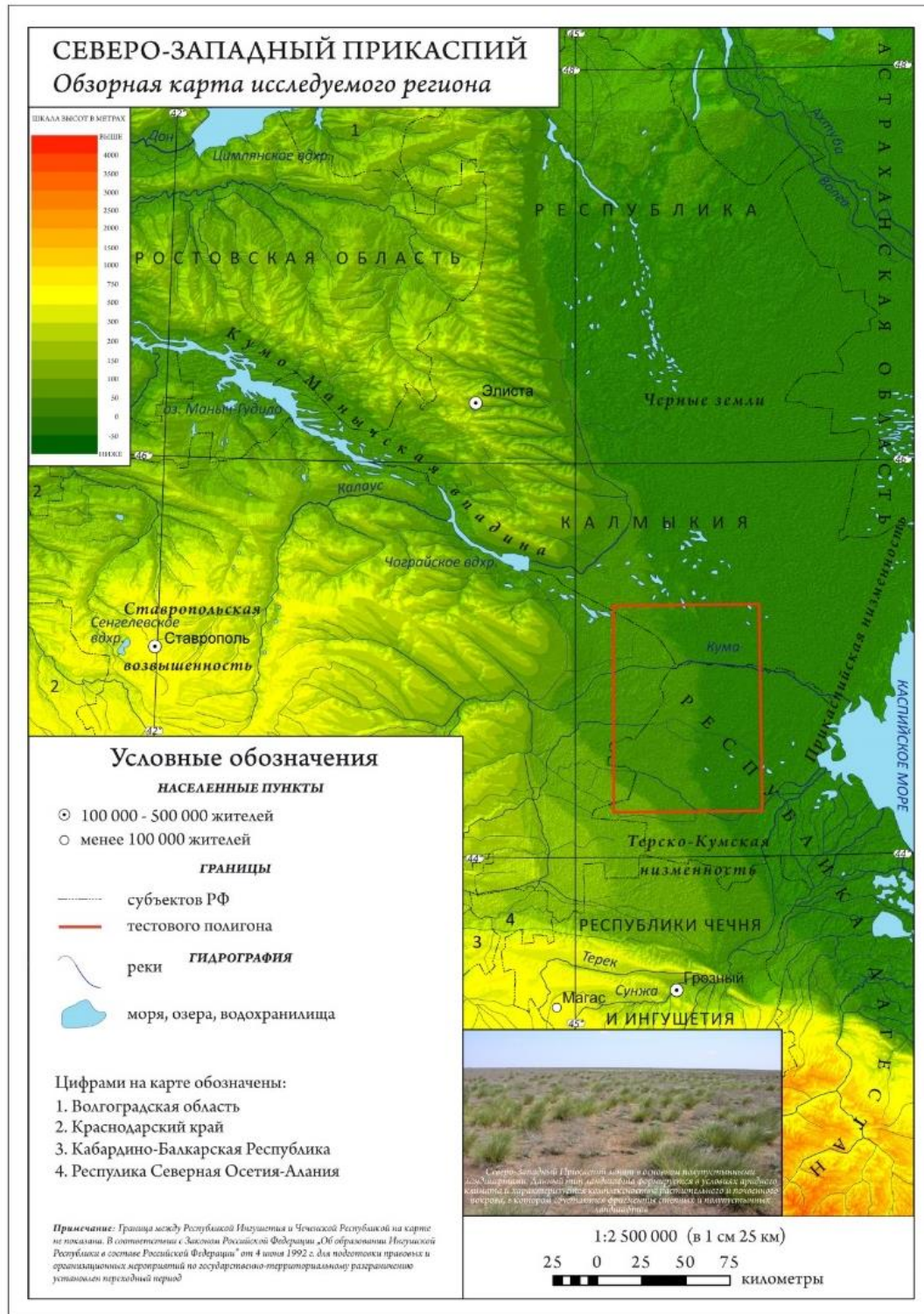


Рис. 1. Северо-Западный Прикаспий. Обзорная карта исследуемого региона
Fig. 1. North-Western Caspian Sea. Overview map of the region under study



Данные карты отражают пространственную структуру ландшафтов на определенный момент времени и не позволяют выявить изменения ландшафтов во времени. К динамическим факторам, определяющим изменения ландшафтов во времени, относится климат, от которого зависят условия тепловлагообеспечения территории. Последние приводят к изменению мозаики растительного покрова, хорошо отражающемуся на разновременных многозональных космических снимках, представляющих собой данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Их дешифрирование является в настоящее время одним из методов ландшафтных исследований и активно применяется при составлении ландшафтных карт. Данный метод также позволяет выявлять изменения ландшафта и его компонентов.

Что касается климатических изменений, то для данной территории за рассматриваемый период они проявились в виде увеличения температуры воздуха, начавшегося со второй половины 1990-х годов и сопровождавшегося периодами сокращения и увеличения количества осадков разной продолжительности. Например, средняя температура по данным метеостанции «Махачкала» составила за 1980–2015 гг. 12,5 °С, при том, что с последнее рассматриваемое десятилетие ее прирост составлял в среднем 0,5 °С, то есть средняя годовая температура была выше + 13,0 °С. Что касается осадков, то их среднее количество составляло 373 мм, при этом до 1986 года чаще отмечался их дефицит, наиболее влажным был период 1991–1995 и 2006–2010 гг. (на 30 мм выше нормы), тогда как в остальное время осадков было немногим более нормы [Братков и др., 2014; Братков и др., 2021; Керимов и др., 2021].

Объекты и методы исследования

В данной работе анализируются площади, занимаемые различными растительными природно-территориальными комплексами в пределах тестового полигона Северо-Западного Прикаспия за 1986–2015 гг., выявляемые по космическим снимкам на основе спектральных/вегетационных индексов *NDVI* и *SAVI* [Wardlow, Egbert, 2010; Черепанов, 2011; Jiang et al., 2021].

Целью исследования является картографирование динамики ландшафтов Северо-Западного Прикаспия.

Основой исследования являются данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Авторы используют в работе летние, преимущественно безоблачные снимки серии *Landsat*, имеющиеся в свободном доступе на сайте Геологической службы США [USGS, 2022] и характеризующие состояние исследуемой территории на 1986, 2001, 2010, 2015 гг. Снимки обрабатывали с помощью программного комплекса *ENVI*. Первоначально была осуществлена геометрическая, радиометрическая и атмосферная коррекции, которые позволили рассчитать такой известный вегетационный индекс, как *NDVI*. Он дает представление о сомкнутости растительного покрова и в целом коррелирует с запасами фитомассы. Этот индекс был рассчитан на тестовый участок, не подверженный хозяйственной деятельности человека. Также нами был рассчитан почвенный вегетационный индекс *SAVI*, который используется для территорий с разреженной растительностью.

Для изучения рельефа и составления обзорной карты Северо-Западного Прикаспия использовалась цифровая модель рельефа (ЦМР). Данная модель получена на основе радиолокационной съемки *Shuttle radar topographic mission (SRTM)*. ЦМР *SRTM* пригодна для расчета морфометрических показателей исследуемой территории и последующего построения карт в среде ГИС. Также в своей работе авторы используют разнообразные картографические, фондовые, статистические и другие материалы.

Методы исследования состоят в обработке космических снимков и получения данных, которые являются тематическим содержанием для проектирования картографического произведения. Теоретической основой работы в области динамики ландшафта явились

труды В.Б. Сочавы [1978], А.Г. Исаченко [1985; 1990], Ф.Н. Милькова [1986], В.А. Николаева [1979], В.В. Браткова с соавторами [2014]; в области картографии и геоинформатики – Ю.С. Билича и А.С. Васмута [1984], Л.М. Бугаевского [1998], А.В. Погорелова и Ж.А. Думита [2009].

Авторы в работе используют системный картографический подход, основы картографирования и методы цифровой обработки космических снимков; методы картографического, статистического и сравнительного анализа. В качестве программного обеспечения использовали следующие средства: *ENVI*, *ArcGIS*, *MapInfo Professional*.

Результаты и их обсуждение

Разработка ландшафтной карты выполнялась с использованием данных дистанционного зондирования. Космические снимки отражают состояния ландшафтов на конкретную дату. Таким образом, можно изучить динамику ландшафтов, используя разновременные снимки. Мы использовали снимки серии *Landsat* для оценки состояния исследуемого региона за 1986, 2001, 2010, 2015 гг. В работе используются летние, преимущественно безоблачные снимки для расчета спектральных индексов, когда природно-территориальные комплексы находятся в фазе активной вегетации. Нами были рассчитаны вегетационный индекс *NDVI* и почвенный вегетационный индекс *SAVI*. С помощью индексов можно отслеживать изменения растительного покрова. Вегетационный индекс *NDVI* зависит от количества фитомассы: чем больше фитомасса, тем выше *NDVI*. В работе данный рассчитанный индекс позволяет получить карты типов ландшафтов и растительности (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Значение *NDVI* для различных объектов [GISLAB, 2022]
NDVI value for various objects [GISLAB, 2022]

Тип объекта	Значение <i>NDVI</i>
Густая растительность	0,7
Разряженная растительность	0,5
Открытая почва	0,025
Облака	0
Снег и лед	-0,05
Вода	-0,25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	-0,5

На исследуемой территории представлены континентальные низменно-равнинные аккумулятивные ландшафты с полынными, солянковыми пустынями и полынно-злаковыми полупустынями на каштановых почвах. С точки зрения величины индекса *NDVI* на исследуемом полигоне были выявлены классы объектов (ПТК), для которых была определена площадь на изучаемые временные отрезки (табл. 2).



Таблица 2
 Table 2

Площади объектов различных классов на основе индекса NDVI
 (в числителе площадь в км², в знаменателе – %)
 Areas of objects of various classes based on the NDVI index
 (numerator is area in km², denominator is %)

Классы объектов, ПТК	1986 г.	2001 г.	2010 г.	2015 г.
Водные объекты	<u>1,26</u>	<u>1,33</u>	<u>2,46</u>	<u>2,18</u>
	4,77	6,27	2,34	4,67
Пески	<u>20,83</u>	<u>8,04</u>	<u>11,91</u>	<u>48,22</u>
	16,22	11,61	17,98	18,46
Почва без растительного покрова	<u>2012,59</u>	<u>899,79</u>	<u>974,5</u>	<u>939,4</u>
	30,69	23,78	31,45	20,81
Примитивная травянистая растительность	<u>6651,36</u>	<u>7247,17</u>	<u>7428,05</u>	<u>5826,64</u>
	26,22	28,80	23,93	19,10
Скудная и разреженная растительность	<u>435,54</u>	<u>964,14</u>	<u>724,86</u>	<u>2248,55</u>
	13,84	18,95	13,88	21,30
Густая растительность	<u>205,19</u>	<u>197,36</u>	<u>176,39</u>	<u>230,70</u>
	4,89	7,60	7,34	12,54
Мощная и густая растительность	<u>11,35</u>	<u>20,29</u>	<u>19,95</u>	<u>42,43</u>
	3,37	2,99	3,08	3,12
ИТОГО	<u>9333,00</u>	<u>9333,00</u>	<u>9333,00</u>	<u>9333,00</u>
	100,00	100,00	100,00	100,00

Для уточнения границ распространения песков, почвы без растительного покрова и примитивной травянистой растительности, то есть для ПТК с минимальными запасами фитомассы, использовался почвенный вегетационный индекс *SAVI*.

Таким образом, стало возможным проследить динамику указанных ПТК посредством изменения их площади. Как следует из представленных данных, не для всех ПТК отмечаются единые тенденции за весь рассматриваемый период. Так, площадь водных поверхностей изменялись от 1,26 км² в 1986 году до 2,46 км² в 2010 году, то есть она увеличивалась по мере роста температуры воздуха и увеличения количества выпадающих осадков, которые после 2010 года начали снижаться. Коррелирует с этой тенденцией также площадь песков, которая стала сокращаться в связи с гумидизацией климата до 2010 года и стала расти после. Улучшение условий влагообеспечения наиболее благоприятно сказалась на изменении площади скудной и разреженной растительности, площадь которой увеличилась с 435,54 км² в 1986 году до 2248,55 км² в 2015 году. Площадь ПТК с максимально плотной и густой растительностью изменилась не столь существенно. В этой связи можно сделать вывод о том, что наилучшим индикатором климатических изменений выступают не столько ПТК с экстремальными запасами фитомассы, сколько с ее средними величинами. В нашем случае это ПТК с примитивной, а также скудной и разреженной растительностью, которые занимают довольно большие площади в пределах тестового участка.

Для оценки ландшафтообразующих факторов, среди которых выделим рельеф, являющийся одним из определяющих факторов, был проведен морфометрический анализ территории в пределах тестового полигона. В результате получили данные о распределении территории по высотам, экспозиции и степени крутизны склонов. В пределах тестового полигона значения высот изменяются от – 10 до 85 м, то есть гипсометрия оказывает слабое влияние на формирование ПТК. Исследуемая территория характеризуется плоскими, слабонаклонными и наклонными склонами. Крутизна склонов колеблется от 0° до 6°;

максимальное распространение получили склоны с крутизной $0-1^\circ$, минимальное – $5-6^\circ$ (табл. 3). На территории тестового полигона склоны различных экспозиций распространены почти равномерно (табл. 4.). Как показывают приведенные данные, рельеф довольно слабо оказывает влияние на пространственную дифференциацию природных комплексов.

Подготовительным этапом к картографированию является фотограмметрическая и тематическая обработка снимков, ГИС-анализ. Геоинформационное картографирование основано на приведении данных в единую проекцию, создании базы данных, морфометрическом анализе, изучении растительности и почвенного покрова, анализе изменений.

Таблица 3
Table 3Распределение территории тестового полигона по склонам
Distribution of the territory of the test site by slopes

Склоны	Крутизна, °	Номер класса	Площадь, км ²
Плоские, слабонаклонные, наклонные	0–1	1	8 861,44
	1–2	2	465,33
	2–3	3	10,86
	3–4	4	0,41
	4–5	5	0,07
	5–6	6	0,01
Всего:			9 338,12

Таблица 4
Table 4Распределение территории тестового полигона по экспозиции
Distribution of the territory of the test site by exposure

Экспозиция, град.	Номер класса	Площадь, км ²
плоскость	–1–0	749,33
север	0–22,5	910,92
северо-восток	22,5–67,5	1 167,58
восток	67,5–112,5	1 169,87
юго-восток	112,5–157,5	1 036,39
юг	157,5–202,5	1 194,60
юго-запад	202,5–247,5	898,48
запад	247,5–292,5	906,99
северо-запад	292,5–337,5	911,41
север	337,5–360,0	392,55
Всего:		9 338,12

Выполнив обработку снимков, мы приступили к картографированию динамики ландшафтов. Были выполнены проектирование математической основы карты, разработка содержания карты и классификации объектов и явлений, проектирование способов картографического изображения, система условных знаков и легенды карты, проектирование оформления карты, а также были сформулированы редакционные указания по составлению карт (рис. 2–4).

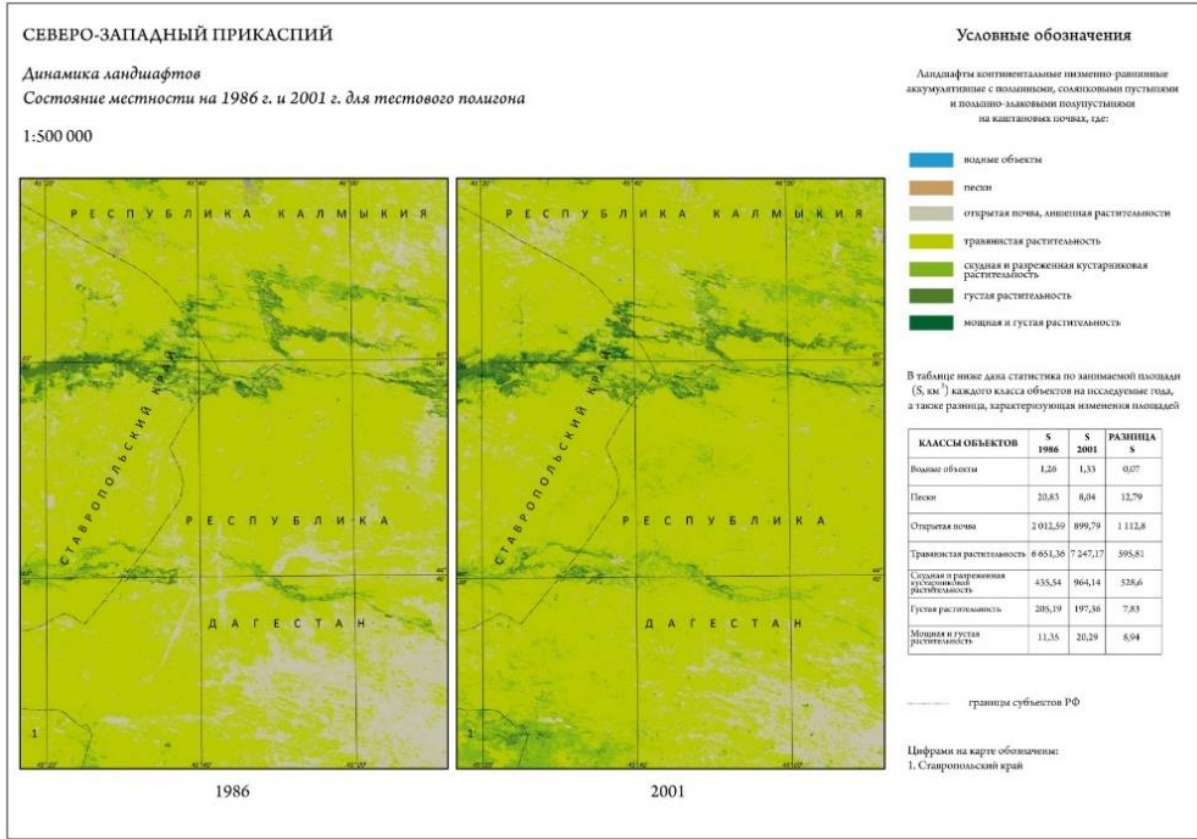


Рис. 2. Северо-Западный Прикаспий. Динамика ландшафтов. Состояние местности на 1986 и 2001 гг.
 Fig. 2. Northwestern Caspian. landscape dynamics. State of the area for 1986 and 2001

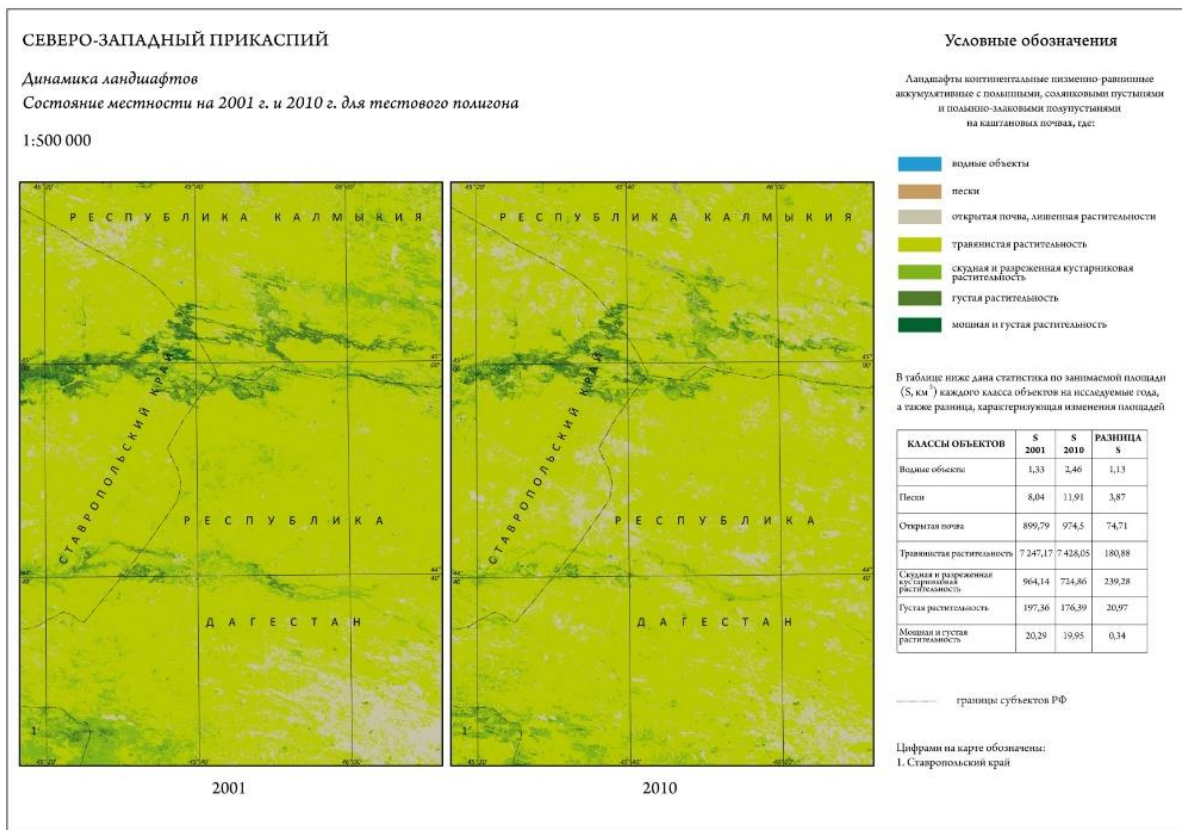


Рис. 3. Северо-Западный Прикаспий. Динамика ландшафтов. Состояние местности на 2001 и 2010 гг.
 Fig. 3. Northwestern Caspian. landscape dynamics. The state of the area for 2001 and 2010



карт с применением данных дистанционного зондирования, позволяющий выявить динамику ландшафтов. Выявление изменений выполнено на основе расчета вегетационного индекса *NDVI*, который характеризует природно-территориальный комплекс через запасы фитомассы. Данный вегетационный индекс был рассчитан на тестовый участок, не подверженный хозяйственной деятельности человека. Для уточнения площадей с наиболее скудной растительностью или без нее использовался вегетационный индекс *SAVI*. Полученная серия тематических карт динамики природно-территориальных комплексов типичных ландшафтов Северо-Западного Прикаспия позволила оценить изменения их площади за 1986–2015 гг. Несмотря на довольно существенные относительные изменения площади участков с наиболее густой растительностью, в наибольшей степени индикаторами климатических трендов выступают участки с примитивной, а также скудной и разреженной растительностью, поскольку они занимают максимальные площади в пределах данного типа ландшафтов.

Список источников

- Билич Ю.С., Васмут А.С. 1984. Проектирование и составление карт. М., Недра, 364 с.
Бугаевский Л.М. 1998. Математическая картография. М., Златоуст, 400 с.
Исаченко А.Г. 1990. Основы ландшафтоведения и физико-географического районирования. М., Наука, 330 с.
Ландшафтная карта СССР: Масштаб 1:4000000. 1988. Под ред. А.Г. Исаченко. М., ГУГК.
Ландшафтная карта СССР масштаба 1:2500000. 1980. Министерство геологии СССР. Под ред. И.С. Гудилин. М., Гидроспецгеология.
Ландшафтная карта России и сопредельных государств. Масштаб 1:8000000. 1989. Под ред. Н.А. Гвоздецкого, Т.В. Звонковой, Г.С. Самойловой. М., МГУ.
USGS. Electronic resource. URL: www.earthexplorer.usgs.gov. (date of the application: 12.12.2022).
GISLAB. Electronic resource. URL: www.gis-lab.info (date of the application: 12.12.2022).

Список литературы

- Атаев З.В., Братков В.В. 2011. Влияние колебаний и динамики климата на полупустынные ландшафты Северо-Западного Прикаспия. Географический вестник, 3(18): 4–13.
Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Атаев З.В. 2014. Мониторинг современных климатических изменений и оценка их последствий для ландшафтов Северного Кавказа. Вестник РАЕН, 14(2): 7–16.
Братков В.В., Савинова С.В., Ключин П.В., Керимов И.А., Бекмурзаева Л.Р. 2021. Картографирование современной изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа. Юг России: экология, развитие, 16(4(61)): 173–181. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-173-181
Исаченко А.Г. 1985. Ландшафты СССР. Л., ЛГУ, 320 с.
Керимов И.А., Братков В.В., Бекмурзаева Л.Р. 2021. Современные климатические тренды полупустынных ландшафтов Северного Кавказа. Устойчивое развитие горных территорий, 13(4(50)): 576–589. DOI: 10.21177/1998-4502-2021-13-4-576-589
Мильков Ф.Н. 1986. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж, Издательство Воронежского университета, 326 с.
Николаев В.А. 1979. Проблемы регионального ландшафтоведения. М., МГУ, 160 с.
Погорелов А.В., Думит Ж.А. 2009. Рельеф бассейна р. Кубани: морфологический анализ. М., ГЕОС, 206 с.
Сочава В.Б. 1978. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, Наука, 320 с.
Черепанов А.С. 2011. Вегетационные индексы. Геоматика, 2: 98–102.
Jiang L., Liu Y., Wu S., Yang C. 2021. Analyzing Ecological Environment Change and Associated Driving Factors in China Based on NDVI Time Series Data. Ecological Indicators, 129: 107933. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107933
Wardlow B.D., Egbert S.L. 2010. A Comparison of MODIS 250-m EVI and NDVI Data for Crop Mapping: a Case Study for Southwest Kansas. International journal of remote sensing, 31: 805–830. DOI: 10.1080/01431160902897858

References

- Ataev Z.V., Bratkov V.V. 2011. Vliyaniye kolebaniy i dinamiki klimata na polupustynnyye landshafty Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Influence of Climate Fluctuations and Dynamics on the Semi-Desert Landscapes of the North-Western Caspian Region]. *Geograficheskij vestnik*, 3(18): 4–13.
- Bratkov V.V., Zaurbekov Sh.Sh., Ataev Z.V. 2014. Monitoring of the Current Climate Changes and the Assessment of Their Consequences for the Landscapes of the Northern Caucasus. *Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences*, 14(2): 7–16 (in Russian).
- Bratkov V.V., Savinova S.V., Klyushin P.V., Kerimov I.A., Bekmurzaeva L.R. 2021. Mapping of modern variability of agro-climatic conditions of the North Caucasus. *South of Russia: ecology, development*, 16(4(61)): 173–181 (in Russian). DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-173-181.
- Isachenko A.G. 1985. *Landshafty SSSR [USSR Landscapes]*. Leningrad, Publ. LGU, 320 p.
- Kerimov I.I., Bratkov V.V., Bekmurzaeva L.R. 2021. Modern Climatic Trends of Semi-Desert Landscapes of the North Caucasus. *Sustainable Development of Mountain Territories*, 13(4(50)): 576–589 (in Russian). DOI: 10.21177/1998-4502-2021-13-4-576-589
- Milkov F.N. 1986. *Fizicheskaya geografiya: ucheniye o landshafte i geograficheskaya zonalnost [Physical Geography: the Doctrine of the Landscape and Geographical Zonality]*. Voronezh, Publ. Voronezhskogo universiteta, 326 p.
- Nikolaev V.A. 1979. *Problemy regionalnogo landshaftovedeniya [Problems of Regional Landscape Science]*. Moscow, Publ. MGU, 160 p.
- Pogorelov A.V., Dumit J.A. 2009. *Relyef basseyna r. Kubani: morfologicheskij analiz [The Relief of the River Basin Kuban: Morphological Analysis]*. Moscow, Publ. GEOS, 206 p.
- Sochava V.B. 1978. *Vvedeniye v ucheniye o geosistemakh [Introduction to the Study of Geosystems]*. Novosibirsk, Publ. Nauka, 320 p.
- Cherepanov A.S. 2011. *Vegetatsionnyye indeksy [Vegetation indices]*. *Geomatika*, 2: 98–102 p.
- Jiang L., Liu Y., Wu S., Yang C. 2021. Analyzing Ecological Environment Change and Associated Driving Factors in China Based on NDVI Time Series Data. *Ecological Indicators*, 129: 107933. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107933
- Wardlow B.D., Egbert S.L. 2010. A Comparison of MODIS 250-m EVI and NDVI Data for Crop Mapping: a Case Study for Southwest Kansas. *International journal of remote sensing*, 31: 805–830. DOI: 10.1080/01431160902897858

*Поступила в редакцию 21.02.2023;
поступила после рецензирования 12.08.2023;
принята к публикации 09.09.2023*

*Received February 21, 2023;
Revised August 12, 2023;
Accepted September 09, 2023*

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

Братков Виталий Викторович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии, Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Россия; главный научный сотрудник лаборатории климатологии и метеорологии НИИ геоэкологии и природопользования, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vitaly V. Bratkov, Doctor of Geographic Sciences, Professor, Head of the Department of Geography, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia; Chief Researcher, Laboratory of Climatology and Meteorology, Research Institute of Geocology and Nature Management, Grozny State Oil Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia



Керимов Ибрагим Ахмедович, доктор физико-математических наук, профессор, директор НИИ геоэкологии и природопользования, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Волчкова Вероника Викторовна, НПЦ «Развитие города», Москва, Россия

Бекмурзаева Луиза Руслановна, кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории климатологии и метеорологии НИИ геоэкологии и природопользования, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Ibragim A. Kerimov, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Director of the Research Institute of Geoecology and Nature Management, Grozny State Oil Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia

Veronika V. Volchkova, NPC "City Development", Moscow, Russia.

Luiza R. Bekmurzaeva Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Climatology and Meteorology, Research Institute of Geoecology and Nature Management, Grozny State Oil Technical University named after academician M.D. Millionshchikova, Grozny, Russia



УДК 502.5

DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-343-353

Ландшафтно-эстетическая оценка лесопарковых зон (на примере города Чебоксары)

Гаврилов В.А., Ильин В.Н.

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,
Россия, 428003, г. Чебоксары, пр. Московский, 15
E-mail: cepeshvlad123@gmail.com, suvar2009@yandex.ru

Аннотация. В статье описаны критерии ландшафтно-эстетической оценки лесных насаждений парковых зон городских территорий. На основе синтеза существующих методик установлены критерии эстетической привлекательности территории лесопарка «Роща Гузовского» и парка «Лакреевский лес» г. Чебоксары. Произведена оценка и ранжирование факторов, влияющих на эстетическую привлекательность. На основе материалов полевых исследований проведена эстетическая оценка объектов. Составлены подробные картосхемы по сводной эстетической привлекательности лесопарковых территорий. Для парковой зоны «Роща Гузовского» характерно преобладание участков с высокой эстетической ценностью, в парке «Лакреевский лес» преобладает средняя эстетическая ценность участков. Анализ собранного полевого и картографического материала позволил выделить наиболее привлекательные участки парковых зон для последующего информирования населения и оптимизации рекреации.

Ключевые слова: лесопарковые ландшафты, устойчивость лесов, эстетическая оценка лесопарковых зон, просматриваемость лесов, захламленность лесов

Для цитирования: Гаврилов В.А., Ильин В.Н. 2023. Ландшафтно-эстетическая оценка лесопарковых зон (на примере города Чебоксары). Региональные геосистемы, 47(3): 343–353, DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-343-353

Landscape and Aesthetic Assessment of Parks (on the Example of the City of Cheboksary)

Vladislav A. Gavrilov, Vladimir N. Ilyin

Chuvash State University,
15 Moscow Av., Cheboksary 428003, Russia
E-mail cepeshvlad123@gmail.com, suvar2009@yandex.ru

Abstract. The article describes the criteria of landscape and aesthetic assessment of forest plantations of park areas of urban areas. Based on the synthesis of existing methods, the criteria of aesthetic attractiveness of the territory of the forest park "Grove of Guzovsky" and the park "Lakreevsky Forest" of Cheboksary are established. The evaluation and ranking of factors affecting aesthetic attractiveness is carried out. Based on the materials of field research, an aesthetic assessment of the objects was carried out. Detailed cartographies on the combined aesthetic appeal of forest park territories have been compiled. The park zone "Grove of Guzovsky" is characterized by the predominance of sites with high aesthetic value, in the park "Lakreevsky Forest" the average aesthetic value of the sites prevails. The analysis of the collected field and cartographic material made it possible to identify the most attractive areas of park areas for further informing the population and optimizing recreation. In conclusion, general recommendations are given to improve the ecological condition and increase aesthetic attractiveness. Recommendations include measures to reduce clutter, loosening of soils, cleaning of household waste; care cabins.

Keywords: forest park landscapes, forest sustainability, aesthetic assessment of forest park zones, forest visibility, forest clutter

For citation: Gavrillov V.A., Ilyin V.N. 2023. Landscape and Aesthetic Assessment of Parks (on the Example of the City of Cheboksary). *Regional geosystems*, 47(3): 343–353. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-343-353

Введение

Одними из самых популярных мест отдыха населения являются лесные массивы. Наибольшую рекреационную нагрузку испытывают парковые зоны населенных пунктов [Wang et al., 2019]. Нагрузка на лесные биогеоценозы возрастает пропорционально росту городов. Особенно актуальна проблема устойчивого управления лесных массивов крупных городов, таких как Чебоксары. В связи с этим появляется необходимость более тщательно поддерживать средообразующие и социальные функции лесопарков.

Целью исследования является проведение эстетической оценки лесопарковых зон города Чебоксары. В качестве ключевых участков были выбраны наиболее популярные и посещаемые жителями парки «Роща Гузовского» и «Лакреевский лес» (рис. 1). Выделенные объекты относятся к ландшафтам природно-антропогенного типа [Shyin et al., 2022]. В начале 2010-х годов оба парка были лишены статуса ООПТ регионального значения вследствие возросшего антропогенного влияния и доли преобразованности ландшафтов. В целях оптимизации контроля рекреационного влияния и улучшения состояния ПТК парков необходимы срочные меры по оценке ландшафтно-эстетической привлекательности и разработке природоохранных мероприятий для наиболее нарушенных участков. Научная новизна исследования заключается в подробной оценке эстетического состояния наиболее популярных парков г. Чебоксары, зонировании и разработке природоохранных мероприятий.

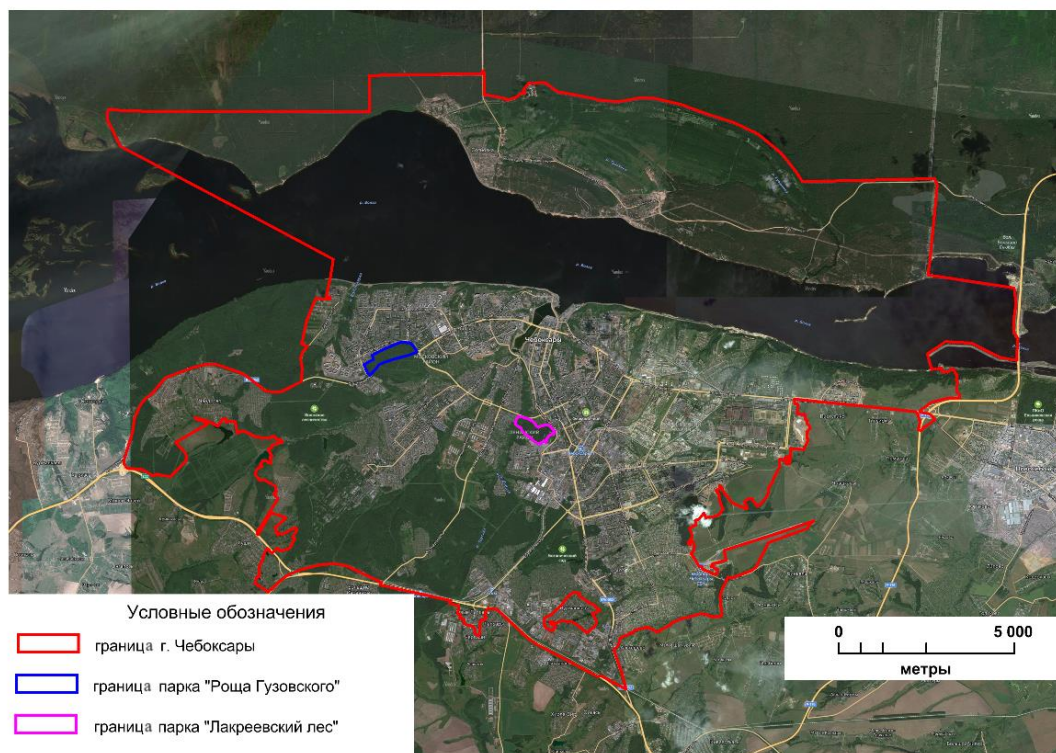


Рис. 1. Положение парков «Лакреевский лес» и «Роща Гузовского» в г. Чебоксары
Fig. 1. The situation of the parks "Lacreevsky les" and "Roshha Guzovskogo" in Cheboksary

Объекты и методы исследования

Методологической основой исследования послужили идеи отечественных и зарубежных ученых в области ландшафтно-эстетической оценки городских лесов; активно использовались методы пространственного анализа древесных насаждений [Yang, 2017; Deng et al., 2020]. Теоретической базой исследования влияния хозяйственной, в т. ч. рекреационной деятельности, на общее состояние ландшафтов [Schirpke et al., 2021] и разнообразие растений в них стали труды сотрудников отечественных институтов [Залесов, 2020]. Деление лесопарковых территорий на номинальные территориальные единицы осуществлялось на основе таксационного описания, антропогенной загруженности, экологического состояния древостоя и почвенного покрова [Аткина, Жукова, 2017; Фомина, 2020]. Были проанализированы материалы по оптимизации рекреационной нагрузки за счет создания экологических троп и зон отдыха [Рощина, 2019]. Картирование эстетической ценности осуществлялось с использованием ГИС-технологий [Kalinauskas et al., 2021; Das et al., 2023]. Выбор факторов оценки был осуществлен статистическим методом [Kovács et al., 2022].

Из множества возможных факторов были отобраны пять, наиболее полно отражающих величину эстетического восприятия: степень увлаженности почвы, количество кустарников и деревьев низших ярусов; зрительное восприятие породного состава древостоя; наличие засохших деревьев и бытовых отходов, дальность обзора лесного участка, [Ильин и др., 2021]. Для расчета ценности насаждений по исследуемым параметрам было выполнено ранжирование, после получения общего массива данных. При этом были выделены 3 группы оценок. Худшему значению показателя присваивается 1 балл, а наилучшему – 3 балла.

Дальность обзора на лесном участке определяется экспертным путем через максимальное расстояние, которое можно определить по индивидуальным параметрам древесной растительности или иных природных объектов на лесном участке.

Большая часть исследователей дальность обзора на лесном участке относят к важнейшим факторам, влияющим на эстетическое восприятие залесенных территорий [Котлярова, Мигранова 2019]. Дальность обзора определяется множеством природных факторов: сомкнутость крон, плотность древесной растительности и подлеска. По мнению Котляровой О.В., чем больше обзор, тем выше эстетическая привлекательность (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Дальность обзора на лесном участке
Viewing range in the forest area

Балл	Дальность обзора	Расстояние, м
1	Низкая	До 20
2	Средняя	21–40
3	Высокая	Выше 40

Зрительное восприятие породного состава. Древесные насаждения лесопарковых ландшафтов с разными преобладающими породами имеют различную эстетическую привлекательность для рекреантов. Связано это в первую очередь с декоративными свойствами деревьев. Ощутимый вклад в изучение декоративности древесных пород в условиях городской среды внесли отечественные [Залывская, Бабиц, 2012] и зарубежные ученые [Li et al., 2019]. Они разработали методику оценки декоративности насаждений для северной полосы России. Оценка зеленых насаждений ведется комплексно, т. е. по 9 критериям: архитектура кроны, длительность и степень цветения, окраска и величина цветков, привлекательность внешнего вида плодов, длительность удержания плодов на ветвях, аромат цветков и плодов, цветовая гамма осенней окраски листьев, поврежденность растений,



зимостойкость видов [Нешатаева, Ковязин, 2013]. Параллельно с выделенной выше существуют и другие классификации древесных пород по зрительному восприятию. В средней полосе России наиболее привлекательными породами являются часть хвойных (лиственница, сосна) и широколиственные высокоценные породы (липа, дуб, вяз, клен). Среднюю привлекательность имеют плодовые деревья и береза. Остальные деревья относятся к группе с низкой зрительной привлекательностью пород. Классификации различных авторов объединены в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Зрительное восприятие породного состава деревьев
 Visual perception of the species composition of trees

Балл	Преобладающая порода
1	Осина, ива, ольха серая, ольха черная
2	Ель, береза, плодовые декоративные, тополь
3	Сосна, липа, дуб, вяз, клен

Оценка разнообразия видов растений в подлеске. Много исследователей утверждают, что наличие и богатство видового состава подлеска делает лесной пейзаж более привлекательным и разнообразным [Subiza-Pérez et al., 2019]. Всевозможная цветовая гамма и формы листвы растений подлеска добавляют эстетическую привлекательность участку ландшафта.

Однако, существует и противоположная точка зрения: увеличение количества видов в подлеске снижает привлекательность залесенной территории [Нешатаева, Ковязин, 2013]. Видимо, высокая обратная корреляционная связь между количеством видов в подлеске и привлекательностью древостоя связана с уменьшением дальности обзора территории при увеличении количества деревьев и кустарников нижних ярусов. Максимальной привлекательностью для рекреантов выделяются залесенные территории без подлеска. Если на участке две и более породы в подлеске, территория относится к наименее привлекательным (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

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

Балл	Количество пород подлеска
1	Более 2 видов в составе подлеска
2	1–2 вида в составе подлеска
3	Отсутствуют

Наличие засохших деревьев и бытовых отходов. Данный параметр эстетической привлекательности формируется по природным и антропогенным причинам. Наличие сухостойных деревьев, засохших веток, бытового и иного мусора крайне негативно сказывается на восприятии лесных пейзажей, снижая эстетическую ценность. Помимо снижения эстетической привлекательности участков наличие подобных объектов может привести к снижению санитарно-гигиенических условий территории, ухудшению проходимости. Многие классификации эстетической ценности относят захламленность и сухостой в насаждении к негативным показателям, при увеличении количества сухостоя и захламленности на участке ухудшается эстетическое качество древостоя [Wang et al., 2019; Юшкевич, 2021]. В данной работе предлагается использовать градацию Д. Ирадяна по оценке наличия захламленности и сухостоя (табл. 4).

Таблица 4
Table 4Балльная оценка захламлиенности лесов
Score assessment of forest clutter

Балл	Захламленность и сухостой
1	Высокая
2	Средняя
3	Отсутствует или незначительна

Степень увлажнения почвы. Увеличение степени влажности приводит к снижению пешей проходимости территории. Также чрезмерная увлажненность почвенного покрова способствует появлению назойливых комаров и иных насекомых в летний период. Напротив, почвы средней и низкой увлажненности благоприятны для пеших прогулок [Котлякова, 2019] (табл. 5).

Таблица 5
Table 5Балльная оценка влияния увлажненности почв на эстетическое восприятие
Score assessment of the effect of soil moisture on aesthetic perception

Балл	Влажность почв
1	Ультрагигрофильные (болота) A5-D5, Ксерофильные (очень сухие) A0-D0
2	Мезогигрофильные (влажные) A3-D3, Мезофильные (свежие) A2-D2
3	Мезогигрофильные (влажные) A3-D3, Гигрофильные (сырые) A4-D4

Роль выделенных выше пяти факторов на эстетическое восприятие не равнозначна для населения [Jahani, Saffariha, 2020]. Поэтому было решено провести бумажное и дистанционное анкетирование при помощи Google Форм с целью определения степени важности выделенных выше факторов при эстетической оценке лесов. Участникам нужно было оценить по 5-ти балльной шкале, на какой из предложенных параметров они обратили внимание, где «5» – обращаю особое внимание, «3» – нейтральная позиция, а «1» – не обращаю внимание вообще. Алгоритм реализации метода априорного ранжирования представлен следующими задачами:

- 1) индивидуальные оценки экспертов сводятся в таблицу априорного ранжирования;
- 2) вычисляется сумма баллов;
- 3) по сумме баллов каждого фактора производится ранжирование. Максимальной сумме рангов соответствует наиболее важный фактор, получающий первое место $M = 1$, далее факторы располагаются по мере убывания суммы рангов;
- 4) удельный вес каждого фактора определяется по следующей формуле:

$$q_k = \frac{2(k - M + 1)}{k(k + 1)}$$

где M – место фактора по результатам ранжирования, k – число сравниваемых факторов.

Результаты и их обсуждение

Начальный этап исследования предполагал проведение анкетирования с целью ранжирования факторов, влияющих на эстетическое восприятие. Было опрошено 64 человека из разных социальных групп. Согласно результатам социологического опроса, наибольшее влияние на оценку эстетической ценности лесов оказывает захламлиенность лесного участка – 0,33 (вес фактора). На втором месте – ценность преобладающих древесных пород – 0,27, далее идет фактор обзримости лесного участка – 0,20. Разнообразию



видов растений в подлеске – 0,13. Наименее важным фактором оказалась степень увлажненности почвы с удельным весом 0,07 (табл. 5).

Таблица 5
 Table 5

Результаты социологического опроса при оценке влияния факторов
 на общую эстетическую оценку
 The results of a sociological survey in assessing the influence
 of factors on the overall aesthetic assessment

Баллы	Число голосов за рейтинг					Кол-во опрошенных, чел.	Сумма баллов	Место фактора М	Удельный вес фактора qk
	1	2	3	4	5				
Просматриваемость	5	5	23	15	16	64	234	3	0,20
Эстетичность древесной породы	5	7	8	28	16	64	245	2	0,27
Разнообразие растений	5	14	18	19	8	64	199	4	0,13
Увлажненность	7	17	15	18	7	64	185	5	0,07
Захламленность	5	6	8	12	33	64	254	1	0,33
									1,00

Таким образом, сводный расчет эстетической оценки лесов (К) осуществлялся по следующей формуле:

$$K = 0,20 \times x_1 + 0,27 \times x_2 + 0,13 \times x_3 + 0,33 \times x_4 + 0,07 \times x_5$$

где x_1 – просматриваемость лесного участка, балл; x_2 – эстетическая ценность преобладающей породы, балл; x_3 – разнообразие видов растений в подлеске, балл; x_4 – захламленность лесного участка и сухостой, балл; x_5 – степень увлажнения почвы лесного участка, балл.

Полевой этап исследования включает анализ пространственного распределения показателей, влияющих на эстетическое восприятие ландшафтов парков «Роцца Гузовского» и «Лакреевский лес» г. Чебоксары. Первым проанализированным фактором является степень просматриваемости леса. Парк «Роцца Гузовского» отличается хорошей просматриваемостью – 70 % территории. 20 % имеют среднюю просматриваемость, а 10 % исследуемой территории – плохую.

Ситуация в парке «Лакреевский лес» отличается. Анализ составленного картографического материала выявил, что 40 % территории хорошо просматривается, 46 % имеют среднюю просматриваемость, а 14 % – плохую. Далее был проанализирован показатель эстетической ценности преобладающей породы. Для территории лесопарка «Роцца Гузовского» выявлено, что преобладающими породами являются дуб черешчатый (лат. *Quercus robur*) и сосна обыкновенная (лат. *Pinus sylvestris*), которые относятся к 1 классу ценных лесных насаждений. В юго-восточной части произрастает ель европейская (лат. *Picea abies*), которая относится ко второй категории эстетичности древесной породы.

При создании картосхемы для парка «Лакреевский лес» было выявлено, что для 78 % территории характерны породы 1 класса ценности лесных насаждений по преобладающей породе: это липа мелколистная (лат. *Tilia cordata*), дуб черешчатый (лат. *Quercus robur*) и вяз гладкий (лат. *Ulmus laevis*). Насаждения 2 и 3 класса занимают 5 % и 17 % территории соответственно. Из 2 категории в парке произрастают береза повислая (лат. *Betula pendula*) и яблоня лесная (лат. *Malus sylvestris*).

Менее значимым, но важным фактором эстетического восприятия лесопокрытых территорий является разнообразие видов растений в подлеске. Анализ древесных насаждений по количеству пород в подлеске для лесопарка «Роща Гузовского» показал, что на 81 % территории преобладают 1–2 вида, 8 % имеют более 2 видов, а на 11 % исследуемой территории он отсутствует. Для 48 % территории парка «Лакреевский лес» характерны 1–2 вида в подлеске. 18 % имеют более 2 видов, а 34 % исследуемой территории подлесок отсутствует. При этом в подлеске как лесопарка «Роща Гузовского», так и в ЦПКиО «Лакреевский лес» сильно развита поросль лещины обыкновенной (лат. *Corylus avellana*), которая и формирует второй класс изучаемого параметра. На участках, относящихся к 3 классу, где более двух видов растений в составе подлеска, встречаются бересклет бородавчатый (лат. *Euonymus verrucosus*) и крушина ломкая (лат. *Frangula alnus*).

Далее была проанализирована захламленность лесопарковых зон. Выбранные в качестве ключевых объектов парка «Лакреевский лес» и «Роща Гузовского» выделяются благоустроенностью и низкой захламленностью территории. Лишь 16 % территории парка «Роща Гузовского» характеризуется высокой захламленностью, 18 % – средней, а на 66 % исследуемой территории она отсутствует или незначительна. Анализ захламленности парка «Лакреевский лес» показал, что на 21 % территории преобладает высокая захламленность, на 15 % – средняя, а 64 % исследуемой территории таковая отсутствует или незначительна.

При движении по тропам рекреанты обращают внимание на поверхность почвы, что обусловлено чувством безопасности. При этом пешеход свой взгляд акцентирует на привлекательности живого напочвенного покрова и гармоничности его оттенков. Так в дубравах на влажных почвах произрастают медуница лекарственная (лат. *Pulmonaria officinalis*), сныть обыкновенная (лат. *Aegopodium podagraria*) и орляк обыкновенный (лат. *Pteridium aquilinum*). По мнению И.А. Маркевича перечисленная травяная растительность более привлекательна для рекреантов, чем живой напочвенный покров других классов исследуемого параметра. Проанализировав собранный полевой материал по оценке увлажненности почв лесопарка «Роща Гузовского» и парка «Лакреевский лес», можно сказать, что в 88 % и 83 % территории соответственно имеют 1 класс ценности. Остальные территории относятся ко 2 классу.

Собранный фактический материал по эстетическому восприятию парков «Лакреевский лес» и «Роща Гузовского» позволил составить тематические карты, на которых были выделены группы участков по степени привлекательности (рис. 2, рис. 3).

Процентное соотношение участков разной эстетической ценности исследуемых объектов приведены в табл. 6.

Таблица 6
Table 6Распределение участков парковых зон по эстетической ценности
Distribution of park areas by aesthetic value

Класс эстетической оценки	Характеристика эстетичности	Доля от общей площади «Роща Гузовского», %	Доля от общей площади ЦПКиО «Лакреевский лес», %
1	Высокая эстетическая ценность	88	39
2	Средняя эстетическая ценность	9	47
3	Низкая эстетическая ценность	3	14
Средневзвешенный класс		2,63	2,21

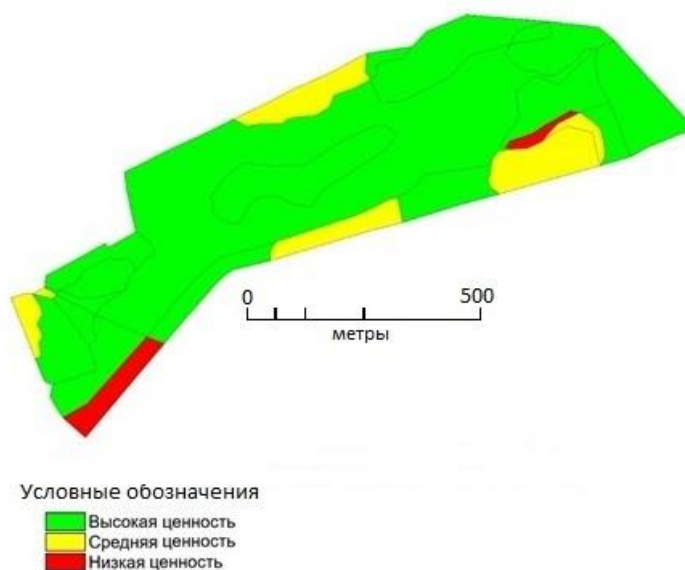


Рис. 2. Оценка эстетической ценности лесопарка «Роща Гузовского»
Fig. 2. Assessing the aesthetic value of the park "Rosha Guzovskogo"

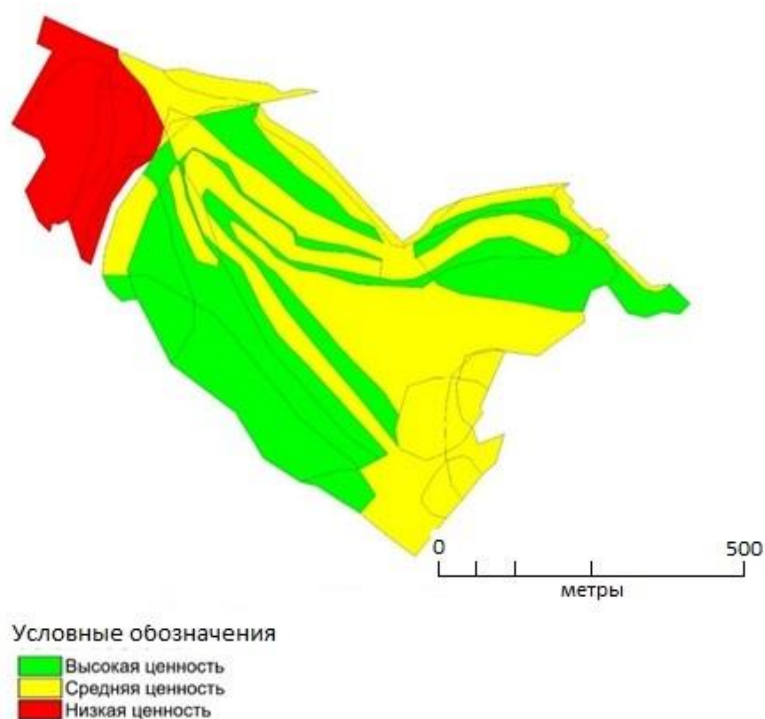


Рис. 3. Эстетическая ценность парка «Лакреевский лес»
Fig. 3. Aesthetic value of the Lakreevsky les Park

Заключение

Комплексный анализ показателей ландшафтно-эстетического состояния лесных ландшафтов лесопарковых и парковых зон позволил выделить 3 группы участков по степени привлекательности рекреантов (методом диапазонов с равным разбросом значений):

– эстетически непривлекательные участки (с суммой баллов менее 1,9). Низкая эстетическая ценность территорий обусловлена: высокой захламенностью, подлесок обра-

зует закрытое пространство, просматриваемость низкая, проходимость – затрудненная, переувлажненные почвы и эстетически малоценные древесные породы;

– участки средней привлекательности (1,9–2,6 баллов). Территории лесопарков с средней эстетической ценностью характеризуются средней просматриваемостью, пониженной проходимостью, подлеском с 1–2 видами в составе, средней захламленностью. Для парка «Лакреевский лес» этому классу еще соответствуют древесные породы средней декоративной ценности;

– участки высокой эстетической привлекательности (более 2,6 баллов). Для территорий с высокой эстетической ценностью характерны слабая захламленность, один вид или полное отсутствие растений в подлеске, ценные декоративные древесные породы и высокая обзорность с хорошо проходимыми участками.

Созданные картосхемы позволяют разработать реставрационные мероприятия для улучшения деградированных и нарушенных участков. Также они могут быть применены в рекреационной деятельности в парковых зонах для контроля антропогенной нагрузки.

Для улучшения привлекательности участков с малоценной эстетичностью рекомендуются следующие меры:

- проходные рубки с прореживанием и прочисткой;
- обрезка сучьев и веток;
- уборка захламленности и сухостоя;
- рыхление и подсыпка почвы, мульчирование торфом или другими веществами;
- уход напочвенного покрова;
- регулярная уборка бытовых и иных отходов.

Список источников

- Аткина Л.И., Жукова М.В. 2017. Эстетика ландшафтов. Екатеринбург, Уральский государственный лесотехнический университет, 75 с.
- Залесов С.В. 2020. Лесоводство. Екатеринбург, УГЛТУ, 295 с.
- Рощина Н.В. 2019. Биоэкологические и декоративные свойства деревьев и кустарников. Екатеринбург, УГЛТУ, 57 с.
- Фомина Н.В. 2020. Основы лесопаркового хозяйства. Красноярск, Красноярский государственный аграрный университет, 256 с.
- Юшкевич М.В. Рекреационное лесоводство. Минск, БГТУ, 258 с.

Список литературы

- Залывская О.С., Бабич Н.А. 2012. Шкала комплексной оценки декоративности деревьев и кустарников в городских условиях на Севере. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 1: 96–104.
- 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.
- Котлярова О.В., Мигранова А.Г. 2019. Оценка эстетических свойств ландшафтов национального парка «Таганай» в рекреационных целях. В кн.: Колпинские чтения по краеведению и туризму. Материалы межрегиональной с международным участием научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 26 марта 2019. Санкт-Петербург, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена: 76–86.
- Нешатаева Е.В., Ковязин В.Ф. 2013. Лесоводственные характеристики городских лесов Санкт-Петербурга. Астраханский вестник экологического образования, 4(26): 131–138.
- Jahani A., Saffariha M. 2020. Aesthetic Preference and Mental Restoration Prediction in Urban Parks: An Application of Environmental Modeling Approach. Urban Forestry & Urban Greening, 54: 126775. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126775



- Das A., Das M., Rajjak A., Pereira P. 2023. Landscape's Capacity to Supply Ecosystem Service: Mapping and Assessment for Kulik Forest (Raiganj Bird Sanctuary), India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 30: 100929. DOI: 10.1016/j.rsase.2023.100929
- Kovács B., Uchiyama Y., Miyake Y., Mar J., Quevedo D., Kohsaka R. 2022. Capturing Landscape Values in Peri-Urban Satoyama forests: Diversity of Visitors' Perceptions and Implications for Future Value Assessments. *Trees, Forests and People*, 10: 100339. DOI: 10.1016/j.tfp.2022.100339
- Ilyin V.N., Nikonorova I.V., Mulendeeva A.V., Ilyina A.A. 2022. Planning of the Ecological Framework for the Preservation of the Natural Landscapes of the Chuvash Republic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1010: 012113. DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012113
- Deng L., Luo H., Ma J., Huang Zh., Sun L.-X., Jiang M.-Y., Zhu Ch.-Y., Li X. 2020. Effects of Integration Between Visual Stimuli and Auditory Stimuli on Restorative Potential and Aesthetic Preference in Urban Green Spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 53: 126702. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126702
- Kalinauskas M., Mikša K., Inácio M., Gomes E., Pereira P. 2021. Mapping and Assessment of Landscape Aesthetic Quality in Lithuania. *Journal of Environmental Management*, 286: 112239. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112239
- Subiza-Pérez M., Hauru K., Korpela K., Haapala A., Lehvävirta S. 2019. Perceived Environmental Aesthetic Qualities Scale (PEAQS) – A Self-Report Tool for the Evaluation of Green-Blue Spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 43: 126383. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126383
- Wang R., Zhao J., Meitner M.J., Hu Y., Xu X. 2019. Characteristics of Urban Green Spaces in Relation to Aesthetic Preference and Stress Recovery. *Urban Forestry & Urban Greening*, 41: 6–13. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.03.005
- Schirpke U., Zoderer B.M., Tappeiner U., Tasser E. 2021. Effects of Past Landscape Changes on Aesthetic Landscape Values in the European Alps. *Landscape and Urban Planning*, 212: 104109. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2021.104109
- Li X.-P., Fan S.-X., Kühn N., Dong L., Hao P.-Y. 2019. Residents' Ecological and Aesthetical Perceptions Toward Spontaneous Vegetation in Urban Parks in China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44: 126397. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126397
- 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

- Zalyvskaja O.S., Babich N.A. 2012. Scale of Complex Assessment of Trees and Shrub Decorativeness in Northern Cities. *Vestnik of Volga State University of Technology Series «Forest. Ecology. Nature Management*, 1: 96–104 (in Russian).
- 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
- Kotljárova O.V., Migranova A.G. 2019. Otsenka esteticheskikh svoystv landshaftov natsionalnogo parka «Taganay» v rekreatsionnykh tselyakh [Evaluation of the Aesthetic Properties of the Landscapes of the Taganay National Park for Recreational Purposes]. In: *Kolpinskiye chteniya po krayevedeniyu i turizmu [Kolpino Readings on Local History and Tourism]*. Materials of the interregional scientific-practical conference with international participation, St. Petersburg, 26 March 2019. St. Petersburg, Publ. Russian State Pedagogical University A.I. Herzen: 76–86.
- Neshataeva E.V., Kovyazin V.F. 2013. Silvicultural Characteristics of Saint-Petersburg's Urban Forests. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*, 4(26): 131–138 (in Russian).
- Jahani A., Saffariha M. 2020. Aesthetic Preference and Mental Restoration Prediction in Urban Parks: An Application of Environmental Modeling Approach. *Urban Forestry & Urban Greening*, 54: 126775. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126775
- Das A., Das M., Rajjak A., Pereira P. 2023. Landscape's Capacity to Supply Ecosystem Service: Mapping and Assessment for Kulik Forest (Raiganj Bird Sanctuary), India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 30: 100929. DOI: 10.1016/j.rsase.2023.100929
- Kovács B., Uchiyama Y., Miyake Y., Mar J., Quevedo D., Kohsaka R. 2022. Capturing Landscape Values in Peri-Urban Satoyama forests: Diversity of Visitors' Perceptions and Implications for Future Value Assessments. *Trees, Forests and People*, 10: 100339. DOI: 10.1016/j.tfp.2022.100339

- Ilyin V.N., Nikonorova I.V., Mulendeeva A.V., Ilyina A.A. 2022. Planning of the Ecological Framework for the Preservation of the Natural Landscapes of the Chuvash Republic. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1010: 012113. DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012113
- Deng L., Luo H., Ma J., Huang Zh., Sun L.-X., Jiang M.-Y., Zhu Ch.-Y., Li X. 2020. Effects of Integration Between Visual Stimuli and Auditory Stimuli on Restorative Potential and Aesthetic Preference in Urban Green Spaces. Urban Forestry & Urban Greening, 53: 126702. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126702
- Kalinauskas M., Mikša K., Inácio M., Gomes E., Pereira P. 2021. Mapping and Assessment of Landscape Aesthetic Quality in Lithuania. Journal of Environmental Management, 286: 112239. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112239
- Subiza-Pérez M., Hauru K., Korpela K., Haapala A., Lehvävirta S. 2019. Perceived Environmental Aesthetic Qualities Scale (PEAQS) – A Self-Report Tool for the Evaluation of Green-Blue Spaces. Urban Forestry & Urban Greening, 43: 126383. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126383
- Wang R., Zhao J., Meitner M.J., Hu Y., Xu X. 2019. Characteristics of Urban Green Spaces in Relation to Aesthetic Preference and Stress Recovery. Urban Forestry & Urban Greening, 41: 6–13. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.03.005
- Schirpke U., Zoderer B.M., Tappeiner U., Tasser E. 2021. Effects of Past Landscape Changes on Aesthetic Landscape Values in the European Alps. Landscape and Urban Planning, 212: 104109. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2021.104109
- Li X.-P., Fan S.-X., Kühn N., Dong L., Hao P.-Y. 2019. Residents' Ecological and Aesthetical Perceptions Toward Spontaneous Vegetation in Urban Parks in China. Urban Forestry & Urban Greening, 44: 126397. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126397
- 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

*Поступила в редакцию 11.04.2023;
поступила после рецензирования 19.07.2023;
принята к публикации 11.08.2023*

*Received April 11, 2023;
Revised July 19, 2023;
Accepted August 11, 2023*

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

Гаврилов Владислав Арсеньевич, магистрант, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

Ильин Владимир Николаевич, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и геоморфологии, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladislav A. Gavrilov, Master's Student of the Chuvash State University Named After I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia

Vladimir N. Ilyin, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Geomorphology of the Chuvash State University Named After I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia



УДК 913.1/913.8
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-354-367

Историко-географические аспекты развития системы расселения вдоль среднего течения р. Десны в XVIII–XXI веках

Лобанов Г.В., Жохов М.В.

Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского,
Россия, 241036, Брянск, ул. Бежицкая, 14
E-mail: lobanov_grigorii@mail.ru, mihail.zhohv@yandex.ru

Аннотация. Статья представляет обзор факторов, определявших степень выгодности приречного положения в бассейне р. Десны в разные исторические эпохи. Подробно рассмотрены особенности хозяйственного освоения приречных территорий в XVIII–XXI веках, в ранние периоды – обзорно. Используются разнообразные источники информации – географические описания, статистические материалы разных ведомств, материалы наблюдений за водностью реки, на их основании выделены этапы развития системы расселения вдоль р. Десны. Показано значение природных факторов, в частности – колебаний водности в изменении значимости приречного положения и социально-экономических факторов – изменений конфигурации и структуры транспортной системы. Выделены типы динамики численности жителей населённых пунктов Среднего Подесенья, представленные на авторской карте. Обосновано соотношение региональных и локальных факторов развития системы расселения.

Ключевые слова: историческая география, бассейн Средней Десны, многолетний режим стока, природные факторы расселения, водный транспорт, динамика численности населения

Для цитирования: Лобанов Г.В., Жохов М.В. 2023. Историко-географические аспекты развития системы расселения вдоль среднего течения р. Десны в XVIII–XXI веках. Региональные геосистемы, 47(3): 354–367. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-354-367

Historical and Geographical Aspects of the Development of the Settlement System Along the Middle Course of the Desna River in the XVIII–XXI Century

Grigory V. Lobanov, Mikhail V. Zhokhov

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education
Bryansk State Academician I.G. Petrovskii University
14 Bezhitskaya St, Bryansk 241036, Russia
E-mail: lobanov_grigorii@mail.ru, mihail.zhohv@yandex.ru

Abstract. The article presents an overview of the factors determining the profitability of settlement along the main river of the region – the Desna in different historical epochs. Currently, the Desna River is a transboundary water body, the upper reaches of which are located in the forest zone, the lower course in the southern forest–steppe. Historically, the river was an important way of moving goods and cargo between the economic centers of forest and forest-steppe regions, and settlements along the river used the benefits of geographical location. At the same time, it is shown that the value of the position near the river changes with time. According to various sources of information: geographical descriptions, statistical materials, observations of the water content of the river, the stages of development of the settlement system along the Desna river are highlighted. The natural and socio-economic factors in the change in the significance of the riverine position are determined. In particular, the influence of fluctuations in water availability and the development of the transport system on the change in the importance of the river as a transport route is considered in detail. The types of dynamics of the number of inhabitants of settlements

of the middle Podesenya, presented on the author's map, are highlighted. The correlation of regional and local factors of the settlement system development is substantiated.

Keywords: historical geography, catchment of middle Desna, long-term flow regime, natural factors of settlement, water transport, population dynamics

For citation: Lobanov G.V., Zhokhov M.V. 2023. Historical and Geographical Aspects of the Development of the Settlement System Along the Middle Course of the Desna River in the XVIII–XXI Century. *Regional Geosystems*, 47(3): 354–367. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-354-367

Введение

Крупные реки долгое время выступали одним из важнейших организующих факторов расселения местных жителей и ведения хозяйства в Центральной России. Желание человека поселиться и вести хозяйство возле рек прослеживается (и подтверждается) в разные исторические эпохи, хотя конкретные причины формирования поселений вдоль рек меняются с течением времени. В одних случаях главной причиной выступает потребность в воде для хозяйства, в других – использование рыболовных и охотничьих (приречных) угодий; в-третьих – выгодное географическое положение (в том числе транспортное), в иных – действует комплекс причин. Более того, выгоды расположения могут усиливаться целенаправленным преобразованием ландшафтов – формированием русла, устройством переправ, переходов, мелиорацией пойм. Вместе с тем расположение поселений вдоль реки не остаётся выгодным неограниченно долго. Хозяйственная ценность приречного положения может закономерно снижаться либо вследствие непосредственной утраты части ресурсов (обмеление реки, падение продуктивности ландшафтов, связанных с рекой), либо косвенно, из-за влияния иных экономических факторов. Характерный пример – смещение хозяйственной жизни от рек бассейна Десны в последние десятилетия, который проявляется в снижении активности использования ресурсов реки и ландшафтов долин и сокращении людности населённых пунктов. Похожее смещение хозяйства от рек происходит и в других речных бассейнах независимо от географического положения (бассейны рр. Лены, Северной Двины). Причём природные и социально-экономические факторы в каждом случае действуют совместно, но степень и механизмы их влияния на систему расселения отличаются.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выступает состояние и факторы динамики системы расселения вдоль среднего течения р. Десны в конце XIX – начале XXI века; предметом – причины изменения значимости и людности поселений, расположенных вдоль среднего и верхнего течения р. Десны в границах Брянской области. Для изучения выбраны городские и сельские поселения, существовавшие и существующие на берегах Средней Десны в XIX–XXI веках (86 населённых пунктов). Для данного периода есть подробные систематические сведения о численности жителей, позволяющие проследить динамику этой численности с шагом в несколько десятилетий (по материалам переписей). Все поселения расположены в краевых частях водоразделов и первой и второй надпойменных террас на расстоянии от русла р. Десны (по горизонтальному проложению) от нескольких десятков метров до первых километров. Связь поселений с рекой подтверждается расположением в краевых частях высоких мест, хотя иные географические особенности ближайшего окружения могут весьма различаться – характер рельефа, геологического строения, строение гидрографической сети.



Исходный материал исследования составляют статистические, отчётные и аналитические сведения о численности населения, состоянии хозяйства (транспорта, сельского, лесного) в XIX–XXI веках, данные гидрологических наблюдений; разновременные картографические материалы; физико-географические описания местности.

Основная часть. Физико-географические основы системы расселения в Верхнем и Среднем Подесенье образуют особенности геолого-геоморфологического строения долины и режима реки. Долина в среднем и большей части верхнего течения очень широкая, асимметричная. Расстояние между бровками изменяется от километров до десятков километров, в том числе от сотен метров до нескольких километров приходится на днище (пойму). Правый склон долины, обычно средней крутизны, возвышается над поймой на 20–40 м, затем переходит в наклонную краевую часть водораздельной поверхности. Правобережная пойма обычно неширокая (первые сотни метров), местами встречаются сегменты со стрелой прогиба до 1 км. Поселения правобережья занимают краевые части водоразделов, обычно при впадении небольших притоков (ручьи, малых рек). Естественные ландшафты правобережья – елово-широколиственные леса на серых лесных и дерново-подзолистых почвах. До настоящего времени леса сохранились маленькими фрагментами на неудобьях, плодородные угодья распаханы. Левый склон долины – очень пологий или пологий, террасированный. Террасы чаще всего образуют лестницу поверхностей, слабо наклонённых к пойме (от 2 до 4-х). Террасированный склон обычно отделяется от русла обширными массивами поймы. В некоторых случаях русло устойчиво следует вдоль левого берега, размывает его, а террасы образуют крутые уступы. Ландшафты террас представлены борами и смешанными лесами (часто сырыми) на малоплодородных дерново-подзолистых почвах. Вследствие небольшой ценности для сельского хозяйства, крупные лесные массивы на террасах сохранились до настоящего времени. Днище долины реки малоприспособно для заселения. Обширные пространства центральной и тыловой поймы затапливаются в годы нормальной водности; в многоводные годы затапливаются гривы, изолированные фрагменты террас. Хозяйственная ценность поймы – в ресурсах охоты, рыболовства, заливных лугов.

Современная система расселения в бассейне Средней Десны сохраняет устойчивость в течение нескольких исторических эпох. Расположение многих поселений оказывается столь удачным, что люди возвращаются к ним даже после длительных периодов запустения, вызванных социально экономическими причинами (войнами, миграциями). В формировании системы поселений можно выделить 5 этапов, особенности которых описаны ниже.

Первый этап формирования системы расселения – начало освоения. Первые известные поселения (стоянки) Среднего Подесенья относятся к среднему палеолиту. Современные датировки определяют абсолютный возраст стоянок в 40–50 тыс. лет [Вишняцкий и др., 2015]. Судя по расположению редких поселений, наиболее пригодными для освоения считались отдельные возвышенные участки правого берега реки. Количество известных поселений верхнего палеолита весьма невелико [Кашкин, 1993]. Хозяйство стоянок опиралось, прежде всего, на охотничьи ресурсы [Гаврилов, 2008]. В мезолите и неолите (голоцен), наряду с высоким правобережьем, осваиваются 1-я и 2-я валдайские террасы и поймы (10–15 тыс. лет назад). Предполагается, что основой хозяйства таких поселений, наряду с охотой, становится рыболовство.

Второй этап системы расселения (от середины I тысячелетия н.э.) связан с распространением аграрного хозяйства. Вдоль Десны и притоков формируются многочисленные поселения, существование которых подтверждается археологическими находками (археологическая карта России), а с XVII–XVIII веков – историческими свидетельствами. Особенности расселения вдоль Десны на этом этапе определяются ресурсами

окружающих ландшафтов. Земледельческие поселения развиваются преимущественно в краевых частях опольских ландшафтов или возвышенных приречных участках ландшафтов других типов (предполесских, предопольских). Время первого упоминания о современных сельских поселениях на правобережье Десны относится к первой половине XVII века, хотя, по археологическим свидетельствам, люди селились здесь и ранее. Хозяйство опиралось на ресурсы местностей разных типов: плодородные земли в приречных частях водораздельных равнин, пойменные угодья с пастбищами, сенокосами и озёрами, леса на склонах долины и, собственно, река. Для строительства мельниц Десна в среднем течении не использовалась вследствие небольшого уклона продольного профиля и значительной ширины. Мельницы устраивались, в том числе по несколько штук, на сравнительно небольших притоках со значительным уклоном продольного профиля. Левобережье Десны использовалось в хозяйстве значительно менее активно. Широкая левобережная пойма местами использовалась под сенокосы жителями редких поселений на борových террасах. Ландшафты борových террас редко использовались для сельского хозяйства вследствие невысокого естественного плодородия почв и удалённости от основной сети расселения. На ранних известных картографических материалах отмечены редкие очаги освоения борových террас, связанные с промыслами (винокурные заводы, гуты, буды), и сенокосы. В этот период времени речная система Десны начинает использоваться для транспортного сообщения между хозяйственными центрами лесной и лесостепной зоны.

Третий этап формирования системы расселения соответствует началу промышленного освоения Верхнего и Среднего Подесенья (конец XVIII века – начало XX века). Особенности этапа выражены в трёх направлениях: образовании новых поселений с промышленной специализацией у источников сырья; опережающем развитии существующих пунктов, которые стали промышленными или транспортными центрами; активном развитии водного транспорта. На последнем направлении остановимся подробнее. Значение Десны (и других рек области исследования) для хозяйства подчёркивалось в изданиях XIX века следующим образом «Не будь их (Оки, Десны, Сосны) не развились бы здесь ни торговли, ни промышленности в таких размерах, каких они достигли в настоящее время» [Памятная книжка ..., 1864].

В XIX веке среднее течение Десны и её значительные притоки в этой части бассейна использовались для вывоза ресурсов и промышленной продукции, в меньшей степени для движения пассажиров. Соответственно, реки обеспечивали два транспортных потока. Первый поток (вывоз ресурсов) представлен древесным сырьём, которое заготавливалось в богатых лесами приречных районах. По притокам и самой Десне древесина отправлялась местным потребителям (заводам, стройкам) и в малолесные районы Среднего Поднепровья (в основном до Киева), где распределялась. В бассейне Средней Десны древесина потреблялась как конструкционный материал и сырьё для стекольного и металлургического производства. Древесина перевозилась двумя способами: на плоскодонных судах (барках, берлинках) и плотах. Перевозка на барках на большие расстояния была в один конец – корпус разбирали на дрова и продавали [Материалы для истории ..., 1877]. Второй поток (вывоз продукции) следовал от заводов Мальцовского «заводского округа» – территориально-производственного комплекса, сложившегося в бассейне р. Болвы во второй половине XIX века. Комплекс составляли предприятия разных отраслей хозяйства (металлургические, машиностроительные, стекольные), работающие на местном сырье. Промышленные предприятия в бассейне р. Болвы возникли значительно раньше – в 60–80-е годы XVIII века, но с 50-х годов XIX века их работу объединяет система управления, созданная С.И. Мальцовым. Целостность хозяйства заводского округа, наряду с общим управлением, обеспечивали транспортные системы – узкоколейная железная дорога и водный путь по Болве и её притокам в Десну (шлюзы, расчищенные участки русла). Товары (изделия из чугуна, стали, паровые машины) перевозились пароходами до днепровских порогов. Пароходы собирались на Людиновском и Радицком заводах. Первый находился на малой

реке Ломпади – притоке Болвы в среднем течении; второй – у впадения малой реки Радицы в р. Десну на северной окраине г. Брянска [Географическо-статистический словарь ..., 1865; Кизимова, Крашенинников, 1995].

Первые сведения о движении товаров по рекам бассейна Верхней и Средней Десны (количество судов, плотов, масса грузов) относятся к 50-м годам XIX века и самым крупным пристаням (Брянск, Трубчевск). В конце XIX – начале XX века учёт движения товаров расширяется. В 1880 году сведения о количестве грузов относятся к 26 пристаням в бассейне Верхней и Средней Десны (до г. Чернигова); в 1911 – уже к 137, в том числе на реках Десна, Сейм, Болва, Судость, Снов, Навля, Нерусса, Ветьма, Ревна и некоторых других. Движение товаров осуществлялось в абсолютном большинстве случаев по течению. Грузооборот крупнейших главных хозяйственных центров Среднего и Верхнего Подесенья – Брянска и Трубчевска на рубеже XIX–XX веков составлял десятки тыс. тонн, максимально – в первом десятилетии XX века (рис. 1). Основную долю грузов составляло древесное сырьё [Общие основания... Трубчевского уезда, 1909; Общие основания... Брянского уезда, 1909].

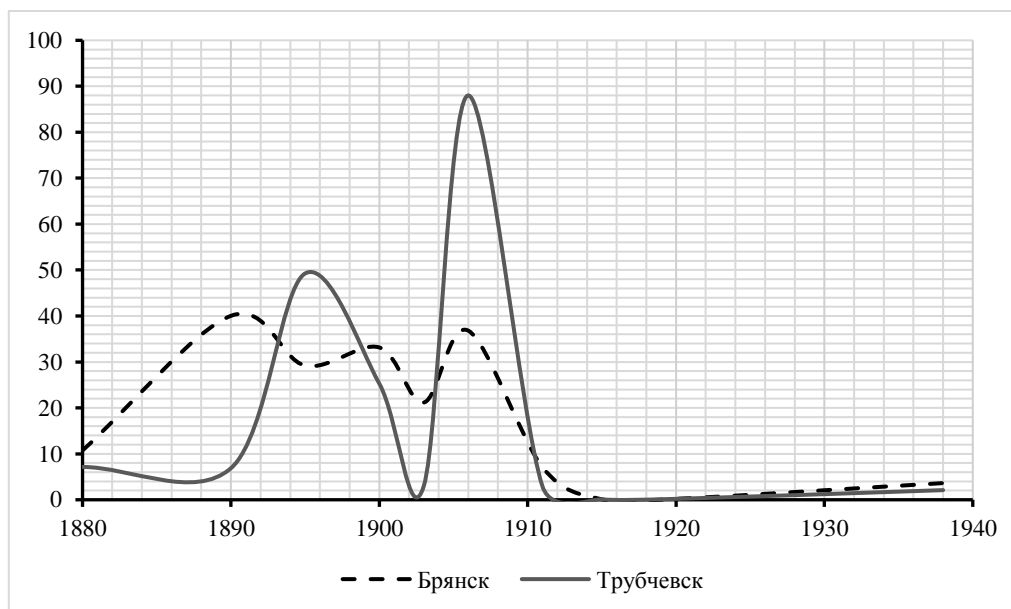


Рис. 1. Перевозка грузов по Десне вниз по течению во второй половине XIX – первой половине XX века (тыс. тонн/год) через пристани Брянск и Трубчевск.

Составлено по [Статистический сборник..., 1883, 1892, 1897, 1905, 1908, 1913]
 Fig. 1. Cargo transportation along the Desna downstream in the second half of the XIX – first half of the XX century (thousand tons / year) through the piers Bryansk and Trubchevsk.
 Compiled by [Статистический сборник..., 1883, 1892, 1897, 1905, 1908, 1913]

Обращает на себя внимание большая устойчивость грузопотока через Брянск. Здесь поток, наряду с древесным сырьём, образует продукция Мальцовских заводов, значительная часть которой распределялась внутри региона. Условия судоходства в эти годы в литературе оцениваются неоднозначно. Многие источники указывают на сложность движения вследствие следующих факторов: сильных перепадов уровня воды по сезонам, переформирования русла (движения наносов и отступания берегов), засоренности русла карчами (упавшими деревьями). Отмечалась сложность навигации и целесообразность её проведения в период половодья. Некоторые источники, впрочем, не выделяют затруднения движения, а в период навигации включают летнюю межень вплоть до ледостава. Разнообразие представлений об условиях навигации связано с многолетней изменчивостью гидрологических характеристик рек Подесенья. В работах (Н.И. Максимовича, Е.В. Оппокова), монографии Ресурсы поверхностных вод СССР, иных

справочных и аналитических материалах сообщается о значительной изменчивости годового, межennaleго и половодного стока вследствие динамики водного баланса [Максимович ..., 1901; Опопов, 1904; 1914; Природа Орловского края, 1925; Ресурсы поверхностных вод, 1971]. Пример – колебания стока на р. Десне у г/п Брянск (см. рис. 1). В многоводные годы судоходство не ограничивалось природными условиями; в маловодные годы – было весьма затруднительным. Кроме того, гидрологический режим рек региона отличался не строгой, но заметной периодичностью, так что как маловодные, так и многоводные периоды могли продолжаться несколько лет. Для снижения влияния неблагоприятных природных условий судоходства требовалась целенаправленная работа и большие финансовые затраты.

Перевозка пассажиров водным транспортом начинается позднее, в конце XIX века, преимущественно на короткие дистанции – между г. Брянском и пригородами (в том числе железнодорожным вокзалом). К 30-м годам XX века объём пассажирооборота увеличился до 55–60 тыс. человек в год, причём в основном местного значения – обеспечивал сообщение г. Брянска с окрестностями. Пассажирооборот других хозяйственных центров Подесенья был существенно меньше: Трубчевска, Новгород-Северского до 5 тыс. человек, Чернигова – около 15 тыс. человек [Речной транспорт..., 1940]. Пассажирские пристани не были обустроены, что косвенно указывает на второстепенную, вспомогательную роль перевозок по воде.

Четвёртый этап формирования системы расселения (от первой четверти XX в. до 90-х годов XX в.) соответствует развитию аграрно-индустриальной специализации региона. Особенности этапа определяет урбанизация и перестройка отраслевой структуры транспортной системы – сначала постепенный переход на железнодорожный транспорт, затем развитие сети автомобильных дорог. Значение урбанизации проявляется в регионе повсеместно. Количество жителей промышленных и транспортных центров на берегах Десны резко увеличивается за счёт переселенцев из сельской местности (рис. 2).

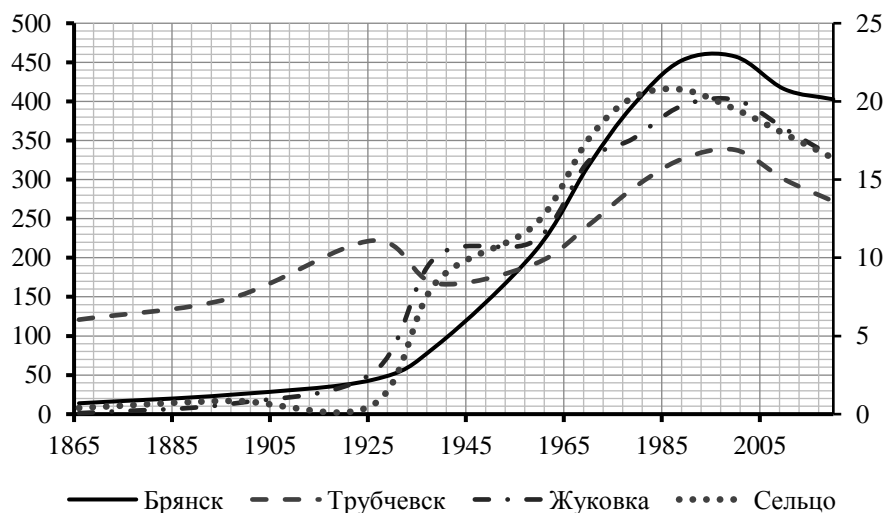


Рис. 2. Динамика численности жителей городов, расположенных на берегах Десны в среднем течении. Линия графика для г. Брянска построена по основной оси, других городов – по вспомогательной. Составлено по [Орловская..., 1871; Населенные места..., 1905; Население..., 1927; Всесоюзная перепись, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989; Населенные пункты ..., 2010; Российский статистический..., 2023]

Fig. 2. Dynamics of the number of residents of cities located on the banks of the Desna River in the middle reaches. The graph line for the city of Bryansk is built on the main axis, other cities – on the auxiliary. Compiled by [Орловская..., 1871; Населенные места..., 1905; Население..., 1927; Всесоюзная перепись, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989; Населенные пункты ..., 2010; Российский статистический..., 2023]

Развитие железнодорожной сети – транспортных путей, менее зависимых от метеорологических условий, чем реки, – началось в Верхнем Поднепровье в 60-е гг. XIX века [Железные дороги..., 1899; 1910]. Железные дороги, построенные в бассейне Верхнего Днепра к началу XX века, первоначально обеспечили возможность перемещения товаров от земледельческих губерний к балтийским портам и между хозяйственными центрами Центральной России и Украины. Устойчивый рост перевозок пассажиров и грузов на магистралях разного направления постепенно снижал значение водного транспорта в бассейне Верхней и Средней Десны. Последовательность формирования железнодорожной сети показана на рис. 3.

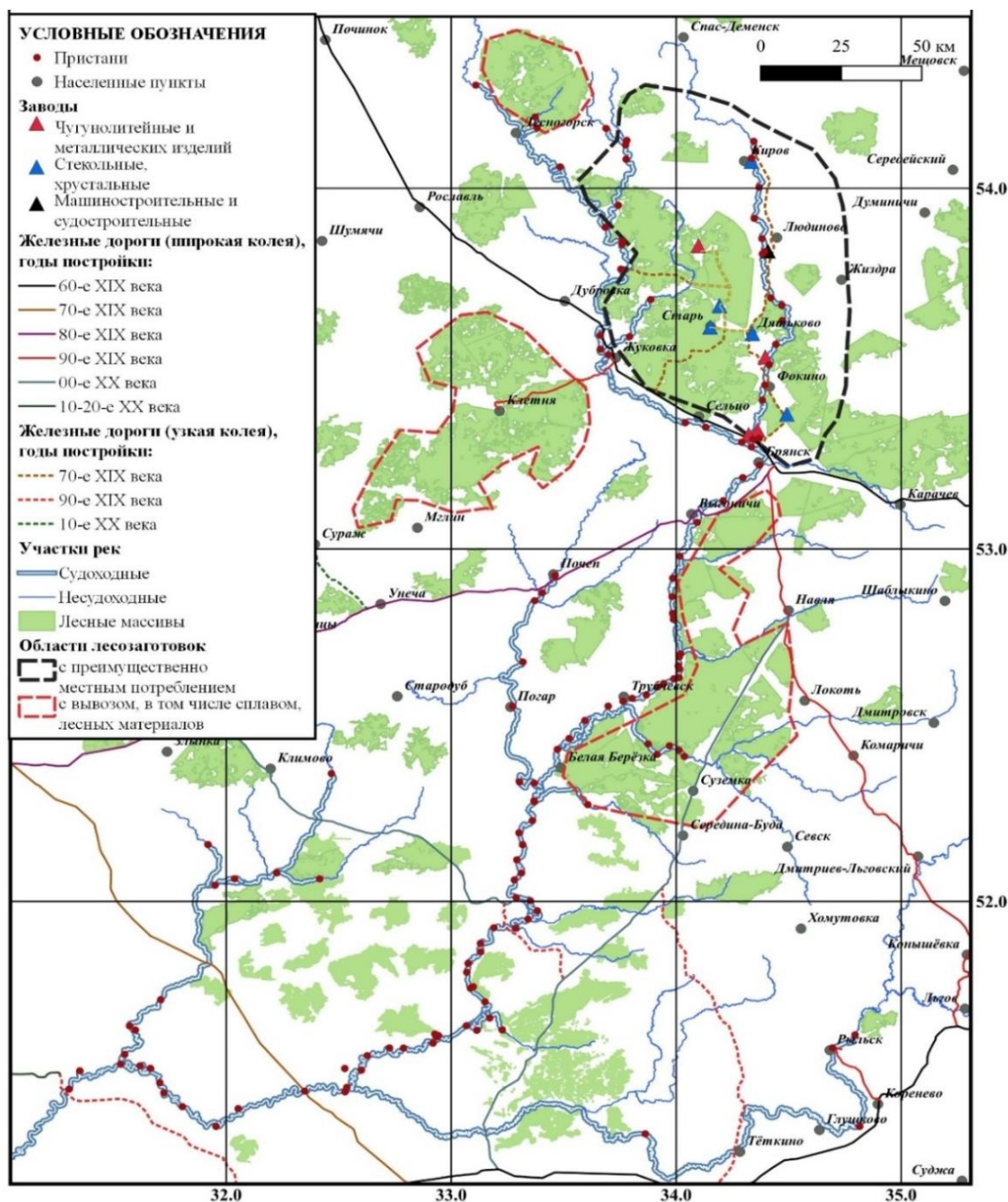


Рис. 3. Транспортная система в бассейне Средней Десны в конце XIX – начале XX века
 Fig. 3. The transport system in the Middle Gum basin in the late XIX – early XX century

Первый путь – Орёл – Витебск (движение пущено в конце 60-х годов XIX века) прошёл параллельно отрезку течения р. Десны в Брянском уезде Орловской губернии (от Брянска до современного города Жуковка) через районы богатые лесными ресурсами. Уже к началу XX века большая часть древесного сырья в Брянском уезде перемещалась железнодорожным транспортом. Постройка Мальцовской железной дороги в бассейне р. Болвы (70-е гг. XIX века) уменьшила транспортное значение её притоков, хотя движение по реке продолжалось для вывоза продукции заводского округа, в том числе самостоятельного движения пароходов, предназначенных для навигации в нижнем и среднем течении р. Днепр. В конце XIX века завершается постройка железной дороги до Льгова, а в начале XX века – от станции Навля до станции Бахмач, которые обеспечили устойчивый вывоз древесной продукции из богатых лесом районов в бассейнах левобережных притоков Средней Десны (Нерусса, Навля) в чернозёмные и юго-западные губернии, а позднее – области СССР. Последние статистические сведения о движении транспорта по Средней Десне относятся к 1938 году [Речной транспорт..., 1940]. В послевоенные годы движение судов, за исключением прогулочных, по Средней Десне прекращается. Примечательно, что особенности рельефа высокого правобережья Десны на многих участках ограничивают возможность постройки вдоль реки иных путей сообщения (железнодорожных автомобильных). Поверхность здесь пересечена многочисленными балками и долинами малых рек глубиной до 20–30 м, поэтому шоссейные дороги, соединяющие Брянск с другими значительными административными или хозяйственными центрами уже в XIX веке, проходят на удалении от бровки долины на расстоянии от нескольких сотен метров до первых километров. Близкое положение к Десне на этом этапе ещё сохраняет ценность из-за близости к обширным пойменным лугам левобережья, которые использовались для сезонной заготовки сена и выпаса. В каждом поселении с количеством жителей в несколько сотен и более были устроенные постоянные или временные мостовые переходы через Десну.

Пятый этап (от 90-х годов XX века до настоящего времени) характеризуется снижением численности населения региона, отрицательным сальдо миграции и ухудшением социально-экономической ситуации, особенно для сельских поселений. Одновременно по экономическим и инфраструктурным причинам снижается роль пригородного общественного транспорта. Во-первых, к этому времени формируется густая сеть автомобильных асфальтированных дорог. Во-вторых, значительно сокращается количество рейсов междугородних автобусов. В-третьих, прекращается перевозка пассажиров железнодорожным транспортом на второстепенных направлениях и линиях, утративших ценность для перевозок сырья или продукции (в частности, вывоза торфа, леса). В-четвёртых, увеличивается количество автомобилей у жителей региона. В самой проблемной ситуации оказались небольшие населённые пункты, удалённые от хозяйственных центров и основных автомобильных дорог. Снижение численности жителей и количества приречных поселений запустило механизм положительной обратной связи в уменьшении ценности приречного положения. Обширные левобережные пойменные угодья стали невостребованными. Далее сократилось количество мостов через Десну. И, наконец, положение у реки стало периферийным внутри региона.

Результаты и их обсуждение

Общее для 4 и 5 этапов снижение значимости положения поселения вблизи Десны проявляется неодинаково для населённых пунктов, в зависимости от их людности, близости к ресурсам, автомобильным и железным дорогам. Во второй половине XX – начале XXI века нами выделено 8 типов динамики численности жителей населённых пунктов Подесенья: значительный рост (увеличение более чем в 10 раз), умеренный рост (в 2–10 раз), незначительный рост (в 1,1–2 раза); относительная стабильность (изменение меньше чем на 10 %), незначительное уменьшение (в 1,1–2 раза), умеренное уменьшение (в 2–10 раз), значительное уменьшение (более чем в 10 раз); падение до нуля. Объединение разных по

социально-экономическим особенностям периодов кажется нам оправданным именно сохранением тенденций. Распределение типов динамики представлено на рис. 4А и 4Б. В десятки раз увеличилось количество жителей трёх населённых пунктов – посёлков Выгоничи и Белая Берёзка, г. Сельцо. Рост посёлка Выгоничи – следствие выгодного положения на железнодорожной и транспортной магистралях вблизи областного центра; посёлка Белая Берёзка – формирование как центра лесной промышленности; г. Сельцо как промышленного спутника г. Брянска. Относительно стабильной за весь период времени сохраняется численность жителей в поселениях, хорошо связанных с областным центром или локальными хозяйственными центрами, которые сложились позднее (г. Жуковка, г. Сельцо). Населённые пункты, численность которых сильно сокращается или падает до нуля, сосредоточены на шести отрезках течения разной протяжённости (пунктирные контуры на рис. 4 и 5).

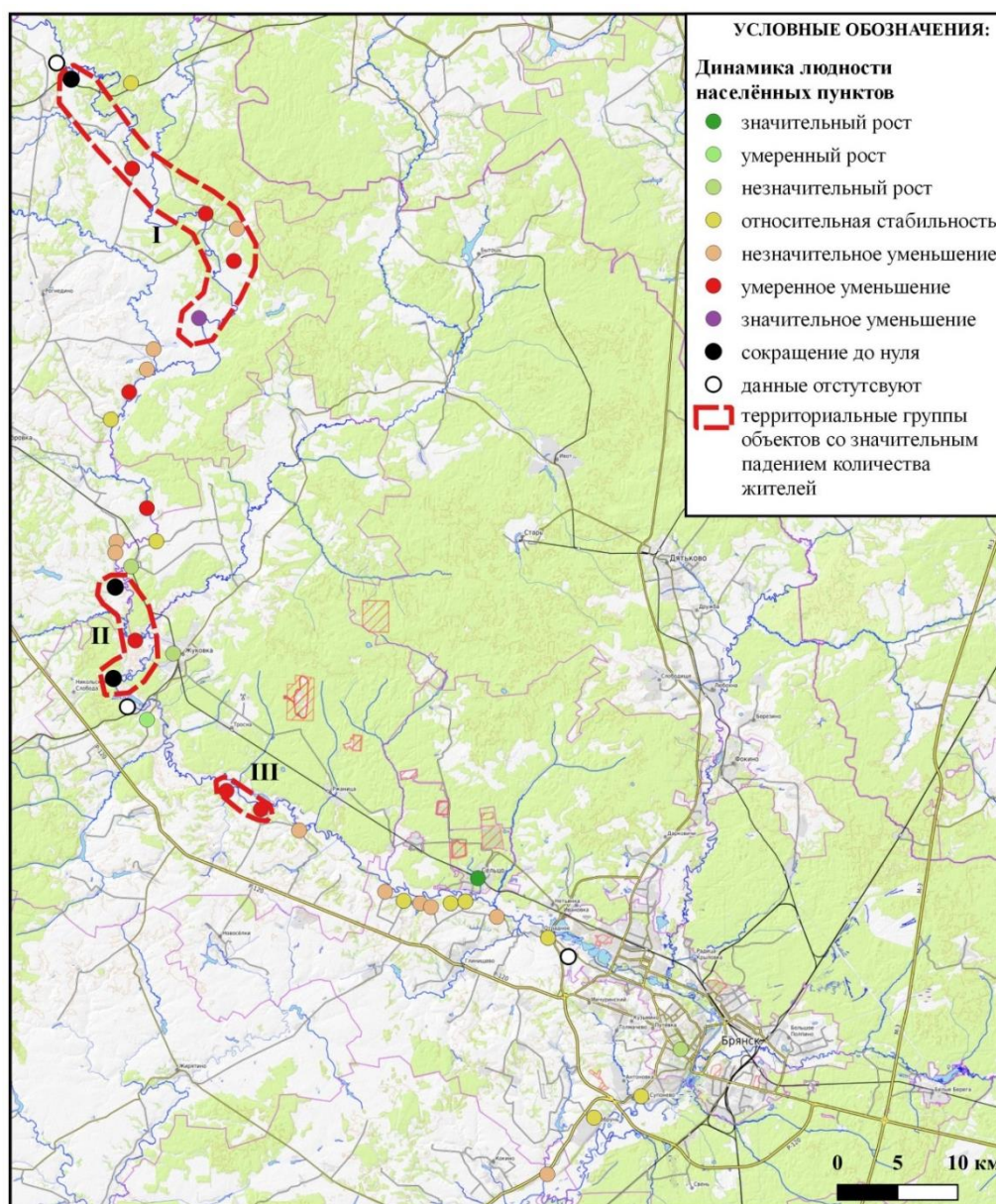


Рис. 4. Типы динамики численности населённых пунктов вдоль р. Десны в конце XIX – начале XXI века (северный участок)

Fig. 4. Types of population dynamics along the Desna River in the late XIX – early XXI century (northern section)

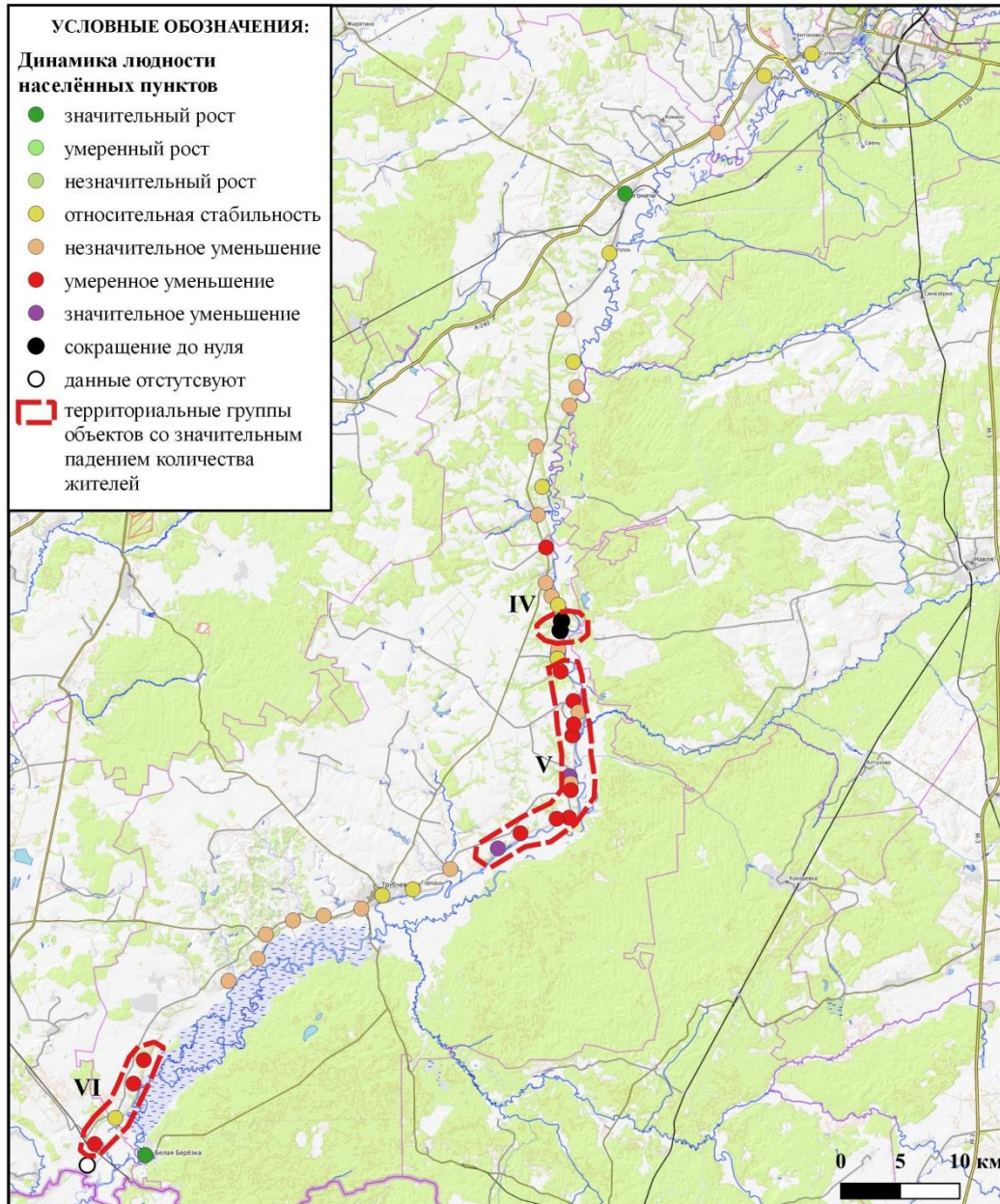


Рис. 5. Типы динамики численности населённых пунктов вдоль р. Десны в конце XIX – начале XXI века (южный участок)

Fig. 5. Types of population dynamics along the Desna River in the late XIX – early XXI century (southern section)

Первая группа поселений (см. I на рис. 4) находится севернее путей сообщения между Брянском и Смоленском. Население этой части Брянской области в целом заметно сокращается. Факторами депопуляции поселений выступают невысокое плодородие земель (по сравнению со средней по региону) и удалённость от хозяйственных центров как Брянской, так и Смоленской областей.

Депопуляция поселений второй группы (см. II на рис. 4) объясняется оттоком жителей в расположенный вблизи новый хозяйственный центр – г. Жуковка. Примечательно, что места бывших поселений используются теперь для отдыха. Третья (см. III на рис. 4), сравнительно небольшая группа, объединяет поселения, значительно удалённые от областного центра и г. Жуковка, автомобильной и железной дороги (Брянск – Смоленск).



Выделенная на рисунке 5 четвёртая группа поселений (см. IV на рис. 5) объединяет небольшие компактно расположенные населённые пункты конца XIX – начала XXI вв., численность которых в настоящее время сократилась до нуля. До середины XX века рядом с ними действовал паром, связывавший высокое (сельскохозяйственное) правобережье Десны с лесными районами левобережья. Пятая группа поселений (V на рис. 4Б) – обширная полоса староосвоенного правобережья Десны, оказавшаяся в плохой транспортной доступности после ухудшения транспортного сообщения с Брянском и Трубчевском. Поселения шестой группы (VI на рис. 4Б) испытали влияние четырёх факторов депопуляции. Первоначально жители соседних сельских поселений переезжали в формирующийся рядом центр лесопереработки – посёлок Белая Берёзка. Затем, в конце XX века – ухудшение транспортного положения и сокращение производства лесных материалов. И, наконец, в начале XXI века – формирование барьерного значения границы РФ и Украины.

Заключение

История развития поселений вдоль Десны отражает влияние сложного сочетания природных и социально-экономических факторов. Ценность приречного положения в исторические разные эпохи изменялась в зависимости от использования Десны как пути сообщения, а ландшафтов её долины как источника ресурсов. Высокая ценность приречного положения ещё в середине XX века к настоящему времени утрачивается и поселения вдоль Десны оказываются в разной ситуации. Поселения, экономика которых оказалось мало связанной с приречным положением, развивались с ориентировкой на иные транспортные пути и источники ресурсов (города Брянск, Сельцо, Жуковка). Иные, преимущественно сельские (и старинный г. Трубчевск), сохранили или несколько уменьшили численность, ориентируясь на новые транспортные пути. Прочие, оказавшиеся по описанным выше причинам во внутренней периферии региона, стали неперспективными и очень уменьшили численность или исчезли. Перспективы развития таких территорий, по нашему мнению, связаны с повторным открытием ресурсов приречных территорий для рекреации и туризма. Отдельные примеры освоения приречных территорий известны, но пока не выделились в направление региональной политики.

Список источников

- Всесоюзная перепись населения 1939 г. Численность городского населения СССР по городским поселениям и внутригородским районам. Электронный ресурс. URL: https://web.archive.org/web/20131224034020/http://demoscope.ru/weekly/ssp/rus_pop_39_3.php (дата обращения: 14.03.23).
- Всесоюзная перепись населения 1959 г. Численность городского населения РСФСР, ее территориальных единиц, городских поселений и городских районов по полу. Электронный ресурс. URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus59_reg2.php (дата обращения: 15.03.23).
- Всесоюзная перепись населения 1970 г. Численность городского населения РСФСР, ее территориальных единиц, городских поселений и городских районов по полу. Электронный ресурс. URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus70_reg2.php (дата обращения: 14.03.23).
- Всесоюзная перепись населения 1979 г. Численность городского населения РСФСР, ее территориальных единиц, городских поселений и городских районов по полу. Электронный ресурс. URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus79_reg2.php (дата обращения: 16.03.23).
- Всесоюзная перепись населения 1989 г. Численность городского населения РСФСР, ее территориальных единиц, городских поселений и городских районов по полу. Электронный ресурс. URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus89_reg2.php (дата обращения: 17.03.23).

- Географическо-статистический словарь Российской Империи т. 2. 1865. Под ред. П.П. Семёнова-Тян-Шанского. СПб., Издательство Русского императорского географического общества, 898 с.
- Кашкин А.В. 1993. Археологическая карта России: Брянская область. М., Институт археологии, 304 с.
- Материалы для истории и статистики Орловской губернии. 1877. Под ред. А. Пупарева. Орёл, Типография Губернского правления, 208 с.
- Население Брянской губернии по данным переписи 1926 года. 1927. Брянск, Издание Брянского губернского статистического отдела, 68 с.
- Общие основания оценки лесных угодий Орловской губернии: доходность лесов Трубчевского уезда. 1909. Орёл, Издательство Орловского Губернского Земства, 16 с.
- Общие основания оценки лесных угодий Орловской губернии: доходность лесов Брянского уезда. 1909. Орёл, Издательство Орловского Губернского Земства, 10 с.
- Орловская губерния. Список населенных мест по сведениям 1866 года. 1871. СПб., Центральный статистический комитет министерства внутренних дел, 237 с.
- Памятная книжка Орловской губернии на 1864 год: (с приложением Адрес-календаря по 1 января 1864 года). 1864. Орёл, Типография Губернского правления, 84 с.
- Населенные места Российской империи в 500 и более жителей с указанием всего наличного в них населения и числа жителей преобладающих вероисповеданий, по данным первой всеобщей переписи населения. 1905. Под ред. Н.А. Тройницкого. СПб., Типография «Общественная польза», 120 с.
- Населенные пункты брянской области. Брянский край. Электронный ресурс. URL: <https://www.kray32.com/dost.html> (дата обращения: 19.03.23).
- Ресурсы поверхностных вод. Том 6. Украина и Молдавия. Выпуск 2. Среднее и Нижнее Поднепровье. 1971. Л., Гидрометеорологическое издательство, 656 с.
- Речной транспорт в 1938 г. Статистические сведения о речном транспорте. 1940. М., Речиздат, 689 с.
- Российский статистический ежегодник. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 18.03.23).
- Статистический сборник министерства путей сообщения. Выпуск восьмой. Сведения о железных, шоссейных и внутренних водных путях сообщения за 1880, 1881 и 1882 гг. 1883. СПб., Издание министерства путей сообщения, 400 с.
- Статистический сборник министерства путей сообщения. Выпуск двадцать девятый. Сведения о движении товаров по железным, и внутренним водным путям сообщения в 1890 г. 1892. СПб., Издание министерства путей сообщения, 255 с.
- Статистический сборник министерства путей сообщения. Выпуск сорок седьмой. Сведения о железных, шоссейных и внутренних водных путях сообщения за 1895 г. 1883. СПб., Издание министерства путей сообщения, 489 с.
- Статистический сборник министерства путей сообщения. Выпуск семьдесят восьмой. Сведения о железных, шоссейных и внутренних водных путях сообщения за 1903 г. 1905. СПб., Издание министерства путей сообщения, 277 с.
- Статистический сборник министерства путей сообщения. Выпуск девяносто первый. Внутреннее Судоходство в 1906 г. 1908. СПб., Издание министерства путей сообщения, 489 с.
- Статистический сборник министерства путей сообщения. Выпуск сто двадцать седьмой. Внутренние водные пути в 1911 г. 1913. СПб., Издание министерства путей сообщения, 643 с.

Список литературы

- Вишняцкий Л.Б., Очередной А.К., Хоффекер Д.Ф., Воскресенская Е.В., Нехорошев П.Е., Питулько В.В., Холлидэй В.Т. 2015. Возраст стоянок Хотылево I и Бетово в свете результатов радиоуглеродного датирования (предварительное сообщение). Записки Института истории материальной культуры, 12: 9–18.
- Гаврилов К.Н. 2008. Верхнепалеолитическая стоянка Хотылево 2. М., ТАУС, 256 с.
- Максимович Н.И. 1901. Днепр и его бассейн. Киев, Типография С. В. Кульженко, 370 с.



- Железные дороги европейской и азиатской России, по линиям и ветвям, по губерниям и по времени открытия для движения, с указанием строительной длины. Состояние к 1 января 1898 года. 1899. Спб., Типография Министерства Путей Сообщения, 61 с.
- Железные дороги европейской и азиатской России, по линиям и ветвям, по губерниям и по времени открытия для движения, с указанием строительной длины. Состояние 1 июля 1909 года. 1910. Спб., Типография Министерства Путей Сообщения, 89 с.
- Кизимова С.П., Крашенинников В.В. 1995. Из истории промышленного предпринимательства в Дятьковской округе в XVIII–XIX веках. В кн.: С.И. Мальцов и история развития мальцовского промышленного района. М., Брянск, АО «Мальцовский портландцемент», АО «Русский цемент»: 9–19.
- Оппоков Е.В. 1904. Режим речного стока в бассейне Верхнего Днепра (до гор. Киева) и его составных частях в период 1876–1901 г., а частью и в более отдаленное время, в связи с колебаниями атмосферных осадков и температуры в бассейне и с местными условиями стока. Ч. 1: Исторические данные об изучении многолетнего режима рек вообще и в частности р. Днепра; Колебания метеорологических элементов в бассейне и уровней рек: Днепра, Припети и Десны, в связи с вопросом о предполагаемом прогрессивном обмелении р. Днепра. СПб., Товарищество «Художественной печати», 356 с.
- Оппоков Е.В. 1914. Режим речного стока в бассейне Верхнего Днепра (до гор. Киева) и его составных частях в период 1876–1901 г., а частью и в более отдаленное время, в связи с колебаниями атмосферных осадков и температуры в бассейне и с местными условиями стока. Ч. 2: Данные об осадках, температуре и колебаниях уровня рр. Припети, Днепра и Десны за 1901–1908 г.; Колебания расходов р. Днепра с 1877 по 1908 г.; Накопление и расходование влаги в бассейне в отдельные годы; Общие выводы. СПб., Товарищество «Художественной печати», 376 с.
- Природа Орловского края. 1925. Под ред. В.Н. Хитрово. Орёл, Орловская губернская плановая комиссия, 576 с.

References

- Vishnyatsky L.B., Ocherednoi A.K., Hoffecker J.F., Voskresenskaya E.V., Nehoroshev P.E., Pitulko V.V., Holliday V.T. 2015. The Age of the Khotylevo I and Betovo Sites in the Light of Newly Obtained Radiocarbon Dates (Preliminary Report). Transactions of the Institute for the History of Material Culture, 12: 9–18 (in Russian).
- Gavrilov K.N. 2008. Verhnepaleoliticheskaya stoyanka Hotylyovo 2 [Upper Paleolithic site Khotylevo 2]. Moscow, Publ. TAUS, 256 p.
- Maksimovich N.I. 1901. Dnepr i ego bassejn [Dnieper and its basin]. Kiev, Publ. S.V. Kul'zhenko, 370 p.
- Zheleznye dorogi evropejskoj i aziatskoj Rossii, po liniyam i vetvyam, po guberniyam i po vremeni otkrytiya dlya dvizheniya, s ukazaniem stroitel'noj dliny. Sostoyanie k 1 yanvarya 1898 goda [Railways of European and Asian Russia, by Lines and Branches, by Provinces and by the Time of Opening for Traffic, Indicating the Construction Length. Status as of 1 January 1898]. 1899. Saint Petersburg, Publ. Ministerstva Putej Soobshcheniya, 61 p.
- Zheleznye dorogi evropejskoj i aziatskoj Rossii, po liniyam i vetvyam, po guberniyam i po vremeni otkrytiya dlya dvizheniya, s ukazaniem stroitel'noj dliny. Sostoyanie 1 iyulya 1909 goda [Railways of European and Asian Russia, by Lines and Branches, by Provinces and by the Time of Opening for Traffic, Indicating the Construction Length. Status 1 July 1909]. 1910. Saint Petersburg, Publ. Ministerstva Putej Soobshcheniya, 89 p.
- Kizimova S.P., Krashennnikov V.V. 1995. Iz istorii promyshlennogo predprinimatel'stva v Dyat'kovskoj okruge v XVIII-XIX vekah [From the History of Industrial Entrepreneurship in the Dyatkov District in the XVIII-XIX Centuries]. In: S.I. Mal'cov i istoriya razvitiya mal'covskogo promyshlennogo rajona [S.I. Maltsov and the History of the Development of the Maltsov Industrial Region]. Moscow, Bryansk, Publ. AO "Mal'covskij portlandcement", AO "Russkij cement": 9–19.
- Oppokov E.V. 1904. Rezhim rechnogo stoka v bassejne verhnego Dnepra (do gor. Kiev) i ego sostavnyh chastyah v period 1876-1901 g., a chast'yu i v bolee otdalennoe vremya, v svyazi s kolebaniyami atmosferynyh osadkov i temperatury v bassejne i s mestnymi usloviyami stoka CH. 1: Istoricheskie dannye ob izuchenii mnogoletnego rezhima rek voobshche i v chastnosti r. Dnepra; Kolebaniya meteorologicheskikh elementov v bassejne i urovnej rek: Dnepra, Pripeti i Desny, v svyazi s

voprosom o predpolagaemom progressivnom obmelenii r. Dnepra [The Regime of River Flow in the Basin of the Upper Dnieper (Up to the City of Kiev) and Its Constituent Parts in the Period 1876-1901, and Partly in a Longer Time, Due to Fluctuations in Precipitation and Temperature in the Basin and with Local Flow Conditions Ch. 1: Historical Data on the Study of the Long-Term Regime of Rivers in General and in Particular the River. Dnieper; Fluctuations in Meteorological Elements in the Basin and the Levels of the Rivers: Dnieper, Pripet and Desna, in Connection with the Question of the Alleged Progressive Shallowing of the River Dniipro]. Saint Petersburg, Publ. "Hudozhestvennoj pečati", 356 p.

Oppokov E.V. 1914. Rezhim rechnogo stoka v bassejne verhnego Dnepra (do gor. Kieva) i ego sostavnyh chastyah v period 1876-1901 g., a chast'yu i v bolee otdalennoe vremya, v svyazi s kolebaniyami atmosferynyh osadkov i temperatury v bassejne i s mestnymi usloviyami stoka. CH. 2: Dannye ob osadkah, temperature i kolebaniyah urovnya r.r. Pripeti, Dnepra i Desny za 1901-1908 g.; Kolebaniya raskhodov r. Dnepra s 1877 po 1908 g.; Nakoplenie i raskhodovanie vlagi v bassejne v otdel'nye gody; Obshchie vyvody [The Regime of River Flow in the Basin of the Upper Dnieper (Up to the Mountains of Kiev) and Its Constituent Parts in the Period 1876-1901, and Partly in a Longer Time, Due to Fluctuations in Precipitation and Temperature in the Basin and with Local Flow Conditions. Part 2: Precipitation, Temperature and River Level Fluctuation Data Pripet, Dnieper and Desna for 1901-1908; Fluctuations in Costs r. Dnieper from 1877 to 1908; Accumulation and Consumption of Moisture in the Basin in Certain Years; General conclusions]. Saint Petersburg, Publ. "Hudozhestvennoj pečati", 376 p.

Priroda Orlovskogo kraja [Nature of the Oryol Territory]. 1925. Ed. by V.N. Hitrovo. Oryol, Publ. Orlovskaya gubernskaya planovaya komissiya, 576 p.

*Поступила в редакцию 22.03.2023;
поступила после рецензирования 20.07.2023;
принята к публикации 06.09.2023*

*Received March 22, 2023;
Revised July 20, 2023;
Accepted September 06, 2023*

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

Лобанов Григорий Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, экологии и землеустройства, Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского, г. Брянск, Россия

Жохов Михаил Викторович, аспирант кафедры географии, экологии и землеустройства, Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского, г. Брянск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Grigory V. Lobanov, Associate Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management of the Bryansk State University named Academician I. G. Petrovsky, Bryansk, Russia

Mikhail V. Zhokhov, Postgraduate Student of the Department of Geography, Ecology and Land Management of the Bryansk State University named Academician I. G. Petrovsky, Bryansk, Russia



УДК 911.375

DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-368-381

Оценка региональных особенностей уровня урбанизированности территории России инструментами балльных показателей

Балабейкина О.А., Коробущенко В.Ю.

Санкт-Петербургский государственный экономический университет
Россия, 191023, г. Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, 30-32, литер А
E-mail: olga8011@yandex.ru; parkkeva@gmail.com

Аннотация. В статье отражены основные преобразования в системе расселения России за период с 2016 по 2022 г.; в отдельных случаях фиксируются конкретные городские и сельские населённые пункты, статус которых был изменён. Следуя методике, разработанной Э.Л. Файбусовичем и О.А. Балабейкиной в 2018 году и апробированной ими на основе статистических данных за 2015 год, произведены расчёты уровня урбанизированности территории России. Выявлено увеличение балльного значения показателя в 65 субъектах страны по сравнению с результатами, полученными в 2018 году. Представлен модифицированный вариант методики балльной оценки интегрального показателя уровня урбанизированности территории России. В совокупности исходных количественных данных, помимо городов, учтены посёлки городского типа (пгт), а также введён дополнительный показатель – доля населения в крупных городах (более 250 тысяч человек) в общей численности населения городов. По результатам произведённых расчётов субъекты России распределены в четыре группы: сверхурбанизированные, высокоурбанизированные, среднеурбанизированные и слабоурбанизированные – с резким преобладанием относящихся к третьей категории. Выдвигаются предложения для дальнейшего развития данного научного направления путём включения в методику трёх новых показателей и обозначаются особенности системы расселения России, осложняющие их использование.

Ключевые слова: уровень урбанизированности территории, геоэктика, регионы России, городские поселения, интегрально-балльная оценка

Для цитирования: Балабейкина О.А., Коробущенко В.Ю. 2023. Оценка региональных особенностей уровня урбанизированности территории России инструментами балльных показателей. Региональные геосистемы, 47(3): 368–381. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-368-381

Urban Extension Level of Russia's Territory Using Integral Scoring Assessment: Regional Aspects

Olga A. Balabeikina, Valeria Yu. Korobushchenko

Saint Petersburg State University of Economics
30-32 A, Griboedov canal emb., Saint Petersburg 191023, Russia
E-mail: olga8011@yandex.ru; parkkeva@gmail.com

Abstract. The main changes in the settlement system of Russia in 2016–2022 are reviewed; some urban and rural settlements are mentioned due to specific changes of their status. Using the methodology developed in 2018 by E.L. Faibusovich and O.A. Balabeikina and presented according to data of 2015, the urban extension level of the Russian Federation's territory is calculated. Increased score value in 65 regions of the country is revealed in comparison with the results obtained in 2018. A modified methodology for scoring the urban extension level of the country's territory is presented. All urban-type settlements are taken into account as initial data, and a new additional indicator, i.e. share of the population in large cities (more than 250 thousand people) in the total population in cities, is used. Based on the calculations, the regions of Russia are divided into four groups: super-urbanized, highly urbanized, mid-urbanized and slightly urbanized. Most regions

belong to the third group. Three new indicators are proposed to use for the further development of the methodology, and the Russian settlement system's features complicating their use are outlined.

Keywords: urban extension level of the territory, settlement geography, geography of cities, regions of Russia, urban settlements, integral score

For citation: Balabeikina O.A., Korobushchenko V.Yu. 2023. Urban Extension Level of Russia's Territory Using Integral Scoring Assessment: Regional Aspects. *Regional Geosystems*, 47(3): 368–381
DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-368-381

Введение

На современном этапе развития общества урбанизационные процессы имеют широкое распространение практически во всех странах и регионах мира. Они характеризуются высокой динамичностью, объективированной как в изменениях количественных показателей, так и в качественных трансформациях. На глобальном, национальном, региональном уровнях не только фиксируется рост численности и доли городского населения, но и формируются всё более сложные территориально-организационные формы агломерационных образований [Gottmann, 1964; Пивоваров, 2010; Дементьев, 2019; Лаппо, 2019].

В условиях усиления селитебного и социально-экономического значения городов научного осмысления и детального рассмотрения требуют вопросы, связанные с разработкой и уточнением терминологического аппарата геоэстики, выявлением показателей, отражающих характеристики урбанизационных процессов, а также созданием новых и модификацией существующих расчётных методик, придающих исследованиям в данном направлении большую репрезентативность.

Одним из важных индикаторов, с помощью которого можно выявить характеристики развития системы городских поселений, выступает уровень урбанизированности территории, к которому всё чаще специалисты обращаются не только в теоретических исследованиях [Салимова, 2022], но и при обозначении насущных социально-экономических проблем регионального уровня, а также в поисках путей их решения [Ахметова, 2022; Беляева, Тучков, 2022; Лесных, Тимофеева, 2022].

В отличие от уровня урбанизированности населения названный показатель не имеет общепринятого трактования и унифицированной расчётной методики определения значений. Одной из таковых является балльная оценка интегрального показателя, отражающего уровень урбанизированности территории, предложенная О.А. Балабейкиной и Э.Л. Файбусовичем [2018] и реализованная на примере регионов РФ по данным 2015 года. Результаты расчётов неоднократно использовались географами и экономистами при обращении к широкому кругу теоретических вопросов и в поисках путей решения прикладных задач, что подтверждает востребованность и практическую значимость названной методики [Зангеева и др., 2019; Лесных, Тимофеева, 2020].

Со времени её апробации произошли изменения в системах административно-территориального деления и расселения России, а также обозначилась необходимость внесения в алгоритм расчётов некоторых корректив и дополнений, возникших по результатам научных дискуссий вокруг данного вопроса [Салимова, 2022].

Таким образом, **цель** настоящего исследования – выявить региональные особенности уровня урбанизированности территории РФ в динамике последних лет с помощью интегрально-балльной оценки этого показателя. Достичь её можно посредством последовательного решения таких задач, как детекция фактических изменений в системе городских поселений России за заявленный период; реализация расчёта уровня урбанизированности территории субъектов РФ по состоянию на 01.01.2022; обозначение перспектив дальнейшей модификации методики интегрально-балльной оценки уровня урбанизированности территории в национальном и региональном ракурсах.



В силу актуальности вопросов, связанных с ростом и развитием городских поселений, учёные, в том числе зарубежные, часто избирали урбанизированные территории предметом своих исследований [Strange, 2009; Mohammed et al., 2017; Stryjakiewicz, 2022]. Среди российских специалистов наиболее значимые теоретические разработки в данной отрасли знаний принадлежат Г.М. Лаппо [2019], Ю.Л. Пивоварову [2010], А.И. Трейвишу и Т.И. Нефедовой [2021], С.И. Кабаковой и Е.Н. Перцику [2014], А.П. Обедкову [2020]. В основном в исследованиях уровень урбанизации определяется как доля городского населения в его общей численности. Но в ряде случаев используются и прочие (вторичные) показатели, призванные отражать уровень урбанизированности территории. В перечне таковых фигурируют доля населения, проживающая в городах с численностью жителей более 100 тыс. чел.; средняя численность городского населения в расчёте на одно поселение; плотность сети городов; плотность транспортной сети.

Однако непосредственно вопрос об уровне урбанизированности территории как комплексном расчётном показателе никто из названных учёных не затрагивал. Единичные попытки представить расчёты в рамках обозначенной проблематики встречаются в работах Е.А. Ефимовой [2014] и О.В. Кушнырь [2016], но они базируются на отдельных показателях и характера комплексной интегрально-балльной оценки не носят. Первым из названных учёных предлагается расчётный индекс урбанизации на основе простой формулы, составляющими которой заложены общая численность населения региона и отдельно – его городская численность, а также количество городов с числом жителей, соответствующих в зависимости от людности определенному удельному весу. «Веса» от 1 до 10 и присвоены городским поселениям, насчитывающим от 3 тыс. жителей до более 1 млн соответственно [Ефимова, 2014]. О.В. Кушнырь [2016], исследуя распространение урбанизации в пределах конкретной территории (на примере Московской области), также предлагает расчётный показатель, который отражает только один аспект – границы влияния городов-центров на прилегающие ареалы.

В контексте обзора исследований, использующих интегрально-балльную оценку уровня урбанизированности территории при помощи интегрального показателя, следует назвать работу, выполненную на примере ленов Швеции [Балабейкина и др., 2022]. Приведённые в ней результаты доказывают необходимость обязательного учёта национальных особенностей характера протекания процессов урбанизации.

Объекты и методы исследования

Эмпирической базой исследования послужили официальные статистические данные Росстата, содержащие количественные показатели, отражающие основные характеристики городских поселений России (их количество, людность, распределение по субъектам страны). Информация о площади населённых пунктов извлекалась из содержания генеральных планов городских поселений и картографических материалов. Расчёты, связанные с ней, были произведены на региональном уровне и касаются только двух федеральных округов – Северо-Западного и Дальневосточного.

Все полученные материалы были статистически обработаны с использованием балльной оценки интегрального показателя уровня урбанизированности территории на основе методики, ранее предложенной Э.Л. Файбусовичем и О.А. Балабейкиной, с учётом некоторых изменений и дополнений. Кроме того, применялись расчётные показатели, принятые в региональных исследованиях (коэффициент Ципфа).

Результаты и их обсуждение

В широком смысле под уровнем урбанизированности территории подразумевается степень развития системы городского расселения и городских поселений [Балабейкина, Файбусович, 2018]. Более полное и уточнённое по смыслу определение рассматриваемого

понятия предлагает Ю.И. Салимова, подразумевая под таковым «результат процесса урбанизации, представляющий целостную территориальную социально-эколого-экономическую систему, основанную на формировании городской среды и городского образа жизни» [Салимова, 2022]. В таком значении понятие «уровень урбанизированности территории» употребляется в представленном исследовании.

Изменения в системе городских поселений России за период 2016–2022 гг.

Прежде чем переходить к рассмотрению методики и результатов расчёта уровня урбанизированности территории России, необходимо обозначить фактические изменения, которые фиксируются в системе городских поселений страны в рассматриваемый период (2016–2022 гг.).

Наиболее распространённое из них – утрата пгт своего статуса и их преобразование в сельские населённые пункты. В общей сложности это коснулось 23 поселений, расположенных в Забайкальском крае (4), Калининградской, Иркутской и Нижегородской областях (по 3), Архангельской области (2), Московской, Свердловской, Ярославской, Саратовской, Магаданской областях, Хабаровском, Приморском, Красноярском краях (по 1). Вместе с тем достаточно активно шёл и обратный процесс, заключающийся в преобразовании сельских населённых пунктов в пгт. В основном это касается Московской (7) и Ленинградской (3) областей, но единичный случай фиксируется также в Самарской области (пгт Клёны).

Наблюдаются и иные изменения. За рассматриваемый период в города преобразованы были 3 сельских населённых пункта (село Курчалой в Республике Чечня, деревня Кудрово и посёлок Мурино в Ленинградской области) и 3 пгт (Сунжа в Республике Ингушетия, Кукмор в Республике Татарстан, Белоозёрский в Московской области). Кроме того, 3 пгт были упразднены: Горно-Чуйский и Согдиондон в Иркутской области и Нагорный в Республике Якутия. Бывший город Шахтёрск Сахалинской области был понижен в статусе до пгт. Статус пгт также приобрели Рязановский (путём выделения из города Егорьевск Московской области) и Фосфоритный (путём выделения из посёлка Хорлово Московской области).

Кроме того, в 2020 году произошло качественное преобразование, связанное с внесением конституционных поправок о возможности создания федеральных территорий. Первой из таковых стал пгт Сириус Краснодарского края, выделенный из города Сочи и созданный на базе инфраструктуры Зимних Олимпийских игр – 2014.

Таким образом, изменения в системе городского расселения РФ за рассматриваемый период носят неоднородный характер, а преобразования касаются как увеличения числа городов и пгт, так и их сокращения. Обозначив их, перейдём к рассмотрению первичной и модернизированной методик расчёта уровня урбанизированности территории страны.

Балльная оценка уровня урбанизированности территории России

При использовании интегрального показателя, в первую очередь, возникает вопрос о выборе критериев и исходных статистических данных для его расчёта.

Преыдуший эмпирический опыт диктовал исключение количественной информации о посёлках городского типа при вычислениях, объясняя это ограниченностью городских функций названного вида поселений [Балабейкина, Файбусович, 2018]. Такой подход, однако, был встречен критикой со стороны некоторых учёных [Салимова, 2022]. Решено было от него отказаться и опираться в настоящем исследовании на формальные критерии, используя данные, включающие всю совокупность городских поселений России. При этом необходимо учитывать, что для придания результатам большей степени объективности следовало бы дифференцировано рассматривать случаи включения пгт в расчёты уровня урбанизированности территории, но решение этого вопроса – предмет отдельной работы.



Существуют примеры, подтверждающие значимость пгт как одной из составляющих системы городского расселения, когда доля их жителей в общей численности населения субъекта России весьма значительна и составляет, например, 26,7 % (Магаданская область) или 21 % (Чукотский автономный округ).

Однако следует отметить, что в системе расселения 11 субъектов РФ пгт не представлены вообще. К ним относятся Липецкая, Оренбургская и Тюменская области, республики Алтай, Ингушетия, Калмыкия, Кабардино-Балкария, Крым, Удмуртия, Чечня, Чувашия. В Ненецком автономном округе, республиках Калмыкия, Северная Осетия и Тыва, Калининградской и Томской областях находится только по одному поселению данного типа. Максимальное количество пгт расположено в Московской области (73), высоким их числом характеризуются также Нижегородская область (52), Республика Якутия (49) и Иркутская область (46).

По официальным данным Росстата, на 01.01.2022 в пределах России значится 1117 городов и 1177 пгт. Ввиду того, что города федерального значения фактически являются полностью урбанизированными административными субъектами страны, в расчётах, направленных на выявление территориальной дифференциации уровня урбанизированности территории, таковые не принимаются во внимание. Соответственно, при выборе исходных количественных данных использовалось обращение к 2291 городскому поселению.

Суммарно было проведено три варианта расчётов. С целью обеспечения сопоставимости результатов первый из них был произведён по исходной методике Э.Л. Файбусовича и О.А. Балабейкиной, включавшей только города РФ, но уже на основе статистических материалов на 01.01.2022. В качестве исходных данных по каждому субъекту были приняты их площадь, общая численность населения, количество городов и численность населения, проживающего в них. При помощи простейших математических операций они были преобразованы в следующие показатели: густота городской сети (количество городов на 10 тыс. км²), плотность населения городов, средний уровень людности городов и доля населения городов в общей численности населения субъекта. Впоследствии показатели были преобразованы в балльные значения с присвоением 100 баллов субъекту с наибольшим в ряду показателем и пропорциональным расчётом баллов для каждого из остальных субъектов; просуммированы и проранжированы. На основании суммарного количества баллов регионы страны были разделены на 4 группы с применением шкалы, использованной в оригинальной методике: сверхурбанизированные (более 200 баллов), высокоурбанизированные (150–200 баллов), среднеурбанизированные (100–150 баллов) и слабоурбанизированные (менее 100 баллов).

По результатам расчётов 4 субъекта попали в группу сверхурбанизированных, 27 – высокоурбанизированных, 41 – среднеурбанизированных и 10 – слабоурбанизированных. С отрывом более 80 баллов первое место заняла Московская область (322), последние места заняли Чукотский автономный округ (65) и Республика Алтай (66). Средний балл – 141 (что соответствует Курской области, 37 место), медиана – 137 (что примерно соответствует Пермскому краю и Рязанской области).

По сравнению с 2015 годом несколько изменилось наполнение групп, поскольку 4 субъекта перешли из одной группы в другую: Республика Бурятия из слабоурбанизированного региона (98) стала среднеурбанизированным (106); Республика Башкирия и Хабаровский край – из среднеурбанизированной группы (148) перешли в высокоурбанизированную (151 и 154 соответственно); Республика Ингушетия – из высокоурбанизированной (174) в сверхурбанизированную (241).

Суммарно 65 субъектов улучшили своё положение в среднем на 6,8 баллов. Наибольшее изменение показала Республика Ингушетия (+ 66,5 баллов), что обусловлено преобразованием станицы Орджоникидзевская в город Сунжа. Напротив, ухудшили своё положение в среднем на 4,3 балла 14 субъектов России. Это касается таких регионов, как

Волгоградская (–9,9 баллов, что является наихудшим показателем), Челябинская, Тульская, Орловская, Ивановская, Амурская, Владимирская, Самарская, Воронежская, Липецкая, Брянская и Смоленская области, республики Адыгея и Северная Осетия – Алания. В Иркутской и Курганской областях, а также Карачаево-Черкесской Республике изменений в баллах не наблюдается. Вместе с тем необходимо понимать, что ввиду специфики методики эти изменения носят относительный характер и не означают в обязательном порядке улучшение (или ухудшение) реальной ситуации. Кроме того, увеличение суммарного количества баллов и ранга субъекта теоретически (если ситуация в иных регионах усугубилась ещё больше) может сопровождаться противоположно направленным процессом в действительности – снижением уровня урбанизированности территории и сужением экономического пространства.

Второй расчёт уровня урбанизированности территории в данном исследовании был проведён с использованием тех же оригинальных методики и шкалы, но с учётом всех поселений городского типа в ответ на поступившие критические замечания по поводу отсутствия пгт. Следовательно, исходные статистические данные и преобразованные показатели включали совокупность данных по городам и пгт вне зависимости от реального обладания городскими функциями последними.

Внесение названного дополнения повлияло на результаты расчётов. Согласно им, 1 субъект России попал в группу сверхурбанизированных, 13 – высокоурбанизированных, 53 – среднеурбанизированных и 15 – слабоурбанизированных. Закономерно, вследствие добавления в статистический ряд данных по малолюдным пгт, уменьшились средний балл и медиана: первый показатель равняется 122 (что соответствует Республике Чечня, 35 место), второй – 117 (что примерно соответствует Орловской и Мурманской областям). В сравнении с рассмотренными выше расчётами исключительно по городам страны практически все субъекты потеряли баллы (от 1 балла в Магаданской области до 69 – в Омской области); исключениями явились Чукотский и Ненецкий автономные округа, Еврейская автономная область, Республика Адыгея и Брянская область. Фиксируются и структурные перемещения: 3 субъекта перешли из группы сверхурбанизированных в высокоурбанизированные (Республика Ингушетия, Калининградская и Самарская области); 17 субъектов – из высокоурбанизированных в среднеурбанизированные и 5 субъектов – из среднеурбанизированных в слабоурбанизированные (Иркутская и Курганская области, республики Хакасия, Коми и Бурятия). Московская область (305) удержала первое место с отрывом более 120 баллов, последнее место осталось за Республикой Алтай (62).

Вместе с тем представляется желательным не только учёт пгт, но и введение по крайней мере одного дополнительного показателя с целью обеспечения большей репрезентативности результатов и сглаживания недостатков, вызванных статистическими погрешностями и относительным характером методики. В частности, речь идёт о Республике Ингушетия, занявшей на основании предыдущих расчётов второе место по уровню урбанизированности территории, однако фактически не соответствующей ему. В качестве такого показателя авторы предлагают использовать долю населения в крупных городах в общей численности населения городов. В настоящем исследовании пороговая численность населения крупного города составляет 250 тысяч человек, поскольку она чаще всего в этом значении упоминается в исследованиях, отражающих урбанистические процессы в России.

Изменения в баллах при расчёте уровня урбанизированности территории по модернизированной методике требуют преобразования шкалы. При максимально возможной сумме в 500 баллов по 5 показателям представляется рациональным увеличение шага до 100 баллов и, следовательно, смещение всей шкалы вверх: так, например, группа сверхурбанизированных субъектов характеризуется 300–400 баллами, а высокоурбанизированных – 200–300 баллами. Подобное изменение статистически допустимо: коэффициент вариации даже в наиболее многочисленной группе среднеурбанизированных регионов страны равняется 18,5 %, т. е. не достигает 30 %, а статистический ряд является однородным.

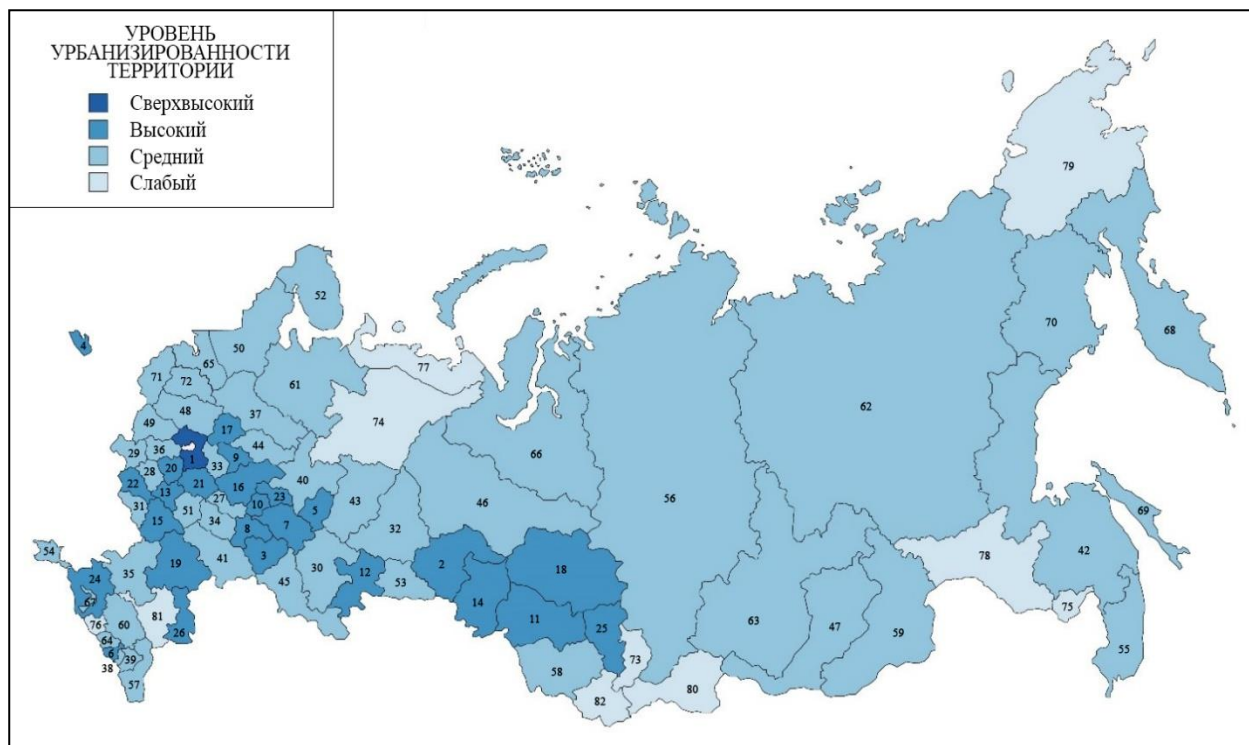


Результаты расчётов и последующей группировки субъектов представлены в табл. 1 и на рисунке. Единственный субъект, не включённый в таблицу – Московская область (331 балл) относится к группе сверхурбанизированных.

Таблица 1
Table 1

Группировка субъектов РФ по уровню урбанизированности территории, 2022 г.
Regions of Russia by the urban extension level of the territory, 2022

Высокоурбанизированные регионы (200–300 баллов)			Среднеурбанизированные регионы (100–200 баллов)			Слабоурбанизированные регионы (0–100 баллов)		
№	Субъекты	Баллы	№	Субъекты	Баллы	№	Субъекты	Баллы
2	Тюменская обл.	261	27	Респ. Мордовия	199	73	Респ. Хакасия	98
3	Самарская обл.	260	28	Орловская обл.	199	74	Респ. Коми	93
4	Калининградская о.	248	29	Брянская обл.	197	75	Еврейская а/обл.	88
5	Респ. Удмуртия	238	30	Респ. Башкортостан	196	76	КЧР	86
6	Респ. Алания	238	31	Белгородская обл.	195	77	Ненецкий а/о	86
7	Респ. Татарстан	232	32	Свердловская обл.	194	78	Амурская обл.	84
8	Ульяновская обл.	223	33	Владимирская обл.	193	79	Чукотский а/о	77
9	Ивановская обл.	223	34	Пензенская обл.	191	80	Респ. Тыва	73
10	Респ. Чувашия	222	35	Ростовская обл.	189	81	Респ. Калмыкия	70
11	Новосибирская обл.	217	36	Калужская обл.	189	82	Респ. Алтай	62
12	Челябинская обл.	217	37	Вологодская обл.	187			
13	Липецкая обл.	215	38	Респ. Ингушетия	184			
14	Омская обл.	213	39	Респ. Чечня	184			
15	Воронежская обл.	212	40	Кировская обл.	180			
16	Нижегородская обл.	211	41	Саратовская обл.	178			
17	Ярославская обл.	211	42	Хабаровский край	178			
18	Томская обл.	211	43	Пермский край	177			
19	Волгоградская обл.	208	44	Костромская обл.	174			
20	Тульская обл.	208	45	Оренбургская обл.	172			
21	Рязанская обл.	207	46	ХМАО	172			
22	Курская обл.	205	47	Респ. Бурятия	170			
23	Респ. Марий Эл	204	48	Тверская обл.	169			
24	Краснодарский край	202	49	Смоленская обл.	168			
25	Кемеровская обл.	201	50	Респ. Карелия	167			
26	Астраханская обл.	200	51	Тамбовская обл.	166			
			52	Мурманская обл.	166			
			53	Курганская обл.	164			
			54	Респ. Крым	163			
			55	Приморский край	162			
			56	Красноярский край	161			
			57	Респ. Дагестан	159			
			58	Алтайский край	158			
			59	Забайкальский край	157			
			60	Ставропольский кр.	153			
			61	Архангельская обл.	149			
			62	Респ. Якутия	144			
			63	Иркутская обл.	139			
			64	КБР	126			
			65	Ленинградская обл.	114			
			66	ЯНАО	109			
			67	Респ. Адыгея	109			
			68	Камчатский край	106			
			69	Сахалинская обл.	106			
			70	Магаданская обл.	104			
			71	Псковская обл.	102			
			72	Новгородская обл.	101			



Примечание. Условные обозначения субъектов соответствуют номерам, присвоенным им в табл. 1. Номер 1 соответствует Московской области.

Субъекты России по уровню урбанизированности территории, 2022 г.
Regions of Russia by the urban extension level of the territory, 2022

По результатам расчётов на основе модифицированной методики разрыв между регионами, занявшими первую и вторую позиции, сократился до 70 баллов; последнее место по уровню урбанизированности территории осталось за Республикой Алтай (62). Средний балл – 171 (примерно соответствует Ханты-Мансийскому автономному округу, 46 место), медиана – 178 (что примерно соответствует Саратовской области и Хабаровскому краю). В группу сверхурбанизированных субъектов России попал 1 регион, высокоурбанизированных – 25, среднеурбанизированных – 46 и слабоурбанизированных – 10, что позволяет делать вывод о том, что большая часть регионов страны характеризуется средним уровнем урбанизированности территории.

Интерес представляет дифференциация уровня урбанизированности территории по федеральным округам РФ. Несмотря на то, что Центральный федеральный округ является единственным, в состав которого входит сверхурбанизированный регион, по среднему баллу он уступает Приволжскому федеральному округу, в котором половина субъектов относится к группе высокоурбанизированных (табл. 2). Необходимо отметить, однако, что крупные высокоурбанизированные ареалы формируются объективно под влиянием ряда факторов и не привязаны к административным границам. Примером служит ареал, экистический каркас которого составляют такие крупные города России, как Тюмень, Новосибирск, Омск, Томск и Кемерово, относящиеся к Уральскому и Сибирскому федеральным округам.

Кроме того, интерес представляет медианный показатель людности городов и пгт. Рассчитанный на основе всех городских поселений без учёта городов федерального значения, он равняется 9351 человеку, что соответствует численности населения пгт Ашукино в Московской области. При вовлечении исключительно городов он равняется 25,5 тысячам человек, что примерно соответствует численности населения городов Лосино-Петровский в Московской области и Сосногорск в Республике Коми.



Получается, таким образом, что средневариантный город в РФ очень небольшой по численности.

Таблица 2
 Table 2

Уровень урбанизированности территории в разрезе по федеральным округам РФ, 2022 г.
 The urban extension level of the territory by federal districts of the Russian Federation, 2022

Федеральный округ	Количество субъектов, уровень урбанизированности территории которых				Средний балл
	очень высокий	высокий	средний	низкий	
Приволжский	–	7	7	–	206
Центральный	1	7	9	–	196
Уральский	–	2	4	–	186
Южный	–	3	3	1	163
Северо-Кавказский	–	1	5	1	161
Сибирский	–	4	3	3	153
Северо-Западный	–	1	7	2	141
Дальневосточный	–	–	8	3	125

Перспективы модификации балльно-оценочной методики расчёта уровня урбанизированности территории

Существует возможность включения в методику расчёта уровня урбанизированности территории ещё как минимум трёх показателей, использование каждого из которых сопряжено с определёнными трудностями.

Первый из таких показателей – доля площади городских поселений в общей площади региона. Её включение в расчёты позволило бы более объективно отразить уровень урбанизированности территории таких крупных по площади субъектов РФ, как Республика Якутия, Красноярский край и иные, а также субъектов, основная часть городского населения которых проживает лишь в нескольких крупных городах. Приходится, однако, считаться с неполнотой и устареванием представленной в открытом доступе информации о площадях территорий городов и в особенности пгт. Более того, необходимо учитывать, что имеющиеся данные отражают административные площади, в состав которых могут быть включены ареалы, на которые в принципе не распространяется городской образ жизни (например, акватории, крупные лесные массивы, особо охраняемые природные зоны и др.).

В связи с обозначенными проблемами данный показатель был рассчитан авторами лишь по двум федеральным округам России – Северо-Западному и Дальневосточному. Они были выбраны в качестве примеров как, с одной стороны, обладающие схожими характеристиками (окраинное приморское положение и относительно низкий средний уровень урбанизированности территории), а с другой – имеющие существенные различия по таким показателям, как численность и плотность населения, густота сети поселений, давность основания городов.

В среднем доля площадей городских поселений составляет 0,78 % и 0,24 % территории СЗФО и ДВФО соответственно. В первом из них показатели варьируются от 0,03 % (Ненецкий автономный округ) до 3,93 % (Калининградская область). Несколько более высокой на фоне ранее представленных данных является площадь городских

поселений в Ленинградской области – 1,17 %. Для ДВФО минимальное значение показателя составило 0,01 % (Чукотский автономный округ), максимальное – 0,76 % (Приморский край). Относительно прочих регионов, входящих в рассматриваемый федеральный округ, высок показатель также в Еврейской автономной (0,64 %) и Сахалинской областях (0,48 %).

Вследствие существования столь сильных различий представляется целесообразным дальнейшее усовершенствование методики расчёта уровня урбанизированности территории за счёт включения данных, отражающих площадь городских поселений по всем субъектам, как это было представлено в работе на аналогичную тему на примере Швеции. Интересно отметить, что в её пределах максимальные показатели по регионам Вестра-Геталанд (2,4 %) и Сконе (2 %) уступают Калининградской области [Балабейкина и др., 2022].

Второй потенциальный показатель для включения в методику расчёта уровня урбанизированности территории – соотношение людности двух крупнейших городов, что позволило бы выявить степень соответствия иерархии населённых пунктов правилу Ципфа. Проблема с его использованием по отношению к России состоит в том, что на территории двух субъектов (Ненецкого автономного округа и Республики Алтай) расположено лишь по одному городу, а в последнем случае имеется в принципе только одно городское поселение.

По сравнению с 2015 годом перечень регионов, в которых соблюдается правило Ципфа, согласно которому первый по людности город должен быть крупнее второго в 1,5–2,5 раза, несколько изменился. В нём остались Архангельская (1,9), Белгородская (1,8), Псковская и Самарская области, Краснодарский край (2,2), республики Крым (2,2), Татарстан и Хакасия. Выбывшие субъекты характеризуются незначительным увеличением соотношения – до 2,6–2,8; это касается Владимирской, Иркутской и Оренбургской областей, Хабаровского края и Республики Коми. Появились в списке и новые субъекты – Московская область и Республика Ингушетия (1,9). Таким образом, эталонное правило Ципфа соблюдается лишь в небольшом количестве регионов, в то время как в других субъектах второй по численности населения город может уступать первому почти в 40 раз (Омская область) либо не уступать вовсе (Вологодская, Кемеровская и Ленинградская области).

Наконец, третий потенциальный показатель являет собой долю населения городов, людность которых составляет менее 12 тысяч человек, в общей численности городского населения. Таковой считается национальная общероссийская пороговая норма, преодолев которую населённый пункт должен получить статус города. На практике же встречаются многочисленные примеры поселений, преобразованных в города и имеющих меньшую численность населения (как вариант, утративших часть населения, но сохранивших статус города), а также поселений, преодолевших указанное пороговое значение, но имеющих статус пгт. Использование данного показателя осложняется тем, что пороговая численность в 12 тысяч человек является лишь условно общенациональной. В действительности зачастую (хотя не во всех случаях) субъекты РФ устанавливают собственные нормы (например, Ивановская область – 8 тысяч человек, Курганская область – 9 тысяч человек и т.д.), которые для использования в методике необходимо унифицировать неким способом, алгоритм которого требует разработки.

Необходимо отметить, что упомянутое несоответствие людности населённого пункта и его статуса не фиксируется только в 19 субъектах России. В большинстве регионов доля населения, проживающего в столь малых городах, незначительна. В 8 регионах она составляет 10–20 %. К ним относятся Вологодская, Кировская, Калужская, Псковская, Еврейская автономная и Сахалинская области, республики Тыва и Карелия. В Чукотском автономном округе доля проживающих в городах, численность которых не достигает 12 тысяч человек, превышает 40 %. Наиболее характерными примерами обратного явления служат пгт Нахабино Московской области (более 50 тысяч человек), пгт Яблоновский Республики Адыгея (более 40 тысяч человек), пгт



Горячеводский Ставропольского края, Приволжский Саратовской области и Маркова Иркутской области (каждый насчитывает более 30 тысяч жителей).

Заключение

В исследовании была представлена модификация методики интегрально-балльной оценки уровня урбанизированности территории России с учётом изменений за период 2016–2022 гг. Названный показатель является важным комплексным параметром, позволяющим определить степень распространённости городского образа жизни в границах страны и её отдельных субъектов и выявить региональную дифференциацию, что может иметь как теоретическое (при научном осмыслении урбанизационных процессов в РФ, их особенностей, пространственных и временных проявлений), так и практическое (при планировании социально-экономического развития регионов) значение.

Решение поставленных задач позволило прийти к следующим выводам.

За период 2016–2022 гг. фиксируются 47 случаев, связанных с изменением статуса населённых пунктов России. Наиболее распространёнными из них являются понижение пгт в статусе до сельского населённого пункта (23) и преобразование сельского поселения в пгт (11). Наблюдались также такие изменения, как преобразование сельских населённых пунктов и пгт в города (по 3), упразднение пгт (3), образование пгт путём выделения из других поселений (2), понижение города в статусе до пгт (1), образование федеральной территории (1).

Было произведено три варианта расчёта уровня урбанизированности территории России. Использование исходной методики Э.Л. Файбусовича и О.А. Балабейкиной позволило выявить увеличение показателя в 65 субъектах страны в среднем на 6,8 баллов. В 14 регионах, из которых большинство (8) относится к Центральному федеральному округу, уровень урбанизированности территории снизился в среднем на 4,3 балла. Изменений не наблюдается в Иркутской и Курганской областях, а также Карачаево-Черкесской Республике. Второй расчёт был произведён с учётом замечаний, полученных авторами оригинальной методики. Согласно ему, уровень урбанизированности территории подавляющего большинства субъектов России снизился; исключениями стали лишь Чукотский и Ненецкий автономные округа, Еврейская автономная область, Республика Адыгея и Брянская область. Проведение третьего варианта расчёта по модифицированной методике позволило сгладить некоторые недостатки, вызванные её относительным характером и статистическими погрешностями. Согласно результатам, лишь один субъект страны (Московская область) попал в группу сверхурбанизированных, в то время как большая часть регионов (46) характеризуется средним уровнем урбанизированности территории.

Представляется, что более репрезентативные результаты можно получить, включив в исходные данные посёлки городского типа на основе дифференцированного подхода, а также расширив перечень исходных показателей. Решение этих вопросов – предмет отдельных исследовательских работ.

Список источников

- Ахметова Г.Ф. 2022. Миграционные процессы в национальных республиках с разным уровнем развития человеческого потенциала (на примере Башкортостана, Татарстана и Тувы). Новые исследования Тувы, 2: 53–69. DOI: 10.25178/nit.2022.2.4
- Балабейкина О.А., Кузнецов Л.М., Попутнева М.И. 2022. Уровень урбанизированности территории: кейс Швеции. Географический вестник, 1(60): 60–72. DOI: 10.17072/2079-7877-2022-1-60-72

- Балабейкина О.А., Файбусович Э.Л. 2018. Уровень урбанизированности территории Российской Федерации: региональный разрез. Географический вестник, 1(44): 72–82. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-1-72-82
- Беляева Н.Б., Тучков В.А. 2022. Социальная инфраструктура арктических городов Северной Европы и Российской Федерации. Техничко-технологические проблемы сервиса, 3(61): 110–118.
- Дементьев В.С. 2019. Динамика городского населения России в 1939–2018 гг.: историко-географический анализ. Псковский регионологический журнал, 3(39): 72–83.
- Ефимова Е.А. 2014. Региональные аспекты урбанизации в России. Региональная экономика: теория и практика, 43 (370): 2–12.
- Зангеева Н.Р., Аюшеева В.Г., Батомункуев В.С. 2019. Исследование современных процессов урбанизации Азиатской России. Экономика и предпринимательство, 7(108): 584–588.
- Кабакова С.И., Перцик Е.Н. 2014. Особенности урбанизации в странах Западной Европы в контексте проблем развития урбанизации в России. Инновации и инвестиции, 5: 85–88.
- Кушнырь О.В. 2016. Новые типы данных в картографировании систем расселения населения. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 5: 25–30.
- Лаппо Г.М. 2019. Разнообразие городов как фактор успешного пространственного развития России. Известия Российской академии наук. Серия географическая, 4: 3–23. DOI: 10.31857/S2587-5566201943-23
- Лесных В.В., Тимофеева Т.Б. 2020. Анализ подходов к оценке адаптивной устойчивости инфраструктурно-сложных территорий. В кн.: Проблемы и перспективы развития научно-технологического пространства. Материалы IV Международной научной интернет-конференции. Вологда, 15–19 июня 2020. Вологда, Вологодский научный центр Российской академии наук, 1: 142–147.
- Лесных В.В., Тимофеева Т.Б. 2022. Классификация межсистемных аварий на инфраструктурно-сложных территориях. Экономика региона, 18(2): 542–555. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-2-17
- Обедков А.П. 2020. Отечественная научная школа географического градоведения: лидеры и направления научных исследований. Историческая демография, 1(25): 59–80. DOI: 10.19110/2304-5922-2020-1-59-80
- Пивоваров Ю.Л. 2010. Урбанизация России в XX веке: идеалы и реальность. В кн.: География мирового развития. М., Товарищество научных изданий КМК: 228–239.
- Салимова Ю.И. 2022. Методические подходы к оценке урбанизации территорий в Республике Узбекистан. Экономический бюллетень Научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь, 7(301): 35–43.
- Трейвиш А.И., Нефедова Т.Г. 2021. Столичность, центральность, размеры и соперничество городов в мире и в России. Геоурбанистика и градостроительство: теоретические и прикладные исследования, 49–71.
- Gottmann J. 1964. Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States. New York, Twentieth Century Fund, 810 p. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/4537.001.0001>
- Mohammed I., Kosa A., Juhar N. 2017. Urbanization in Ethiopia: Expropriation Process and Rehabilitation Mechanism of Evicted Peri-Urban Farmers (Policies and Practices). International Journal of Economics & Management Sciences, 6 (5): 451. DOI: 10.4172/2162-6359.1000451
- Strange W.C. 2009. Agglomeration Research in the Age of Disaggregation. Canadian Journal of Economics, 42 (1): 1–27. DOI: 10.1111/j.1540-5982.2008.01497.x
- Strykiewicz T. 2022. Urban Shrinkage in Post-Socialist Countries. Pskov Journal of Regional Studies, 18 (1): 3–13. DOI: 10.37490/S221979310017505-8

References

- Akhmetova G.F. 2022. Migration Processes in National Republics with Different Levels of Human Development: the Cases of Bashkortostan, Tatarstan and Tuva. The New Research of Tuva, 2: 53–69 (in Russian). DOI: 10.25178/nit.2022.2.4
- Balabeikina O.A., Kuznetsov L.M., Poputneva M.I. 2022. The Level of Urbanization of a Territory: the Case of Sweden. Geographical bulletin, 1 (60): 60–72 (in Russian). DOI: 10.17072/2079-7877-2022-1-60-72



- Balabeikina O.A., Faibusovich E.L. 2018. The Urban Extension Level of the Russian Federation's Territory: Regional Aspect. Geographical bulletin, 1(44): 72–82 (in Russian). DOI: 10.17072/2079-7877-2018-1-72-82
- Belyaeva N.B., Tuchkov V.A. 2022. Social Infrastructure of Arctic Cities of Northern Europe and the Russian Federation. Technical and technological problems of the service, 3(61): 110–118 (in Russian).
- Dementiev V.S. 2019. Dynamics of Urban Population of Russia in 1939-2018: Historical and Geographical Analysis. Pskov Journal of Regional Studies, 3(39): 72–83 (in Russian).
- Efimova E.A. 2014. Regional Aspects of Urbanization in Russia. Regional Economics: Theory and Practice, 43(370): 2–12 (in Russian).
- Zangeeva N.R., Ayusheeva V.G., Batomunkuev V.S. 2019. Study of Modern Urbanization Processes in Asian Russia. Journal of Economy and entrepreneurship, 7(108): 584–588 (in Russian).
- Kabakova S.I., Percik E.N. 2014. Osobennosti urbanizatsii v stranakh Zapadnoy Evropy v kontekste problem razvitiya urbanizatsii v Rossii [Features of Urbanization in Western Europe in the Context of the Problems of Urbanization Development in Russia]. Innovacii i investicii, 5: 85–88.
- Kushnyr O.V. 2016. New Types of Data Got as a Result of Mapping the Settlement Systems. izvestia vuzov "Geodesy and Aerophotosurveying", 5: 25–30 (in Russian).
- Lappo G.M. 2019. Diversity of Cities as a Factor of Russia's Successful Spatial Development. Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya, 4: 3–23. DOI: 10.31857/S2587-5566201943-23 (in Russian).
- Lesnykh V.V., Timofeeva T.B. 2020. Analysis of Approaches to Assessing of Infrastructure-Complex Territories Resilience. In: Problemy i perspektivy razvitiya nauchno-tehnologicheskogo prostranstva [Problems and Prospects for the Development of Scientific and Technological Space]. Vologda, 15–19 June 2020. Vologda, Publ. Vologodskiy nauchnyy tsentr Rossiyskoy akademii nauk, 1: 142–147 (in Russian).
- Lesnykh V.V., Timofeeva T.B. 2022. Classification of Intersystem Accidents in Infrastructure-Complex Territories. Economy of Regions, 18 (2): 542–555 (in Russian). DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-2-17
- Obedkov A.P. 2020. National Scientific School of Geographical Urban Studies: Leaders and Research Areas. Historical Demography, 1 (25): 59–80 (in Russian). DOI: 10.19110/2304-5922-2020-1-59-80
- Pivovarov Yu.L. 2010. Urbanizatsiya Rossii v XX veke: idealy i realnost [Urbanization of Russia in the 20th Century: Ideals and Reality]. In: Geografiya mirovogo razvitiya [Geography of World Development]. Moscow, Publ. Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK: 228–239.
- Salimova Y.I. 2022. Methodological Approaches to Assessing the Urbanization of Territories in the Republic of Uzbekistan. Jekonomicheskij bjulleten' Nauchno-issledovatel'skogo jekonomicheskogo instituta Ministerstva jekonomiki Respubliki Belarus', 7(301): 35–43 (in Russian).
- Treivish A.I., Nefedova T.G. 2021. Stolichnost, tsentralnost, razmery i sopernichestvo gorodov v mire i v Rossii [Cities in the World and Russia: Capitals, Centrality, Size and Rivalry]. Geourbanistika i gradostroitel'stvo: teoreticheskie i prikladnye issledovaniya, 49–71.
- Gottmann J. 1964. Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States. New York, Twentieth Century Fund, 810 p. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/4537.001.0001>
- Mohammed I., Kosa A., Juhar N. 2017. Urbanization in Ethiopia: Expropriation Process and Rehabilitation Mechanism of Evicted Peri-Urban Farmers (Policies and Practices). International Journal of Economics & Management Sciences, 6(5): 451. DOI: 10.4172/2162-6359.1000451
- Strange W.C. 2009. Agglomeration Research in the Age of Disaggregation. Canadian Journal of Economics, 42(1): 1–27. DOI: 10.1111/j.1540-5982.2008.01497.x.
- Stryjakiewicz T. 2022. Urban Shrinkage in Post-Socialist Countries. Pskov Journal of Regional Studies, 18(1): 3–13. DOI: 10.37490/S221979310017505-8

*Поступила в редакцию 11.04.2023;
поступила после рецензирования 16.05.2023;
принята к публикации 28.05.2023*

*Received April 11, 2023;
Revised May 16, 2023;
Accepted May 28, 2023*

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

Балабейкина Ольга Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры региональной экономики и природопользования, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Коробущенко Валерия Юрьевна, бакалавр регионоведения, кафедра региональной экономики и природопользования, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga A. Balabeikina, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Regional Economics and Environmental Management, Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russia

Valeria Yu. Korobushchenko, Bachelor of Regional Studies, Department of Regional Economics and Environmental Management, Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russia



УДК 911.37+910.26
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-382-391

Эстетические и потребительские параметры современной сельской среды

Гайденко Е.М.

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

Аннотация. Трансформация сельского расселения в Белгородской области, начавшаяся во второй половине прошлого века, определила тенденцию последовательной смены способов взаимодействия населения с природными комплексами, наложила отпечаток на потребительские параметры среды, возможность и полноту реализации потребностей населения. Целью данного исследования была определена оценка эстетических и потребительских параметров среды сельских поселений. Использование предложенного методологического подхода показано на примере населённых пунктов Ракитянского муниципального района Белгородской области. В результате исследования были выявлены специфические черты рекреационного природопользования: мобильность природопользования, площадь ареалов рекреационного природопользования, рекреационная нагрузка, рассчитанные на основе статической обработки данных социологического исследования. Сельские поселения, согласно полученным данным, по своим эстетико-потребительским параметрам существенно отличаются от городов и посёлков городского типа, что отражается в оценках attractiveness среды и формирования видов природопользования.

Ключевые слова: эстетические и потребительские параметры среды, рекреационное природопользование, рекреационная нагрузка, attractiveness среды, сельские населённые пункты

Для цитирования: Гайденко Е.М. 2023. Эстетические и потребительские параметры современной сельской среды. Региональные геосистемы, 47(3): 382–391. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-382-391

Aesthetic and Consumer Parameters of Modern Rural Environment

Elena M. Gajdenko

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

Abstract. The transformation of rural settlement in Belgorod Oblast, which began in the second half of the last century, has determined the tendency of a consistent change in the ways of interaction between the population and natural complexes, and has affected the consumer parameters of the environment, the possibility and completeness of realization of the needs of the population. The purpose of this study is to assess the aesthetic and portebeitel parameters of the environment of rural settlements. The use of the proposed methodological approach is shown on the example of settlements of Rakitnya district of Belgorod region. The study revealed specific features of recreational nature management: mobility of nature management, area of recreational nature management areas, recreational load, calculated on the basis of static processing of sociological survey data. According to the obtained data, rural settlements differ significantly from cities and urban-type settlements in their aesthetic and consumer parameters, which is reflected in the estimates of attractiveness of the environment and the formation of types of nature management.

Keywords: aesthetic and consumer parameters of the environment, recreational nature management, recreational load, representation coefficients, rural settlements

For citation: Gajdenko E.M. 2023. Aesthetic and Consumer Parameters of Modern Rural Environment. Regional geosystems, 47(3): 382–391 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-382-391

Введение

Сельская среда, в отличие от городской, глубоко связана с историческими корнями, а коренное сельское население до настоящего времени остаётся носителем памяти и культурных традиций предшествующих поколений. Однако в современных условиях значительная часть жителей сельских населённых пунктов переживает сложные времена, что обусловлено изменениями в аграрном секторе экономики, социальной нестабильностью, демографическим переходом и административными решениями. Популярная в 1970-х годах идея укрупнения хозяйств привела к концентрации производств в больших сельских поселениях, и, наоборот, лишению социальной инфраструктуры и услуг, появлению безработицы в малых сельских поселениях, что поставило их на грань выживания [Душков, 1987]. Сеть населённых пунктов Белгородской области не является исключением и переживает глубокую трансформацию. Наблюдается устойчивая концентрация населения в больших городах или в их пригородах, что способствует формированию вокруг них агломераций. По мере удаления от центра к периферии убыль населения увеличивается.

Трансформация сельского расселения региона, начавшаяся во второй половине прошлого века [Чугунова, 2016; Чугунова и др., 2018; Huseynova, 2023], привела к последовательной смене способов взаимодействия населения с природными комплексами, что повлияло на потребительские параметры среды, возможность и полноту реализации потребностей.

К вопросам, связанным с изучением эстетико-потребительских и рекреационных параметров среды, в последние десятилетия в географической науке повысился интерес, активное развитие получила эстетическая география [Бредихин, 2005; Азарова и др., 2007; Кочуров, Бучацкая, 2007; Дирин, Попов, 2010; Колбовский, 2011; Кириллова, 2012; Красовская, 2014; Root et al., 2017; Бибаева, Макаров, 2018; Tribot et al., 2018]. Результаты исследований в рамках данного направления важно учитывать при разработке схем территориального планирования муниципальных районов, генеральных планов поселений и принятии сопутствующих решений [Оборин, 2011; Грудина, 2013; Лисецкий, Панин, 2013; Комлева и др., 2020].

Объекты и методы исследования

Объект исследования – среда сельских населённых пунктов. На территории Белгородской области по данным Всероссийской переписи населения насчитывается 1574 сельских населённых пункта, в том числе не имеющих населения.

С учётом значимого опыта, накопленного как отечественными, так и зарубежными учёными, автором была предложена методика оценки эстетических и потребительских параметров среды [Lorina et al., 2017; 2018]. Методика прошла масштабную апробацию: на протяжении 17 лет были проведены исследования в 70 населённых пунктах, в некоторых из них исследования повторяли с целью выявления динамики. Часть исследований была направлена на углублённое исследование эстетико-потребительских параметров среды населённых пунктов, относящихся к особым группам: городские населённые пункты, посёлки городского типа, населённые пункты, расположенные вблизи горнодобывающих предприятий КМА.

Под эстетико-потребительским параметром понимается величина, характеризующая какое-либо эстетическое и потребительское свойство среды.

При изучении эстетико-потребительских параметров среды оцениваются не отдельные природные, природно-антропогенные комплексы или пейзажи, а в целом жизненная среда, включающая населённый пункт и прилегающие территории, попадающие в радиус природопользования большей части населения.

Результаты и их обсуждение

В статье представлена часть результатов исследования, проведённого в Ракитянском районе Белгородской области, сельские населённые пункты которого по своим эстетико-потребительским характеристикам являются типичными для региона. Общая площадь территории насчитывает 900,9 км². Административным центром Ракитянского района является посёлок городского типа Ракитное. Всего в районе насчитывается 60 населённых пунктов. На территории муниципального образования расположено 11 сельских поселений и 2 городских поселения.

Всего было изучено 13 населённых пунктов округа, 11 из которых относятся к категории сельских [Всероссийская перепись ..., 2022; Территориальный орган ..., 2022; Численность населения..., 2022]. Как уже было отмечено в ряде населённых пунктов исследования повторялись с целью выявления динамики. В 4-х сёлах (Венгеровка, Вышние Пены, Боброва, Меловое), а также в пгт Пролетарский и Ракитное были проведены повторные исследования [Корнилов и др., 2010; Лопина и др., 2018]. Кроме того, была расширена и уточнена методология исследования, привлечены новые технические средства для проведения исследования и обработки полученных результатов.

Сельская среда по потребительским характеристикам существенно отличается от городской. Оценка аттрактивности среды, её комфортности, формирование видов природопользования во многом уникальны. Например, в сельских населённых пунктах уровень оценки природного окружения и удовлетворенности наблюдаемым пейзажем зависит от численности жителей в них (рис. 1).

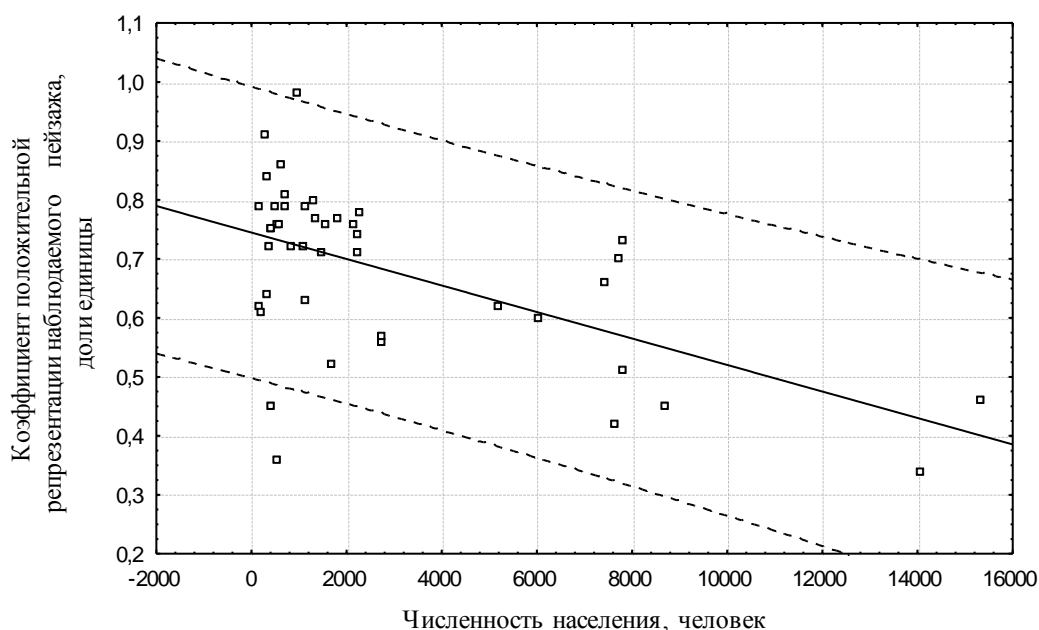


Рис. 1. Зависимость коэффициента положительной репрезентации наблюдаемого пейзажа от числа жителей населённого пункта ($r = -0,5695$, $p = 0,00005$)

Fig. 1. Dependence of the coefficient of positive representation of the observed landscape on the number of inhabitants of the settlement ($r = -0,5695$, $p = 0,00005$)

На рис. 1 показана зависимость коэффициента положительной репрезентации наблюдаемого пейзажа от числа жителей, выявленная для сельских населённых пунктов, расположенных в разных муниципальных районах и городских округах, в том числе в Ракитянском муниципальном районе.

Показатели аттрактивности (привлекательности) объектов природно-антропогенной среды, согласно методике, включают два аспекта – значимость отдельных элементов среды в восприятии среды и её особенности. Для населённых пунктов была определена аттрактивность через установление уровня удовлетворенности от наблюдаемого пейзажа (рис. 2).

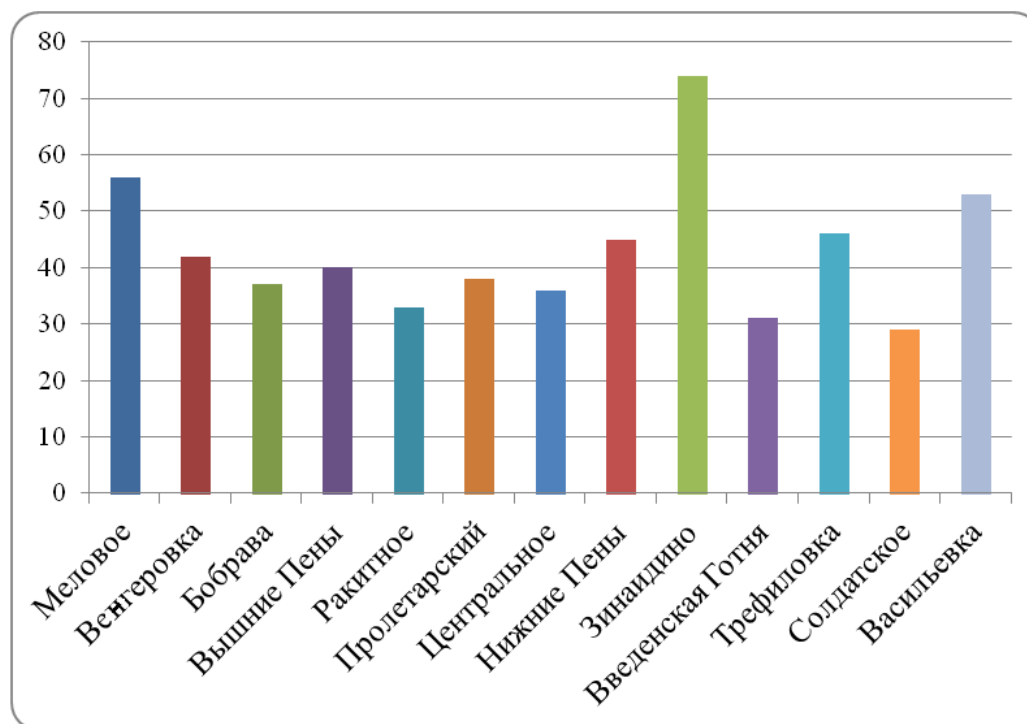


Рис. 2. Доля респондентов, удовлетворенных наблюдаемым пейзажем, %
Fig. 2. Share of respondents satisfied with the observed landscape, %

В целом в десяти из тринадцати поселений население большей степенью отмечает недовольство окружающей средой в настоящее время. В ходе социологического опроса жители предлагали изменения и дополнения, которые на их взгляд необходимо внести в благоустройство населённого пункта. В большинстве своём жители предлагали мероприятия по озеленению (чаще – посадка парка, сквера, реже – клумб, газонов) или мероприятия по строительству объектов социальной сферы (дом культуры, бассейн, кинотеатр, иногда даже магазин для жителей небольших сёл), обустройство родников и т. д.

Поселения Ракитянского района характеризуются как общностью некоторых аспектов эстетико-потребительских параметров среды, так и индивидуальными особенностями. При разработке проектных мероприятий по благоустройству общественных территорий рекомендуется учитывать общие эстетические потребности населения.

Анализируя полученные данные, можно выявить некоторые закономерности в выборе рекреационных объектов: некоторые из рекреационных объектов регионального значения являются привлекательными и часто посещаемыми жителями всех исследуемых населённых пунктов (Прохоровское поле, Холковские пещеры, заповедный участок «Лес

на Ворскле», памятники истории и культуры г. Белгорода), другие, зачастую меньшего радиуса доступности, только жителями отдельных поселений.

Безусловно, предпочтения жителей разных населённых пунктов, отличаются своеобразием и можно вынести конкретные предложения для администраций поселений с учётом предпочтений местных жителей, что составляет одну из частей прикладного характера исследования.

В ходе исследования были рассчитаны показатели мобильности природопользования (рис. 3). Установлено, что наибольшей мобильностью отличаются жители городских поселений Ракитное и Пролетарский, сёл Васильевка, Меловое и Зинаидино (около 2 км в среднем по всем видам РП). Наименьший показатель отмечен для жителей с. Введенская Готня, Трефиловка, Вышние Пены. Средний радиус для всех поселений Ракитянского района, по нашим подсчётам, составляет 1,65 км.

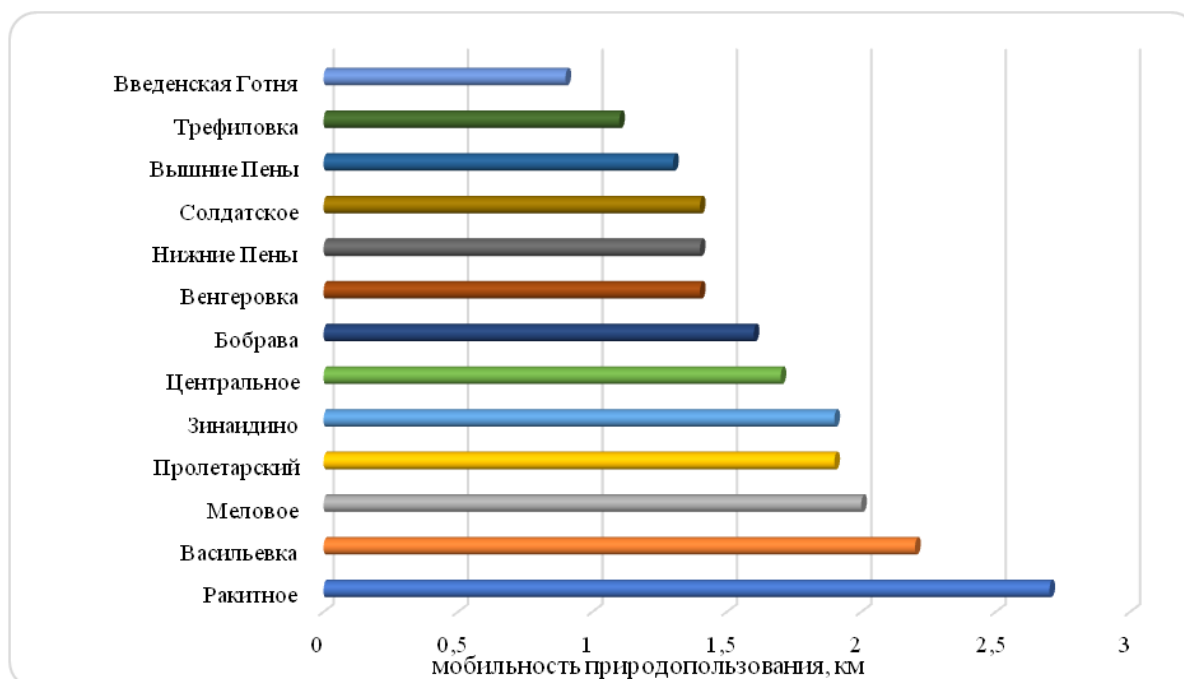


Рис. 3. Показатель мобильности природопользования
Fig. 3. Indicator of mobility of nature management

В ходе исследования были выявлены наиболее привлекательные рекреационные объекты для жителей разных поселений. С учётом группировки их по мобильности природопользования было выявлено, что по частоте упоминания во всех поселениях «лидерами» являются рекреационные объекты местного значения наилучшей (до 5 км) и хорошей (5–15 км) доступности.

Изучение рекреационного природопользования (по различным видам и поселениям) выявило, что показатели активности и мобильности природопользования варьируют в разных поселениях. Большой популярностью среди жителей муниципального района, практически во всех поселениях, пользуются сбор грибов, прогулки, приусадебное хозяйство, купание, рыбалка. Наибольшей мобильностью отличаются жители городских поселений Ракитное и Пролетарский, сёл Васильевка, Меловое и Зинаидино. Анализ отдельных объектов пользования показал, что некоторые из них являются часто посещаемыми и привлекают жителей всех исследуемых населённых пунктов, другие, зачастую меньшего радиуса доступности, представляют интерес только для жителей отдельных поселений.

Вследствие высокой плотности населения и густоты размещения поселений Ракитянского района, наблюдается наложение ареалов рекреационного природопользования вне зависимости от места жительства респондентов, что говорит о схожей практике природопользования, с одной стороны, и о необходимости регулирования рекреационной нагрузки, с другой.

Проведён анализ также не только по отдельным поселениям, как описано в примере выше, но и согласно разным типам рекреационного природопользования.

Для полноты картины изучения объёма природопользования того или иного вида необходимо учитывать площадь пространственного ареала, в котором оно происходит, что было сделано при расчёте коэффициента рекреационной нагрузки на ареал (частного, для отдельных видов пользования, и общего на пространственный ареал, с учётом всех видов) (табл.).

Расчёт коэффициента рекреационной нагрузки на ареал
The calculation of the coefficient of recreational load on the area

Название поселения	Коэффициент активности природопользования	Среднее число выходов по видам рекреационного природопользования (человеко-выходов в год на 1 жителя)	Показатель мобильности природопользования	Площадь ареала рекреационного использования, га	Коэффициент рекреационной нагрузки на ареал
Меловое	0,38	196	2,0	1256	0,06
Венгеровка	0,57	227	1,4	615	0,21
Бобрава	0,45	240	1,6	804	0,13
Вышние Пены	0,47	235	1,3	531	0,21
Нижние Пены	0,51	209	1,4	615	0,17
Зинаидино	0,43	199	1,9	1134	0,08
Введенская Готня	0,46	253	0,9	254	0,46
Центральное	0,50	246	1,7	907	0,14
Солдатское	0,48	226	1,4	615	0,18
Грефиловка	0,56	257	1,1	380	0,38
Васильевка	0,42	204	2,2	1520	0,06
Ракитное	0,41	185	2,7	2289	0,03
Пролетарский	0,46	208	1,9	1134	0,08

Размеры площадей ареалов рекреационного природопользования рассчитаны исходя из средних показателей мобильности природопользования. Исходя из того, что берётся среднее расстояние до используемых рекреационных объектов, то за форму ареалов условно принят круг с радиусом, равным показателю мобильности природопользования.

Применяя методику расчёта доверительного интервала, было проведено ранжирование представленных тринадцати поселений по коэффициенту рекреационной нагрузки:

- 1) высокая рекреационная нагрузка (0,32–0,46);
- 2) средняя рекреационная нагрузка (0,18–0,31);
- 3) низкая рекреационная нагрузка (0,03–0,17).



Максимальные показатели нагрузки характерны для сёл Введенская Готня, Трефиловка, что связано с совокупностью факторов – небольшой радиус природопользования и, как следствие, площадь ареала природопользования, наибольшее количество выходов среди поселений, максимальная активность жителей. Минимальная рекреационная нагрузка отмечена среди городских поселений Ракитное и Пролетарский, а также для сёл Зинаидино, Васильевка, Меловое.

Данный показатель должен быть использован для вынесения конкретных рекомендаций для отдельных поселений по оптимизации рекреационного природопользования.

Одним из результатов исследования стало установление перечня «утраченных» видов природопользования: сбор лекарственных трав и лозы, угля и торфа. Для некоторых рекреантов утраченными считаются купание, отдых в лесу, использование родников, рыбалка.

Таким образом, изучение активности и мобильности природопользования является очень важным при изучении эстетико-потребительских параметров среды и способствует выявлению тенденций и перспектив развития рекреационных объектов, что позволит определить наиболее эффективные виды рекреационной деятельности.

Заключение

В ходе социологического опроса, проведённого среди тысячи респондентов – жителей разных поселений Ракитянского муниципального района, отмечены отличительные показатели в восприятии и использовании окружающей среды. Учтены социально-демографические показатели выборки. Данные оценки эстетико-потребительских параметров среды получены в трёх пространственно-временных формах (детские впечатления, наблюдаемый пейзаж и предпочтения). Показатели колеблются в зависимости от величины населённых пунктов, численности населения в нём, разнообразия окружающей природы. Проведён подробный сравнительный анализ как по предлагаемым формам, так и по поселениям. В целом в десяти из тринадцати поселений жители большей степенью отмечают недовольство окружающей средой в настоящее время. Показатели аттрактивности объектов среды в целом оказались схожи по поселениям и отражают высокий уровень беспокойства за состояние и эстетику среды в них.

Получены размеры ареалов и объекты рекреационного природопользования для поселений Ракитянского района Белгородской области. Размеры ареалов колеблются в зависимости от величины населённого пункта, его численности, разнообразия ландшафтов. Рассчитаны показатели рекреационной нагрузки в поселениях, ранжирование поселений по данному коэффициенту, в соответствии с которыми предложены конкретные мероприятия по оптимизации среды для различных поселений. Выявлен и предложен ряд перспективных объектов и мероприятий по регулированию антропогенной нагрузки в рекреационной сфере с учётом результатов соцопроса и ландшафтно-географической характеристики территории.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что по результатам детального анализа существующих подходов и методологий к оценке параметров среды, представлена и апробирована авторская методика с учётом геоэкологического подхода.

Интеграция полученных результатов позволит оптимизировать территориальную структуру рекреационного природопользования (как на уровне отдельных объектов, так и на уровне конкретных поселений); разрабатывать комплекс управленческих решений, минимизирующих негативные последствия рекреационного природопользования для конкретных территорий.

Список источников

- Всероссийская перепись населения 2002 года. Электронный ресурс. URL: <http://perepis2002.ru/index.html?id=13>(дата обращения 27.09.2022).
- Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области — Всероссийская перепись населения 2010 года. Электронный ресурс. URL: <https://belg.gks.ru/folder/42294>(дата обращения 27.09.2022).
- Численность населения России, федеральных округов, субъектов Российской Федерации, городских округов, муниципальных районов, муниципальных округов, городских и сельских поселений, городских населенных пунктов, сельских населенных пунктов с населением 3000 человек и более. Итоги Всероссийской переписи населения 2020 года. На 1 октября 2021 года. Том 1. Численность и размещения населения (XLSX). Электронный ресурс. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab-5_VPN-2020.xlsx (дата обращения 10.10.2022).

Список литературы

- Азарова О.В., Терешкин А.В., Уполовников Д.А. 2007. Оценка эстетического состояния защитных лесных насаждений в системе озеленения города Саратова. Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова, 1: 5–6.
- Бибаева А.Ю., Макаров А.А. 2018. Применение ГИС для расчета комплексных показателей эстетической оценки ландшафтов. Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле, 24: 17–33. DOI: 10.26516/2073-3402.2018.24.17
- Бредихин А.В. 2005. Эстетическая оценка рельефа при рекреационных и геоморфологических исследованиях. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 3: 7–13.
- Грудина Н.А. 2013. Эстетическое качество туристско-рекреационных ландшафтов как показатель их устойчивого развития. Вестник Тамбовского Университета. Серия: естественные и технические науки, 18(2): 584–587.
- Дирин Д.А., Попов Е.С. 2010. Оценка ландшафта и эстетической привлекательности ландшафтов: методический обзор. Известия Алтайского государственного университета, 3–2(67): 120–124.
- Душков Б.А. 1987. География и психология. Подход к проблемам. М., Мысль, 285 с.
- Кириллова А.В. 2012. Рельеф как фактор эстетической привлекательности ландшафта. Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле, 2: 104–108.
- Колбовский Е.Ю. 2011. Эстетическая оценка ландшафтов: проблемы методологии. Ярославский педагогический вестник, 3(4): 161–166.
- Комлева Е.А., Музейева А.Б., Ашикалиев А.Х. 2020. Эстетическая оценка ландшафтов в пространственно-территориальном планировании Оренбургской области. В кн.: Журналистика и география. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Воронеж, 20–21 марта 2020. Воронеж, Воронежский государственный университет; Кварт: 205–208.
- Кочуров Б.И., Бучацкая Н.В. 2007. Оценка эстетического потенциала ландшафтов. Юг России: экология, развитие, 2(4): 25–34. DOI: 10.18470/1992-1098-2007-4-25-34
- Красовская Т.М. 2014. Эстетические функции ландшафтов: методические приемы оценки и сохранения. Геополитика и экогеодинамика регионов, 10(2): 51–55.
- Корнилов А.Г., Федутенко А.П., Лопина Е.М. 2010. Оценка эстетико-потребительских параметров ландшафта в условиях современного землепользования (на примере пгт Белгородской области). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 21(92): 168–173.
- Лисецкий Ф.Н., Панин А.Г. 2013. Бассейновая концепция природопользования на сельских территориях Белгородской области. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 1: 48–51.
- Лопина Е.М., Васильченко А.П., Корнилов А.Г. 2018. Результаты оценки эстетико-потребительских параметров ландшафта и рекреационного природопользования на территории Ракитянского района Белгородской области. Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса, 4(3): 3–13. DOI: 10.18413/2408-9346-2018-4-3-0-1



- Оборин М.В. 2011. Эстетико-психологическая оценка ландшафтных комплексов для развития лечебно-оздоровительной рекреации и туризма. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности, 2: 89–93.
- Чугунова Н.В. 2016. Трансформации в системах расселения белгородской области: новые тренды в современных геоэкономических условиях. В кн.: Многовекторность в развитии регионов России: ресурсы, стратегии и новые тренды. XXXIII ежегодная сессия экономико-географической секции марс, Иркутск, 06–12 июня 2016. Иркутск, ИП Матушкина И.И.: 215–227.
- Чугунова Н.В., Полякова Т.А., Комкова А.И. 2018. Сельское расселение Белгородской области: результаты, тенденции изменений. В кн.: Стратегия развития приграничных территорий: традиции и инновации. Материалы V международной научно-практической конференции, Курск, 18 мая 2018. Курск, Курский государственный университет: 211–218.
- Huseynova B.A. 2023. Depopulation of the Ethnic Diverse Mountain Villages in the Northwestern Part of Azerbaijan and the Development of a Sustainable Rural Development Model. *Regional Geosystems*, 47(1): 34–48. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-1-34-48
- Lopina E.M., Kornilov A.G., Bondareva Y.Y., Kalugin V.A. 2018. Factor Assessment of the Aesthetic and Consumer Parameters of Regions. *The Journal of Social Sciences Research*, 4(1): 77–81.
- Lopina E.M., Kornilov A.G., Petin A.N., Kireeva-Genenko I.A. 2017. Assessment of Consumer and Aesthetic Parameters of the Environment at the Regional Level. *International Business Management*, 10(16): 3364–3368. DOI: 10.36478/ibm.2016.3364.3368
- Root E.D., Silbernagel K., Litt J.S. 2017. Unpacking Healthy Landscapes: Empirical Assessment of Neighborhood Aesthetic Ratings in an Urban Setting. *Landscape and Urban Planning*, 168: 38–47. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2017.09.028
- Tribot A.S., Deter J., Mouquet N. 2018. Integrating the aesthetic value of landscapes and biological diversity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1886): 20180971. DOI: 10.1098/rspb.2018.0971

References

- Azarova O.V., Tereshkin A.V., Upolovnikov D.A. 2007. Estimation of an Aesthetic Condition of Protective Wood Plantings in System of Gardening of Saratov. *Bulletin of the Saratov State Agrarian University N.I. Vavilova*, 1: 5–6 (in Russian).
- Bibaev A.Yu., Makarov A.A. 2018. Application of Information Systems for Calculations of Indicators of Aesthetic Assessment of Landscapes. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series «Earth Sciences»*, 24: 17–33 (in Russian). DOI: 10.26516/2073-3402.2018.24.17
- Bredikhin A.V. 2005. Esteticheskaya otsenka relyefa pri rekreatsionnykh i geomorfologicheskikh issledovaniyakh [Aesthetic Assessment of the Relief in Recreational and Geomorphological Studies]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya*, 3: 7–13.
- Grudinina N.A. 2013. Esthetic Quality of Tourist and Recreational Landscapes as Indicator of Their Stable Development. *Tambov University Reviews. Series Natural and Technical Sciences*, 18(2): 584–587 (in Russian).
- Dirin D.A., Popov E.S. 2010. Evaluation of Landscape and Aesthetic Appeal of Landscapes: a Methodological Review. *Izvestiya of Altai State University*, 3–2(67): 120–124 (in Russian).
- Dushkov B.A. 1987. *Geografiya i psikhologiya. Podkhod k problemam [Geography and Psychology. Approach to Problems]*. Moscow, Publ. Mysl, 285 p.
- Kirillova A.V. 2012. Relief as a Factor for Measuring of the Landscape Aesthetics. *Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*, 2: 104–108 (in Russian).
- Kolbovsky E.Ju. 2011. Aesthetic Estimation of Landscapes: Problems of Methodology. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 3(4): 161–166 (in Russian).
- Komleva E.A., Muzeeva A.B., Ashikkaliyev A.H. 2020. Aesthetic Assessment of Landscapes in Spatial-Territorial Planning of Orenburg Region. In: *Zhurnalistika i geografiya [Journalism and Geography]*. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Voronezh, 20–21 March 2020. Voronezh, Publ. Voronezh State University; Quarta: 205–208.
- Kochurov B.I., Buchatskaya N.V. 2007. Estimation of Aesthetic Potential of Landscapes. *South of Russia: ecology, development*, 2(4): 25–34 (in Russian). DOI: 10.18470/1992-1098-2007-4-25-34



- Krasovskaya T.M. 2014. Aesthetic Landscapes Functions: Methodology of assessment and preservation. *Geopolitics and Ecogeodynamics of regions*, 10(2): 51–55 (in Russian).
- Kornilov A.G., Fedutenko A.P., Lopina E.M. 2010. Evaluation of Aesthetic and Consumer Parameters of the Landscape in the Modern Land-Utilization (by the Example of Townships in Belgorod Region). *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*, 21(92): 168–173 (in Russian).
- Lisetsky F.N., Panin A.G. 2013. Basin Conception of Nature Use in Rurl Areas of Belgorod Oblast. *Vestnic of the Russian Agricultural Sciences*, 1: 48–51 (in Russian).
- Lopina E.M., Vasilchenko A.P., Kornilov A.G. 2018. Results of the Estimation of Aesthetic and Consumer Parameters of the Landscape and Recreational Nature Use in the Territory of Rakitnoye District of the Belgorod Region. *Research result. Business and Service Technologies*, 4(3): 3–13 (in Russian). DOI: 10.18413/2408-9346-2018-4-3-0-1
- Oborin M.V. 2011. The Esthetic and Psychological Mark of Landscape Complexes for the Development of Health Recreation and Tourism. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 2: 89–93 (in Russian).
- Chugunova N.V. 2016. Transformatsii v sistemakh rasseleniya belgorodskoy oblasti: novyye trendy v sovremennykh geoeconomicheskikh usloviyakh [Transformations in the Settlement Systems of the Belgorod Region: New Trends in Modern Geo-Economic Conditions]. In: *Mnogovektornost v razvitiy regionov Rossii: resursy. strategii i novyye trendy [Multi-Vector Approach in the Development of Russian Regions: Resources, Strategies and New Trends]*. XXXIII annual session of the economic-geographical section MARS, Irkutsk, 06–12 June 2016. Irkutsk, Publ. IP Matushkina I.I.: 215–227.
- Chugunova N.V., Polyakova T.A., Komkova A.I. 2018. Selskoye rasseleniye Belgorodskoy oblasti: rezultaty. tendentsii izmeneniy [Rural Settlement of the Belgorod Region: Results, Trends of Changes]. In: *Strategiya razvitiya prigranichnykh territoriy: traditsii i innovatsii [Strategy for the Development of Border Territories: Traditions and Innovations]*. Materials of the V international scientific and practical conference, Kursk, 18 May 2018. Kursk, Publ. Kurskiy gosudarstvennyy universitet: 211–218.
- Huseynova B.A. 2023. Depopulation of the Ethnic Diverse Mountain Villages in the Northwestern Part of Azerbaijan and the Development of a Sustainable Rural Development Model. *Regional Geosystems*, 47(1): 34–48. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-1-34-48
- Lopina E.M., Kornilov A.G., Bondareva Y.Y., Kalugin V.A. 2018. Factor Assessment of the Aesthetic and Consumer Parameters of Regions. *The Journal of Social Sciences Research*, 4(1): 77–81.
- Lopina E.M., Kornilov A.G., Petin A.N., Kireeva-Genenko I.A. 2017. Assessment of Consumer and Aesthetic Parameters of the Environment at the Regional Level. *International Business Management*, 10(16): 3364–3368. DOI: 10.36478/ibm.2016.3364.3368
- Root E.D., Silbernagel K., Litt J.S. 2017. Unpacking Healthy Landscapes: Empirical Assessment of Neighborhood Aesthetic Ratings in an Urban Setting. *Landscape and Urban Planning*, 168: 38–47. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2017.09.028
- Tribot A.S., Deter J., Mouquet N. 2018. Integrating the aesthetic value of landscapes and biological diversity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1886): 20180971. DOI: 10.1098/rspb.2018.0971

*Поступила в редакцию 19.06.2023;
поступила после рецензирования 30.07.2023;
принята к публикации 09.09.2023*

*Received June 19, 2023;
Revised July 30, 2023;
Accepted September 09, 2023*

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

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Гайденко Елена Михайловна, кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Elena M. Gajdenko, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia



УДК 631.4: 551.4 (519.3)
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-392-405

Сельскохозяйственные земли бассейна р. Оса: использование и уровень плодородия

Лопатина Д.Н., Белозерцева И.А.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
Россия, 664033, Иркутск, Улан-Баторская, 1
E-mail: daryaneu@mail.ru, beloZIA@mail.ru

Аннотация. В 2013–2023 гг. исследованы физико-химические свойства почв сельскохозяйственных угодий и залежей бассейна р. Оса в Иркутской области, а также на фоновой территории в естественных условиях. Составлена карта использования земель. Выявлено, что более 80 % сельскохозяйственных земель занимают залежи. Проведено картографирование почв сельскохозяйственных угодий и пригодных к использованию земель. Установлено использование под пашню малопродуктивных сильнокаменистых переуплотненных почв с малой мощностью гумусового горизонта, которые занимают около 2 % всех сельскохозяйственных угодий района исследования. Почвы, используемые под пашню, обладают меньшим содержанием гумуса в сравнении с природными аналогами. В почвах, которые не обрабатываются под пашню более 15 лет, обнаружены высокие уровни содержания гумуса («выше среднего»). Вместе с тем, в почвах залежей обнаружены низкие и средние уровни концентрации подвижных форм фосфора и калия. Установлено, что со временем содержание гумуса в почвах заброшенных сельскохозяйственных земель приближается к природному уровню. Однако для повышения плодородия почв некоторых залежей требуются фосфорные и калийные удобрения. В почвах залежных земель наблюдается восстановление количества агрономически ценных агрегатов. Составлена карта рекомендуемых целей (сохранение, развитие, отказ) использования почв.

Ключевые слова: почвы, сельское хозяйство, залежные земли, плодородие, картографирование

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке регионального гранта РНФ и Министерства экономического развития и промышленности Иркутской области (проект № 23-27-10013 (05-62-629/23) «Трансформация постагрогенных почв и возможность их введения в сельскохозяйственный оборот в условиях интенсивного природопользования и глобальных изменений окружающей среды»).

Для цитирования: Лопатина Д.Н., Белозерцева И.А. 2023. Сельскохозяйственные земли бассейна р. Оса: использование и уровень плодородия. Региональные геосистемы, 47(3): 392–405. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-392-405

Agricultural Land of the Osa River Basin: Use and Level of Fertility

Daria N. Lopatina, Irina A. Belozertseva

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS,
1 Ulan-Batorskaya St, Irkutsk 664033, Russia
E-mail: daryaneu@mail.ru, beloZIA@mail.ru

Abstract. In 2013–2023 studied the physicochemical properties of natural and agrogenic soils of active and fallow agricultural land of the Osa river basin in the Irkutsk region. A map of the use of land has been drawn up. It was revealed that more than 80 % of agricultural land is occupied by deposits. Mapping of soils of agricultural land and usable land was carried out. It has been established that under arable land there are low-productive highly densified overcompacted soils with a low thickness of the humus horizon,

which occupy about 2 % of all agricultural land in the study area. Soils used for arable land have a lower humus content compared to natural analogues. High humus concentrations were found, located within the «above average» range, in the sod horizon of soils of a 15-year deposit. However, medium to very low concentrations of mobile forms of phosphorus were found in the arable horizon of the deposit soils. The content of mobile forms of potassium in soils is characterized as low and above average. It has been established that over time, the content of humus in the fallow soil approaches the background level, but phosphorus and potassium fertilizers are required to increase soil fertility. On fallow lands, the restoration of the agronomically valuable soil structure is observed. A map of recommended goals (preservation, development, refusal) of soil use has been compiled.

Keywords: soils, agriculture, fallow land, fertility, mapping

Acknowledgment. The study was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation and the Ministry of Economic Development and Industry of the Irkutsk Region (Project No. 23-27-10013 (05-62-629/23) "Transformation of Post-Agrogenic Soils and the Possibility of Their Introduction into Agricultural Circulation in Conditions of Intensive Environmental Use and Global Environmental Changes").

For citation: Lopatina D.N., Belozertseva I.A. 2023. Agricultural Land of the Osa River Basin: Use and Level of Fertility. *Regional Geosystems*, 47(3): 392–405. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-392-405

Введение

С учетом роста численности населения в мире и изменения структуры питания в будущем потребуется больше сельскохозяйственной продукции, в том числе в странах, граничащих с Россией, таких как Китай и страны Центральной Азии [Godfray et al., 2010]. Россия обладает значительным сельскохозяйственным потенциалом за счет вовлечения в оборот залежных земель [Saraykin et al., 2017]. Возвращение постагрогенных земель в производство может рассматриваться как потенциал увеличения сельскохозяйственного производства. Использование данного потенциала позволит ослабить зависимость от импортного продовольствия. Актуальность данной статьи обусловлена наличием значительных площадей заброшенных сельскохозяйственных земель на территории Иркутской области.

С середины 1970-х до конца 1990-х гг. вопросам перераспределения земель было посвящено большое количество работ. Самый широкий круг факторов, влияющих на землепользование, представлен в работе [Geist, Lambin, 2002]. Многие ученые установили, что наибольшие площади заброшенных земель имеются на территориях, где наблюдается низкая урожайность, менее благоприятные социально-экономические условия, а также где растет средний возраст жителей и сокращается население [Prishchepov et al., 2012; и др.].

Экологической оценке почв Иркутской области (в том числе сельскохозяйственных земель) и соседних территорий посвящены работы Л.И. Калеп [2003], Л.Л. Убугунова [2020], А.А. Шпедт и др. [2022] и др. Составлены карты: «Эрозия почв Иркутской области»; «Трансформация пахотных земель Иркутской области» [Атлас Иркутской области, 2004]; «Земельные ресурсы Байкальского региона»; «Деградация и загрязнение почв Байкальского региона» [Экологический атлас бассейна ..., 2015; Экологический атлас Байкальского ..., 2017]. Следует отметить отсутствие региональных работ, связанных с картографированием почв заброшенных сельскохозяйственных угодий, расчетом сельскохозяйственного потенциала постагрогенных почв, эффективностью ввода их в землеоборот.

Объект и методы исследования

Территория исследования охватывает бассейн р. Оса в Осинском районе Иркутской области. Река Оса – правый приток Ангары. Реки Обуса и Каха – притоки Осы. Район исследования находится на Иркутско-Черемховской равнине со степными, лесостепными и подтаежными ландшафтами, характеризуется относительно плодородными для Иркутской области почвами и большой площадью заброшенных сельскохозяйственных земель.

По районированию почв О.В. Макеева и др. [1961] данная местность расположена в Усть-Ордынском округе предгорного Присяянского понижения с черноземами малой мощности. По районированию почв В.А. Кузьмина [2004] исследуемая территория отнесена к округу равнин подтайги, лесостепи и островных степей с черноземами, дерново-карбонатными, серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами.

В 2018–2023 гг. в Осинском районе проводились почвенно-географические и почвенно-геохимические исследования. На заброшенных и используемых сельскохозяйственных землях, а также на фоновой территории в естественных условиях заложено 120 разрезов почв. Отобрано и проанализировано более 270 образцов почв и растительности.

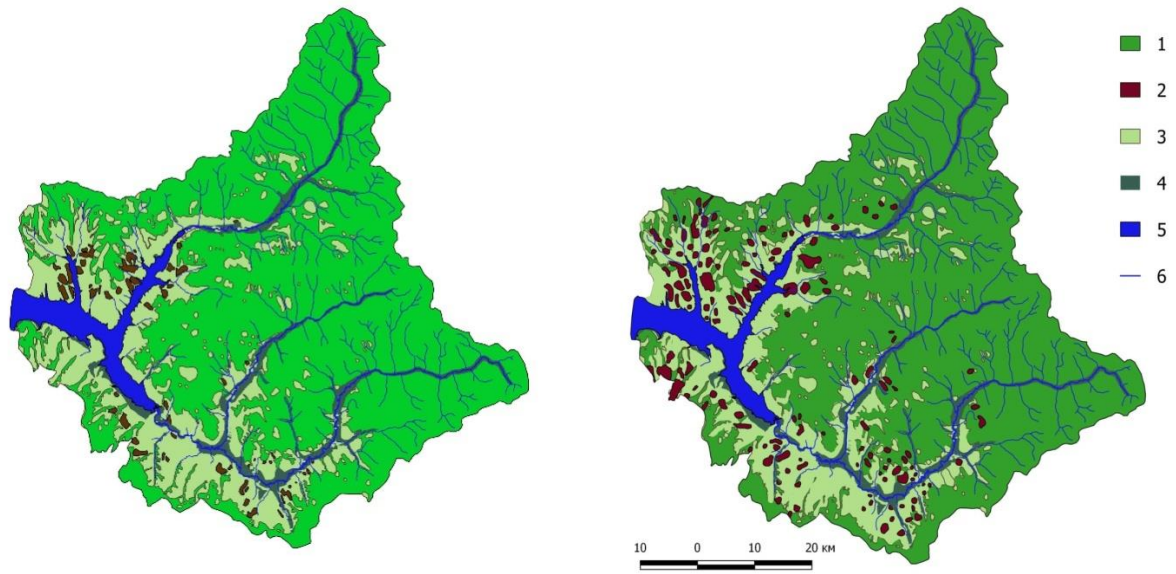
Массу наземной растительности определяли методом укоса [Титлянова, 2018]. Плотность почвы определялась методом режущего кольца по Качинскому [Агрохимические..., 1975; ГОСТ 5180-84]. Физико-химические анализы почв осуществлены по общепринятым методам [ГОСТ 29269-91]: актуальная кислотность (рН водн.) – потенциметрически [Аринушкина, 1970; ГОСТ 26212-91]; концентрация органического углерода (гумуса) и главных элементов питания растений – в соответствии с рекомендациями в работе [Воробьева, 2006; Агрохимические ..., 1975; ГОСТ 26213-91; ГОСТ 26207-91; ГОСТ 26488-85, ГОСТ 26489-85]; структурность почв определена по Савинову [Физико-химические..., 1990]; биологическая активность почв – по методике из работы [Аристовская, Чугунова, 1989].

Карты использования земель и почв составлены в программе Quantum-GIS с помощью крупномасштабных карт: топографических, геологических, растительности; космо- и авиаснимков, а также описаний ключевых участков и результатов физико-химических анализов. На основе сопоставления разновременных космо- и авиаснимков были выделены залежи разного периода времени.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных полевых и камеральных работ составлена карта использования земель бассейна р. Оса (рис. 1). По данным картографирования земель выявлено, что на 32 % площади исследуемой территории расположены сельскохозяйственные угодья, из них 88 % – заброшены, 12 % – используются под пашни. Часть залежных сельскохозяйственных земель используется в качестве пастбищ. На остальной территории, составляющей 68 % общей площади, в основном находятся земли под лесами, а также под заболоченными лугами и населенными пунктами. Согласно официальной статистике по Осинскому району за последние 10 лет наблюдался рост площадей земель, используемых под пашни, а также рост объемов сельскохозяйственной продукции. Согласно проанализированных нами данных дистанционного зондирования, площадь пашни в 2022 году выросла на 55 % по сравнению с 2013 годом.

Составлена карта почв сельскохозяйственных угодий и пригодных почв к использованию (рис. 2, табл. 1).



а б
 Земли под: 1 – лесами, 2 – пашней, 3 – залежью, 4 – заболоченными лугами, 5 – водоемами; 6 – реками
 Lands under: 1 – forest, 2 – arable land, 3 – deposit, 4 – swampy meadow, 5 – reservoir; 6 – rivers

Рис. 1. Трансформация площади сельскохозяйственных земель бассейна р. Оса с 2013 (а) до 2021 (б) г.
 Fig. 1. Agricultural land area of the Osa river basin in а) 2013 and б) 2021

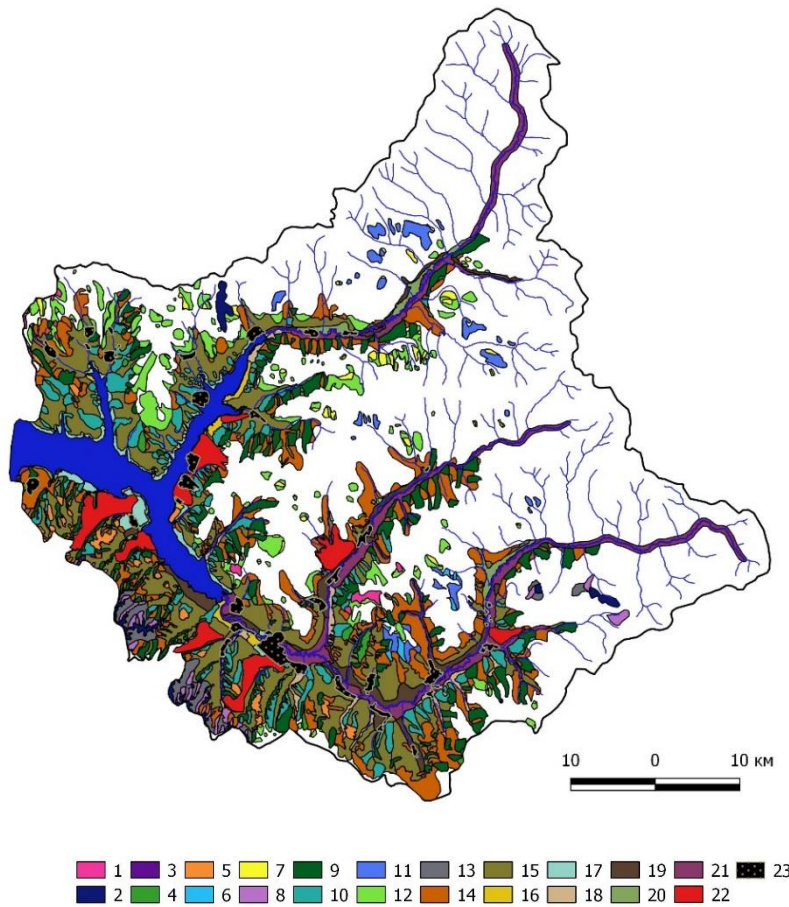


Рис. 2. Почвы сельскохозяйственных угодий и пригодных почв к использованию бассейна р. Оса. Легенда представлена в табл. 1.
 Fig. 2. Soils of agricultural land and suitable soils for use in the basin of the Osa river. The legend is shown in Table 1.



Таблица 1
Table 1

Легенда к карте рис. 2 «Почвы сельскохозяйственных угодий и пригодных почв к использованию бассейна р. Оса»
Legend to the map Fig. 2 «Soils of agricultural land and suitable soils for use in the basin of the Osa river»

№ кон-тура	Почвы	Рельеф	Высота над ур. моря	Растительность до освоения земель, на залежных землях
Почвы водораздельных поверхностей				
1	агролитоземы гумусовые	водораздел	от 653 до 764 м	злаково-разнотравная степь
2	агродерново-подзолистые		от 587 до 683 м	лиственнично-сосновый лес с березой
3	агротемногумусовые глинисто-иллювирированные			злаково-разнотравная степь
4	агросерые		от 482 до 576 м	сосново-березовый лес
5	агрочерноземы глинисто-иллювиальные			разнотравно-злаковая степь
Почвы склонов				
6	агродерново-подзолистые глееватые	северный склон	от 745 до 777 м	сосновый лес
7	агродерново-подзолистые		от 653 до 764 м	лиственнично-сосновый лес
8	агротемногумусовые глееватые		от 587 до 683 м	сосново-березовый лес
9	агросерые глееватые		от 482 до 576 м	березово-сосновый лес
10	агрочерноземы глинисто-иллювиальные глееватые			разнотравно-злаковый остепненный луг
11	агросерогумусовые	южный склон	от 745 до 777 м	сосново-березовый лес
12	агросерые метаморфические языковатые		от 653 до 764 м	сосново-березовый лес
13	агротемногумусовые метаморфизованные		от 587 до 683 м	березовый разреженный лес
14	агротемногумусовые		от 482 до 576 м	березовый разреженный лес
15	агрочерноземы			разнотравно-злаковая степь
Почвы речных долин				
16	агросерогумусовые аллювиальные	террасы северной экспозиции	от 440 до 454 м	лугово-степная
17	агрочерноземы гидрометаморфизованные	террасы южной экспозиции		разнотравно-злаковая степь
18	агротемногумусовые аллювиальные глееватые	пойма, террасы северной экспозиции		разнотравно-злаковый луг
19	агротемногумусовые аллювиальные	пойма, террасы южной экспозиции		злаково-разнотравный луг
20	аллювиальные гумусовые, аллювиальные темногумусовые	высокая пойма		разнотравно-злаковый заболоченный луг
21	аллювиальные перегнойно-глеевые, аллювиальные торфяно-глеевые	низкая пойма		злаковый заболоченный луг
22	агроземы	долины рек, склоны		от 440 до 777 м
23	урбаноземы			

Установлено, что на значительной площади сельскохозяйственных земель Осинского района расположены агрогенные аналоги природных почв (агрочерноземы, агротемногумусовые, агросерые и др. на месте естественных черноземов, темногумусовых, серых почв и др.). Ранее природные почвы данной местности формировались под степью и светлохвойными кустарничково-травяными лесами на суглинистых отложениях пологих склонов. Земли под пашнями в основном находятся около населенных пунктов.

Исследованы физико-химические свойства используемых и залежных почв сельскохозяйственных земель, а также фоновых территорий в естественных условиях почвообразования. Установлено уменьшение (на более чем 10 %) содержания гумуса в почвах сельскохозяйственных угодий в сравнении с почвами естественных природных участков (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Содержание гумуса и основных элементов питания растений в верхних пахотных и гумусовых горизонтах почв бассейна р. Оса
Humus content and basic elements of plants nutrition in upper arable and humus horizons of soils of the Osa river basin

№ обр.	Местоположение, использование	Почвы	Горизонт	Гумус %	мг/кг			
					NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	K ₂ O	P ₂ O ₅
1	120 м от п. Приморский, залежь 3 года	Агрозем темный	Wca	5,2	6,3	2,7	94	24
2			Pca	4,8	9,5	2,7	34	10
4	Окраина п. Приморский, залежь 15–17 лет	Агрозем темный	W	6,0	8,7	2,2	78	14
5			PU	5,8	7,8	2,4	30	13
8	Вблизи п. Приморский, пастбище	Темногумусовая	AU	9,5	9,0	4,0	22	7
13	м/у п. Приморский и п. Кутанка, фон	Чернозем	AU	10,6	14,3	5,2	560	339
16	м/у п. Кутанка и п. Приморский, залежь 20 лет	Агрозем темный	Wca	6,8	12,6	2,2	51	11
17			Pca	5,9	13,5	1,8	22	7
20	270 м от п. Бильчир, пастбище	Темногумусовая	AU	10,9	8,7	4,1	107	134
23	450 м от п. Бильчир, пастбище, залежь 15 лет	Агрозем темный	W	7,0	12,5	2,0	405	298
24			Pca	6,5	12,9	2,6	28	3
26	450 м от п. Жданово, пастбище, залежь 30 лет	Агросерогумусовая	W	5,4	6,4	3,4	63	32
27			P	4,9	10,4	4,7	25	26
29	2,6 км от п. Унгин, пашня	Агротемногумусовая	PU	11,5	7,0	6,4	40	14
30			AU	9,8	6,5	4,8	39	10
32	750 м от п. Унгин, пастбище	Темногумусовая	AУca	12,2	6,7	5,8	230	230
33			AUca	13,2	5,8	7,2	40	21
37	2,1 км от п. Новоленино, пашня	Агрочернозем	Pca	8,3	5,2	7,0	77	22
39	300 м от п. Обуса, сенокос, залежь 17–20 лет	Агрочернозем гидрометаморфизованный	Wca	15,1	7,1	4,0	57	8
42			PUca	9,4	8,9	3,7	14	2
43	500 м от п. Кутанка, пашня	Агрочернозем	PUca	7,3	7,6	3,4	40	9
44			AUBca	8,0	7,2	2,5	39	11
45	400 м от п. Ирхидей, долина р. Ирхидей, пастбище	Серая метаморфическая языковатая	AEL	5,1	8,6	2,8	397	384
48	500 м от п. Усть-Алтан, пастбище	Темногумусовая	AU	13,2	9,1	2,5	73	263



Продолжение таблицы
Continuation of the table

№ обр.	Местоположение, использование	Почвы	Горизонт	Гумус %	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	K ₂ O	P ₂ O ₅
53	400 м от п. Майск, пашня	Агрочернозем	P	5,9	12,3	4,5	121	9
57	600 м от п. Оса, пастбище	Чернозем гидрометаморфизованный	AU	10,1	10,3	6,0	59	116
67	Окраина п. Бурятские Янгуты	Темногумусовая	AU	14,3	9,1	6,2	67	8
74	2,2 км до п. Шотой, пастбище, залежь 15–20 лет	Агросерая	W	6,6	11,2	6,1	68	3
81	1,2 км до п. Шотой	Серая	AУ	6,8	9,7	4,2	131	38
83	2 км от п. Шотой, сенокос, залежь 15 лет	Агротемногумусовая	Wca	12,8	8,5	4,8	335	302
84	1,5 км от п. Шотой, пашня	Агроем темный	Pca	5,6	7,7	5,4	42	3
85	Около п. Онгосор, терраса р. Оса, пастбище, сенокос	Чернозем гидрометаморфизованный	AU	16,7	6,9	6,3	1865	872
91	Вблизи п. Бурятские Янгуты, пастбище	Чернозем гидрометаморфизованный	AU	13,6	5,8	5,3	56	7
94	Около п. Моголут, пастбище, залежь 10–15 лет	Агрочернозем типичный карбонатный	Pca	10,8	6,4	4,8	720	283
95	0,6 км от п. Марковка, пастбище, залежь 15–20 лет	Агротемногумусовая	Wca	12,5	8,0	3,3	98	7
96	Вблизи д. Грязнушка, пастбище, залежь 10–15 лет	Агрочернозем	Wca	11,3	7,9	3,0	83	5
97	2,1 км от п. Оса, пашня	Агроем темный	Pca	6,7	7,2	3,2	35	2
100	1,3 км от п. Прохоровка, пастбище, залежь 15–20 лет	Агротемногумусовая	PU	12,4	6,5	3,3	109	9
103	п. Русские Янгуты, пашня	Агрочернозем	PUca	9,4	8,5	2,7	114	161
104			AUBca	9,1	8,0	2,4	95	136
106	Около д. Онгой, пашня	Агролитозем гумусовый	Pca	4,0	9,1	3,0	23	3
109	д. Онгой, пастбище	Чернозем глинисто-иллювиальный	AU	12,9	8,5	2,7	525	284
110								
113	Вблизи п. Хокта, залежь, сосняк, 20 лет	Агросерая	PEL	7,8	7,6	3,5	102	78
115	Около п. Мольта, пастбище	Чернозем глинисто-иллювиальный глееватый	AУ	12,1	15,1	4,6	130	921
120	д. Борохал, сенокос, пастбище	Чернозем глинисто-иллювиальный	AU	12,2	10,7	5,6	56	7
122	м/у д. Борохал и Горхон, пастбище	Агрочернозем	AУca	6,5	8,3	4,0	19	5
123	Вблизи с. Обуса, пашня	Агрочернозем гидрометаморфизованный	Pca	9,4	6,3	4,7	57	3

Окончание таблицы
End of the table

№ обр.	Местоположение, использование	Почвы	Горизонт	Гумус %	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	K ₂ O	P ₂ O ₅
126	с. Обуса, пастбище, залежь 15–20 лет	Агрочернозем гидрометаморфизованный	Pca	10,4	6,8	4,5	48	5
128	д. Хайга, пашня	Агрочернозем	Pca	5,7	4,7	5,9	440	260
130	Окраина д. Усть-Алтан, залежь 15 лет	Агрозем темный	Wca	11,9	6,5	4,3	16	6
133	Вблизи д. Усть-Алтан, залежь 15–20 лет	Агросерогумусовая	W	5,3	8,0	6,3	21	19
134			PY	6,4	6,5	5,4	52	7
137	м/у Усть-Алтан и Майск, пастбище, залежь 17–20 лет	Агрочернозем гидрометаморфизованный	PU	12,5	8,2	3,8	103	193
139	п. Абрамовка, пашня	Агрозем темный	Pca	6,7	8,5	5,1	58	341
142	п. Абрамовка, пастбище	Темногумусовая	AU	9,0	5,6	4,6	154	282
143			AUB	7,1	6,2	3,2	22	3

Выявлено, что содержание гумуса в почвах земель, заброшенных более 15 лет назад, приближается к природному (> 10 %). В почвах на залежах при повышенном увлажнении и формировании луговой растительности наблюдается быстрое восстановление их продуктивности. Количество наземной массы возрастает до фоновых значений, а содержание гумуса в почвах достигает 12 % и более через 15–20 лет залежного состояния.

В большинстве проанализированных почв сельскохозяйственных земель наблюдается снижение (в сравнении с природными аналогами) концентрации подвижных форм калия и фосфора. В некоторых случаях (на пониженных элементах рельефа) наблюдалось превышение норм [Агрохимическая..., 2009]. На значительной части территории сельскохозяйственных земель в почвах выявлен недостаток фосфора (< 100 мг/кг). В большинстве случаев содержание подвижного фосфора характеризуется как «очень низкое». В почвах большей части исследованных земель установлено «очень низкое» (< 100 мг/кг) содержание калия. Однако в некоторых пробах почв пониженных элементов рельефа при повышенной влажности локально обнаружена «высокая» и «очень высокая» (> 600 мг/кг) концентрация калия и фосфора. Концентрация нитратов в почвах изменяется в пределах нормы (5–15 мг/кг).

В почвах используемых земель под пашню выявлено снижение доли агрономически ценных агрегатов (Σ агрегатов 0,25–10 мм) для роста и развития растений на более чем 30 % в сравнении с фоновыми территориями (рис. 4).

В почвах некоторых участков пашен установлена средняя и сильная степень уплотнения (1,3 г/см³ и более). В основном почвы пашен и залежей слабо уплотнены (< 1,1 г/см³) (рис. 5).

Значения продуктивности луговой растительности на залежах приближаются к фоновым значениям по достижении залежами возраста 15 лет и более. Продуктивность растительности на недавно заброшенных землях (до 15 лет) в 1,5 раза меньше по сравнению с природными аналогами с однотипной растительностью.

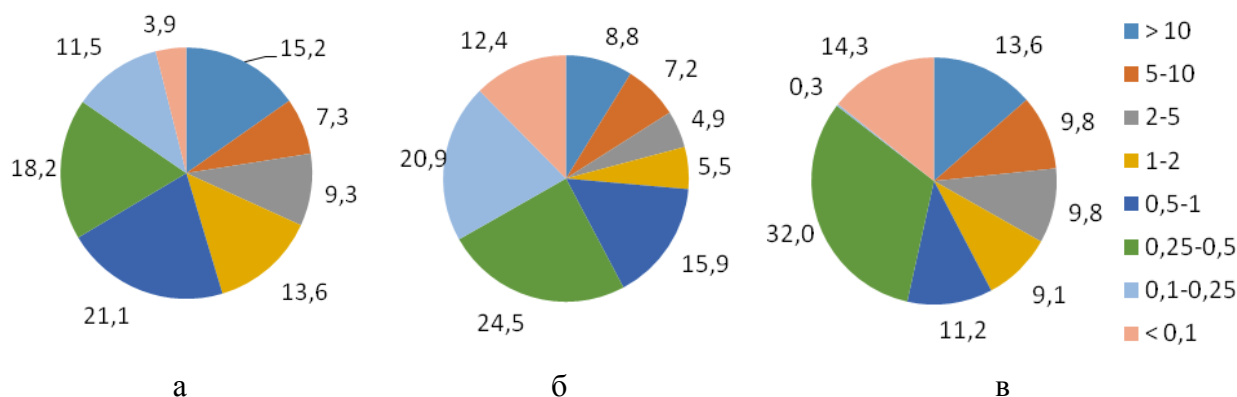
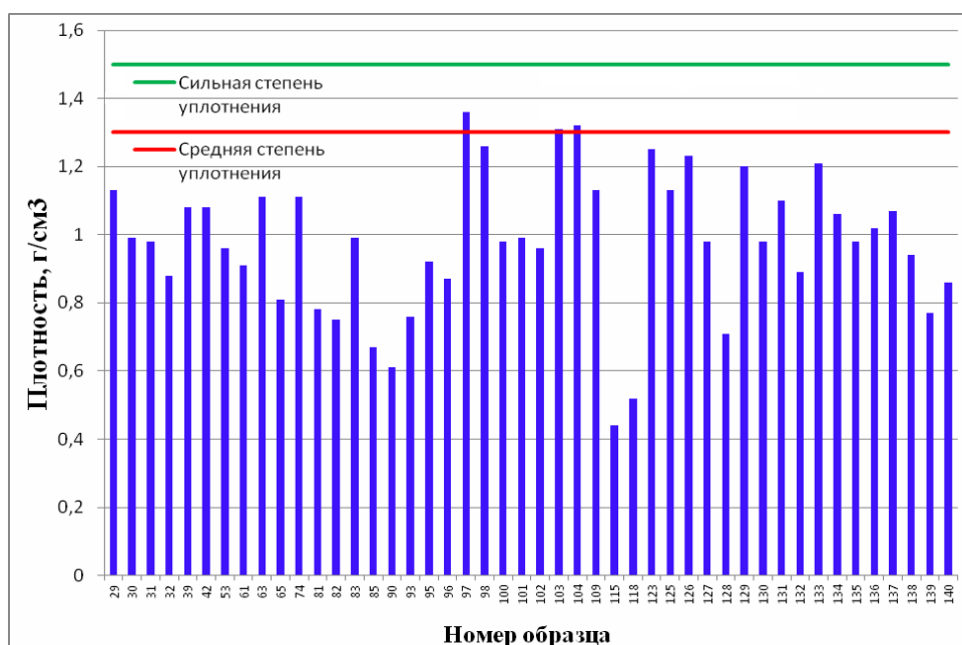


Рис. 4. Структурно-агрегатный состав гумусового горизонта:
а) агрочернозема гидрометаморфизованного действующей пашни,
б) агрообразема 1-летней залежи, в) агрочернозема гидрометаморфизованного 25-летней залежи
Fig. 4. Structure and aggregate composition of the arable horizon:
a) agrochernozyem of hydrometamorphized active arable land, b) agroabrazem of a 1-year-old deposit,
c) agrochernozyem of a hydrometamorphized 25-year-old deposit



Использование земель: пашня – 29, 30, 31, 42, 53, 97, 98, 103, 104, 123, 128, 129, 139, 140;
пастбище – 32, 85, 90, 93, 95, 96, 109, 115, 118, 136, 137; залежь – 39, 63, 83, 74, 100–102,
125–127, 130–135, 138; естественные (не используется) – 61, 65, 81, 82
Land use: arable land – 29, 30, 31, 42, 53, 97, 98, 103, 104, 123, 128, 129, 139, 140; pasture – 32, 85, 90, 93, 95, 96,
109, 115, 118, 136, 137; reservoir – 39, 63, 83, 74, 100–102, 125–127, 130–135, 138; natural – 61, 65, 81, 82

Рис. 5. Плотность почв сельскохозяйственных земель района исследования
Fig. 5. Soil density of agricultural land in the study area

На основе агрохимических показателей и почвенной карты дана агрохимическая оценка земель Осинского района для дальнейшего их использования в сельском хозяйстве. Составлена карта рекомендуемого использования почв (рис. 6, табл. 3). Среди показателей, проявивших в данном случае наибольшую чувствительность к сельскохозяйственному использованию, выделены: плотность почв; содержание агрономически ценных агрегатов, гумуса и главных элементов питания растений.

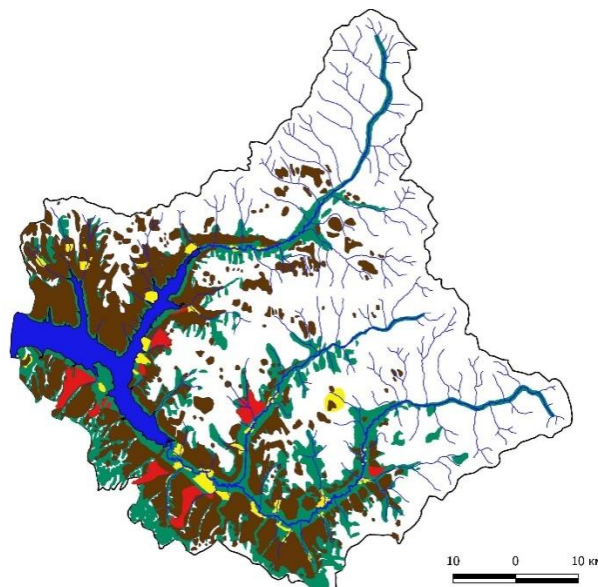


Рис. 6. Рекомендуемые цели использования почв сельскохозяйственных угодий и пригодных земель бассейна р. Оса
Fig. 6. Recommended purposes for the use of agricultural soils and suitable land in the Osa river basin

Таблица 3
Table 3

Легенда к картосхеме на рис. 6. Рекомендации к использованию почв сельскохозяйственных угодий и пригодных земель бассейна р. Оса
Legend to the map diagram in Fig. 6. Recommendations for the use of agricultural soils and usable lands of the Osa river basin

№	Рекомендации к использованию	Почвы	Показатели					
			C	NPK			Σ	D
				NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O		
1	Отказ от использования	Сильно нарушенные почвы в результате интенсивного использования: агролитоземы гумусовые типичные, агрообраземы типичные, урбаноземы	<3	<5	<25	<30	<30	>1,3
2	Санация (улучшение) с последующим переводом в категорию экстенсивного использования	Нарушенные почвы в результате использования: агроземы типичные, агродерново-подзолистые (турбированные)	6–3	8–5	50–25	50–30	40–30	1,2–1,3
3	Экстенсивное развитие (освоение), рекомендуются к использованию	Естественные почвы пологих склонов и выровненных поверхностей: черноземы (гидрометаморфизованные), черноземы глинисто-иллювиальные (глееватые), темногумусовые (глинисто-иллювирированные, глееватые, метаморфизованные). Почвы речных долин: аллювиальные гумусовые, аллювиальные темногумусовые (глеевые), аллювиальные перегнойно-глеевые.	10–8	12–10	200–100	200–100	60–50	1,0–1,1
4	Сохранение существующего устойчивого использования, перевод в эту категорию	Ценные, обладающие хорошими агрохимическими показателями почвы сельскохозяйственных земель: агрочерноземы (в том числе гидрометаморфизованные), агрочерноземы глинисто-иллювиальные, агротемногумусовые, агросеры, агроаллювиальные темногумусовые, агроаллювиальные серогумусовые на относительно выровненных поверхностях.	8–6	10–8	100–50	100–50	50–40	1,1–1,2

Примечание. Содержание: C – гумуса (%), NPK – основных элементов питания растений (мг/кг), Σ – агрономически ценных агрегатов (%); D – плотность почв, г/см³.



Выделены следующие рекомендуемые цели использования сельскохозяйственных угодий (в том числе заброшенных) и пригодных земель для сельского хозяйства:

1) Отказ и вывод из использования сельскохозяйственных земель.

Малопродуктивные сильнонарушенные среднеуплотненные почвы в результате интенсивного сельскохозяйственного использования (агрообраземы, агролитоземы гумусовые) с низким и очень низким содержанием агрономически ценных агрегатов, гумуса и главных элементов питания растений. Почвы в дальнейшем рекомендуются к отказу и выводу из использования. Данные почвы никогда не смогут восстановиться в залежном состоянии до плодородных, так как они и ранее были низкоплодородными в природном состоянии. Использование их не рентабельно, так как требуются большие финансовые затраты, например, нанесение нового плодородного слоя. Освоение их нецелесообразно.

2) Улучшение (рекультивация) сельскохозяйственных земель с переводом в категорию использования.

Среднеуплотненные невысокой продуктивности почвы в зоне интенсивного сельскохозяйственного использования (агроземы, агродерново-подзолистые) со средним и низким содержанием агрономически ценных агрегатов, гумуса и главных элементов питания растений. Рекомендуется провести агрохимические и агротехнические мероприятия повышения плодородия почв (внесение минеральных и органических удобрений и пр.).

3) Освоение естественных неиспользуемых земель (рекомендуется для использования).

Высокоплодородные слабоуплотненные почвы в природных условиях (черноземы гидрометаморфизованные, типичные и глинисто-иллювиальные; темногумусовые типичные, глинисто-иллювирированные, метаморфизованные и глееватые; аллювиальные гумусовые, темногумусовые (глеевые) и перегнойно-глеевые) с высоким содержанием агрономически ценных агрегатов и гумуса, со средней концентрацией главных элементов питания растений. Эти высокопродуктивные почвы составляют резерв для освоения, рекомендуются к сельскохозяйственному использованию.

4) Сохранение существующего использования сельскохозяйственных земель, перевод в эту категорию залежей.

Наиболее продуктивные и плодородные слабоуплотненные почвы используемых сельскохозяйственных земель и залежей (агрочерноземы типичные, гидрометаморфизованные и глинисто-иллювиальные; агротемногумусовые, агросерые, агроаллювиальные темногумусовые и серогумусовые) с высокой и средней концентрацией агрономически ценных агрегатов, гумуса, основных элементов питания растений. Значительная часть земель находится в залежном состоянии. Часть земель используются под сенокосы, пастбища и пашни.

Заключение

По данным составленной почвенной карты можно сделать вывод, что на значительной части освоенных земель Осинского района сформировались агрогенные аналоги природных почв (агрочерноземы, агросерые, агротемногумусовые и др.). Основная площадь данных почв под пашнями находится вблизи населенных пунктов. Сельскохозяйственные земли расположены на 32 % территории района, из них 88 % находятся в залежном состоянии, 12 % – используются.

В почвах действующих сельскохозяйственных угодий установлено уменьшение содержания гумуса по сравнению с природными аналогами. На почвах залежей наблюдается восстановление уровня содержания гумуса. Установлено, что в почвах, заброшенных 15 лет назад и более, содержание гумуса восстанавливается до фоновых значений.

В большей части исследованных почв сельскохозяйственных земель наблюдается дефицит подвижных форм калия и фосфора. В некоторых случаях в пониженных элементах рельефа обнаружен их избыток.

В почвах сельскохозяйственных угодий установлено уменьшение количества агрономически ценных агрегатов более чем на 30 % по сравнению с естественными аналогами. В почвах залежей при формировании дернового горизонта и накоплении гумуса происходит восстановление структуры почв и их разуплотнение.

Очень малоплодородные почвы используемых земель (агролитоземы, агрообраземы и др.), которые занимают 2 % исследуемой территории, рекомендуем к выводу и отказу от использования под пашню. 27 % сельскохозяйственных земель советуем к использованию (существующего и планируемого залежей), 3 % – к улучшению (рекультивации) с последующим переводом в категорию использования; 7 % естественных земель Осинского района – к использованию в сельском хозяйстве.

Таким образом, почвы сельскохозяйственных земель Осинского района в основном обладают удовлетворительными показателями плодородия, так как значительная часть освоенной территории представляет собой залежи возраста более 15 лет. При низкой концентрации главных элементов питания растений в почвах рекомендуем использовать органические и минеральные удобрения.

Список источников

- Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий и рекомендации по применению удобрений в ООО «Бильчир» Осинского района Иркутской области. 2009. Ред. Бутырин М.В. Иркутск, ФГБУ ЦАС «Иркутский», 29 с.
- Аринушкина Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв. М., Издательство Московского университета, 487 с.
- Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. 2004. М., Иркутск, 90 с.
- ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Электронный ресурс. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294853/4294853441.htm> (дата обращения: 15.08.2023)
- ГОСТ 29269-91. Почвы. Общие требования к проведению анализов. Электронный ресурс. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/5323/> (дата обращения: 15.08.2023)
- ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. Электронный ресурс. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/10397/> (дата обращения: 15.08.2023)
- ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. Электронный ресурс. URL: https://okhotin-grunt.ru/gost/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_26213-91.pdf (дата обращения: 15.08.2023)
- ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Электронный ресурс. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/38473/> (дата обращения: 15.08.2023)
- ГОСТ 26488-85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. Электронный ресурс. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294827/4294827941.pdf> (дата обращения: 15.08.2023)
- ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. Электронный ресурс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023496> (дата обращения: 15.08.2023)
- Кузьмин В.А. 2004. Почвенный покров. Атлас Иркутской области. Иркутск-Москва, 40–41.
- Экологический атлас бассейна озера Байкал. 2015. Ред. В.М. Плюснин. Иркутск, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 145 с.
- Экологический атлас Байкальского региона. 2017. Электронный ресурс. URL: <http://atlas.isc.irk.ru> (дата обращения: 15.08.2023).
- Физико-химические методы анализа в агрохимии. 1990. М., Агрохимиздат, 303 с.



Список литературы

- Агрохимические методы исследования почв. 1975. М., Наука, 656 с.
- Аристовская Т.В., Чугунова М.В. 1989. Экспресс-метод определения биологической активности почв. Почвоведение, 11: 7–15.
- Калеп Л.Л. 2003. К проблеме экологизации аграрного землепользования Байкальской природной территории. География и природные ресурсы, 2: 41–44.
- Макеев О.В., Корзун М.А., Ногина Н.А., Уфимцева К.А. 1961. Почвенное районирование Байкальской Сибири. В кн.: Почвенное районирование СССР. Москва, Издательство Московского университета: 146–206.
- Воробьева Л.А. 2006. Теория и практика химического анализа почв. М., ГЕОС, 400 с.
- Титлянова А.А. 2018. Методология и методы изучения продукционно-деструкционных процессов в травяных экосистемах. В кн.: Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности. Новосибирск, ИПА СО РАН: 6–14.
- Убугунов Л.Л. 2020. Почвенные ресурсы республики Бурятия, их агроэкологическое состояние и рациональное использованию. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, 2(59): 35–46. DOI: 10.34655/bgsha.2020.59.2.005
- Шпедт А.А., Козлова А.А., Белозерцева И.А., Гранина Н.И., Лопатовская О.Г., Киселева Н.Д., Куклина С.Л., Мартынова Н.А., Лопатина Д.Н. 2022. Почвенно-экологическая оценка сельскохозяйственных земель Красноярского края, Иркутской области, Республики Бурятия. Земледелие, 1: 9–13. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-9-13
- Geist H.J., Lambin E.F. 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. BioScience, 52(2): 143–150. DOI: 10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2
- Godfray H., Beddington J., Crute I., Haddad L., Lawrence D., Muir J., Pretty J., Robinson S., Thomas S., Toulmin C. 2010. Food Security: the Challenge of Feeding 9 Billion People. Science, 327(5967): 812–818. DOI: 10.1126/science.1185383
- Prishchepov A.V., Müller D., Dubinin M., Baumann M., Radeloff V.C. 2012. Determinants of Agricultural Land Abandonment in Post-Soviet European Russia. Land Use Policy, 30(1): 873–884. DOI: 10.1016/j.landusepol.2012.06.011
- Saraykin V., Yanbykh R., Uzun V. 2017. Assessing the potential for Russian grain exports: a special focus on the prospective cultivation of abandoned lands. In: The Eurasian Wheat Belt and Food Security: Global and Regional Aspects. Ed. by Gomez y Paloma S., Mary S., Langrell S., Ciaian P. New York, Springer Cham: 155–176.

Reference

- Agrokhimicheskiye metody issledovaniya pochv [Agrochemical Methods of Soil Research]. 1975. Moscow, Publ. Nauka, 656 p.
- Aristovskaya T.V., Chugunova M.V. 1989. Express Method of Determination of Biological Activity of Soils. Soil Science, 11: 7–15 (in Russian).
- Kalep L.L. 2003. K probleme ekologizatsii agrarnogo zemlepolzovaniya Baykalskoy prirodnoy territorii [To the Problem of Greening Agricultural Land Use of the Baikal Natural Territory]. Geografiya i prirodnyye resursy, 2: 41–44.
- Makeev O.V., Korzun M.A., Nogina N.A., Ufimtseva K.A. 1961. Pochvennoye rayonirovaniye Baykalskoy Sibiri [Soil Zoning of Baikal Siberia]. In: Pochvennoye rayonirovaniye SSSR [Soil Zoning of the USSR]. Moscow, Publ. Moskovskogo universiteta: 146–206.
- Vorobyova L.A. 2006. Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv [Theory and Practice of Chemical Soil Analysis]. Moscow, Publ. GEOS, 400 p.
- Titlyanova A.A. 2018. Metodologiya i metody izucheniya produktsionno-destruktsionnykh protsessov v travyanykh ekosistemakh [Methodology and Methods for Studying Production and Destruction Processes in Herbal Ecosystems]. In: Biologicheskaya produktivnost travyanykh ekosistem. Geograficheskiye zakonomernosti i ekologicheskiye osobennosti [Biological Productivity of Herbal Ecosystems. Geographical Patterns and Environmental Features]. Novosibirsk, Publ. ISA SB RAS: 6–14.



- Ubugunov L.L. 2020. Soil Resources of the Republic of Buryatia, Agroecological Conditions and Rational Use. Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, 2(59): 35–46 (in Russian). DOI: 10.34655/bgsha.2020.59.2.005
- Geist H.J., Lambin E.F. 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. BioScience, 52(2): 143–150. DOI: 10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2
- Godfray H., Beddington J., Crute I., Haddad L., Lawrence D., Muir J., Pretty J., Robinson S., Thomas S., Toulmin C. 2010. Food Security: the Challenge of Feeding 9 Billion People. Science, 327(5967): 812–818. DOI: 10.1126/science.1185383
- Prishchepov A.V., Müller D., Dubinin M., Baumann M., Radeloff V.C. 2012. Determinants of Agricultural Land Abandonment in Post-Soviet European Russia. Land Use Policy, 30(1): 873–884. DOI: 10.1016/j.landusepol.2012.06.011
- Saraykin V., Yanbykh R., Uzun V. 2017. Assessing the potential for Russian grain exports: a special focus on the prospective cultivation of abandoned lands. In: The Eurasian Wheat Belt and Food Security: Global and Regional Aspects. Ed. by Gomez y Paloma S., Mary S., Langrell S., Ciaian P. New York, Springer Cham: 155–176.

*Поступила в редакцию 02.03.2023;
поступила после рецензирования 16.08.2023;
принята к публикации 06.09.2023*

*Received March 02, 2023;
Revised August 16, 2023;
Accepted September 06, 2023*

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

Лопатина Дарья Николаевна, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

Белозерцева Ирина Александровна, кандидат географических наук, заведующий лабораторией геохимии ландшафтов и географии почв, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Daria N. Lopatina, Candidate of Geographical Sciences, Researcher of the Laboratory of Landscape Geochemistry and Soil Geography of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Irina A. Belozertseva, Candidate of Geographical Sciences, Head of the Laboratory of Landscape Geochemistry and Soil Geography of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia



УДК 631.6.02:519.6
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-406-416

Эколого-хозяйственное обоснование географических приоритетов регулирования территориальной структуры землепользования в Самарской области

¹Самохвалова Е.В., ²Клюшин П.В.

¹Самарский государственный аграрный университет
Россия, 446442, Самарская обл., Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

²Государственный университет по землеустройству
Россия, 105064, Москва, ул. Казакова, 15
E-mail: kinel_evs@mail.ru; klyushinpv@gmail.com

Аннотация. В статье обоснована необходимость установления географических приоритетов на основе оценки эколого-хозяйственного состояния территории для решения вопросов регулирования территориальной структуры землепользования. Выполнен пространственный анализ влияния показателей антропогенной нагрузки на природную среду и распределение плотности сельского населения в административных и земельно-оценочных районах Самарской области. Приведены результаты оценки степени деградации земель в зависимости от масштаба и выраженности повреждений земель, ранжирование районов по потенциальной эффективности мер экологизации землепользования и моделирование поэтапного регулирования территориальной структуры землепользования. Установлено, что последовательное снижение степени деградации до среднего уровня способствует уменьшению экологической опасности деградации почти на 15 % с получением экономического эффекта порядка 3,7 млн руб. в год в масштабе области.

Ключевые слова: территориальная структура землепользования, географические приоритеты регулирования, деградация земель, антропогенная нагрузка, эколого-хозяйственный анализ

Для цитирования: Самохвалова Е.В., Клюшин П.В. 2023. Эколого-хозяйственное обоснование географических приоритетов регулирования территориальной структуры землепользования в Самарской области. Региональные геосистемы, 47(3): 406–416. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-406-416

Ecological-Economic Substantiation of Geographical Regulatory Priorities of Land Use Territorial Structure in Samara Region

¹Elena V. Samokhvalova, ²Pavel V. Klyushin

¹Samara State Agrarian University
2 Uchebnaya St, Ust-Kinelsky, Kinel, Samara region 446442, Russia,

²State University of Land Management
15 Kazakova St, Moscow 105064, Russia,
E-mail: kinel_evs@mail.ru; klyushinpv@gmail.com

Abstract. The article substantiates the need to establish geographical priorities based on the assessment of the ecological and economic state of the territory in order to address the issues of regulating the territorial structure of land use. A spatial analysis of the anthropogenic load impact on natural environment and the distribution of rural population density in the administrative and land-assessment districts of the Samara region was carried out. The results of assessing the land degradation degree depending on the scale and severity of land damage, ranking areas according to the potential effectiveness of land use greening measures and modeling the phased regulation of the territorial structure of land use

are presented. It is planned to gradually reduce the degree of degradation to an average level in three stages. Areas of priority land use regulation at each stage are determined by the degree of land degradation. It has been established that at the end of all three stages, the degree of degradation in the region will decrease by 5.75 %, the ecological danger of degradation will decrease by almost 15 %, the economic efficiency of measures to optimize the territorial structure of agriculture on a landscape basis will be 932 rubles/ha, or about 3.7 million rubles per year on a regional scale (in prices as of 01.01.2023).

Key words: land use territorial structure, geographic regulatory priorities, land degradation, anthropogenic load, ecological and economic analysis

For citation: Samokhvalova E.V., Klyushin P.V. 2023. Ecological-Economic Substantiation of Geographical Regulatory Priorities of Land Use Territorial Structure in Samara Region. *Regional Geosystems*, 47(3): 406–416. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-406-416

Введение

Известно, что сельскохозяйственная деятельность и такие ее последствия, как распаханность земель, ликвидация естественных ландшафтов и лишение почвы растительной защиты, укрупненные поля севооборотов, перекоп севооборотов в сторону зернопропашных вызывают масштабные изменения почвенного покрова и, наряду с природными факторами, способствует развитию эрозионных процессов [Иванов и др., 2015; Sorokin et al., 2016; Ahmad et al., 2020; Маулен, 2022]. В связи с тем, что скорости процессов целенаправленного использования почв превосходят естественные темпы их восстановления, происходит существенное снижение или утрата плодородия. Нерациональная эксплуатация земель в агропроизводстве (избыточный полив, использование воды с большим содержанием солей), зарегулирование русла рек и организация водохранилищ также приводят к изменениям почвенного покрова, местами вплоть до засоления и осолонцевания почв, приобретения ими гидроморфных свойств и заболачивания [Разумов и др., 2017]. В результате происходит снижение производственных показателей агропроизводства, ухудшение экологической ситуации, социально-экономические последствия которых в долгосрочной перспективе связаны с консервацией земель на длительный срок, вынужденной миграцией сельского населения и т. п. [Варламов и др., 2014; Дашковский, 2018; Bennett, Wells, 2019].

Вопросы обеспечения оптимальной территориальной структуры агропроизводства вызывают озабоченность и поиск путей организации рационального, дифференцированного землепользования [Kaim et al., 2018; Замана, 2019; Зеленая экономика, 2019]. В частности, применение в последние десятилетия адаптивно-ландшафтной системы земледелия, природоохранных и ресурсосберегающих технологий, эколого-экономического подхода к управлению земельными ресурсами требуют усиления научно-методического обеспечения оценки и актуализации сведений о земле [Bouma et al., 1999; Волков, Шаповалов, 2017; Zudilin, Iralieva, 2021; Доклад о состоянии и использовании земель, 2022; Abbate et al., 2023].

Самарская область – экономически благополучный субъект РФ в составе Приволжского ФО по размеру валовой региональной продукции [Социально-экономическое ..., 2022]. Степень хозяйственной освоенности земель области составляет более 95 %, в том числе в активный хозяйственный оборот вовлечено почти 80 %. По преобладающему виду использования земель Самарская область является сельскохозяйственным регионом России. Она характеризуется высокой степенью распаханности земель (почти 58 % площади), развитостью зернового хозяйства (под зерновые отводится более 60 % посевных площадей) [Атлас земель ..., 2002; Маликов, 2018]. Сравнительно высокий радиационно-термический потенциал территории, плодородные черноземные почвы обеспечивают Самарской области пятое место в



Приволжском ФО по сбору зерна даже с учетом ограниченной влагообеспеченности растений и сложных условий перезимовки. Все это, с одной стороны, создает хозяйственную нагрузку на территорию, а с другой стороны, подчеркивает необходимость рациональной организации агроландшафта на основе пространственного анализа и оценки природного агропотенциала (ПАП) территории. Область расположена в пределах лесостепной, степной и сухостепной природных зон, в результате чего в ее границах выделено три земельно-оценочных района – 1, 2 и 3 ЗОР соответственно [Справочник, 2010]. При этом особенности рельефа, гидрографии, почвенного покрова, климата определяют сложную пространственно-временную структуру ПАП. Ценнейшим ресурсом области являются плодородные черноземы, что и определяет акцент в анализе ПАП и оценке земель на обеспечение их сохранения и рационального использования.

Объекты и методы исследования

Основы оценки качества почв и бонитировки заложены В.В. Докучаевым и получили развитие в трудах Н.М. Сибирцева, К.Д. Глинки, С.А. Захарова, С.С. Соболева, Н.А. Благовидова, Ф.Я. Гаврилюка, В.С. Столбового и других. Прежде всего, учитываются мощность органогенного горизонта, содержание гумуса в пахотном слое, гранулометрический состав почвы. Вопросы мониторинга экологического состояния земель, оценки деградации и регулирования землепользования рассматривались в работах Д.С. Булгакова, С.А. Гальченко, А.Л. Иванова, Ф.Н. Лисецкого, А.Н. Каштанова, В.И. Кирюшина, П.В. Ключина, А.А. Мурашевой, В.Н. Хлыстуна, Д.А. Шаповалова и других.

В работе выполнен пространственный анализ показателей экологического состояния почвенного покрова в административных и земельно-оценочных районах Самарской области. Рассмотрены показатели антропогенной нагрузки на природную среду, распределение плотности сельского населения в административных районах области в зависимости от комплекса эколого-хозяйственных показателей территории, получена оценка экологической стабильности территории [Клементова, Гейниге, 1995; Масютенко и др., 2013; Кочуров, 2023].

В соответствии с методикой [Шаповалов и др., 2010] выполнена оценка степени деградации земель в зависимости от масштаба и выраженности повреждений земель по данным государственного обследования [Атлас земель ..., 2002]. На основе моделирования нормативной урожайности оценочного набора культур рассчитан индекс сельскохозяйственной продуктивности природных ресурсов [Самохвалова, 2017]. Дополнительно определен параметр экологической опасности деградации (рассчитан как среднегеометрическое значение потерь продуктивности под действием комплекса негативных факторов на поврежденных участках) [Samokhvalova et al., 2021].

Все это позволяет определить целесообразность и направления регулирования территориальной структуры землепользования Самарской области, установить географические приоритеты применения мер регулирования и оценить их экономическую эффективность.

Результаты и их обсуждение

Необходимым условием сбалансированного функционирования агропроизводственного комплекса является обеспечение соответствия распределения производительных сил и производственных ресурсов характеристике природного агропотенциала территории. При этом следует учитывать также, что такие факторы, как расселение и трудовая миграция населения определяются не только потенциалом территории и экономической привлекательностью региона, но и условиями экологической безопасности, комфортности проживания и другими.

Так, в районах сухостепной зоны Самарской области низкая плотность сельского населения закономерно обусловлена сочетанием низкого потенциала продуктивности и высокой экологической опасности деградации сельскохозяйственных угодий (табл. 1). При этом в части районов лесостепной зоны, отличающейся наиболее высоким сельскохозяйственным потенциалом и плотностью населения, также отмечается «отток» населения. Это происходит в результате снижения эффективности агропроизводства в связи с развитием деградационных процессов и в перспективе повлечет нарушение баланса природных, экономических и трудовых ресурсов и экологический кризис.

Таблица 1
Table 1Эколого-хозяйственная оценка земель земельно-оценочных районов Самарской области
Ecological and economic land assessment in land-assessment districts of the Samara region

Показатель	Земельно-оценочные районы			Область в целом
	1 ЗОР	2 ЗОР	3 ЗОР	
Плотность сельского населения, чел./км ²	19,7	16,3	9,3	16,5
Оценка плотности сельского населения, балл	3	3	1	3
Индекс сельскохозяйственной продуктивности, безразм.	1,13	0,93	0,70	1,00
Оценка антропогенной нагрузки, балл	4	4	4	4
Коэффициент экологической стабильности, безразм.	0,35	0,29	0,29	0,32
Оценка экологической стабильности территории, балл	0	0	0	0
Площадь поврежденных сельскохозяйственных угодий, %	42,4	27,7	38,3	35,6
Оценка степени деградации, балл	2	1	2	2
Коэффициент экологической опасности деградации угодий, безразм.	0,54	0,36	0,60	0,48
Оценка экологической опасности деградации, балл	3	2	4	3

Это подчеркивает актуальность и необходимость дифференцированного подхода к регулированию территориальной структуры землепользования в природно-сельскохозяйственных зонах области. Прежде всего изменения требуются в районах с развитой водной эрозией почвы – на склонах Бугульмино-Белебеевской возвышенности на северо-востоке области, а также в районах возвышенного Приволжья и на сыртовом рельефе на юге.

Установлено, что из всех факторов нестабильности уровень распаханности территории (70–80 % земель) в разы превосходит действие других (коэффициент корреляции 0,997) и, таким образом, обеспечивает антропогенную нагрузку на территорию на грани повышенной и высокой степени и нарушает условия комфортного проживания людей. Уменьшение площади пашни до рекомендуемых пределов (менее 40 %) предполагает изменение целевого назначения ряда участков в пользу стабильных элементов территории (сенокосов, пастбищ), вывод части пахотных земель из сельскохозяйственного оборота (10 % площади и более в соответствии с мировыми стандартами) для организации и обеспечения функционирования природных экосистем и рекреационных зон. Такие меры должны быть обоснованными, исключая «перегибы» и снижение экономической привлекательности региона, осуществляться локально на основе оценки пригодности земель и экологической опасности деградации.

На рис. 1а приведены результаты балльной оценки деградации земель Самарской области в контурах административного деления вследствие действия комплекса негативных факторов: эрозионных процессов, изменения гидрологического режима почв и нарушения водно-солевого баланса, степени каменистости. Водной эрозией повреждено в административных районах области от 1,5 до 50 % сельскохозяйственных угодий [Маликов, 2018], оценка эрозионной деградации варьирует в диапазоне 0–4 балла.

Процессы деградации земель в результате нарушения водно-солевого баланса, а также каменистости выражены слабо и локально.

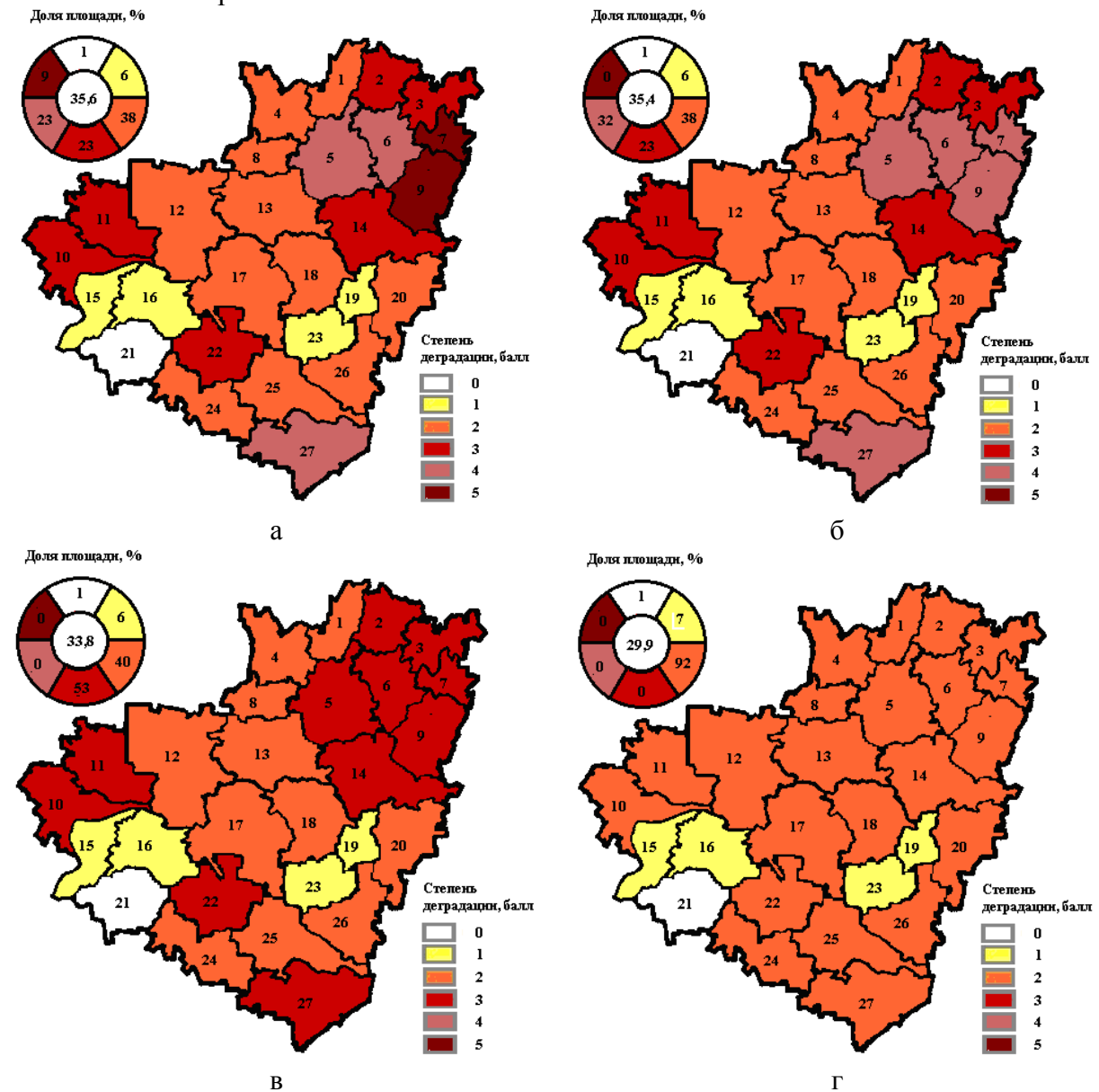


Рис. 1. Оценка деградации земель Самарской области в результате действия комплекса негативных факторов (а) и прогноз на первом (б), втором (в) и третьем (г) этапах экологизации землепользования (цифрами указаны номера административных районов; 1–13 – районы 1 ЗОР, 14–23 и 26 – районы 2 ЗОР, 24–25 и 27 – районы 3 ЗОР)

Fig. 1. Assessment of land degradation in the Samara region as a result of a complex of negative factors (a) and forecast at the first (b), second (c) and third (d) stages of land use greening (figures – the numbers of administrative districts; 1–13 – 1 land-assessment districts (LAD), 14–23 and 26 – 2 LAD, 24–25 and 27 – 3 LAD)

Общая площадь деградации сельскохозяйственных угодий составила 35,6 % (соответствует оценке 2 балла). В районах лесостепной зоны (1 ЗОР) на склонах Бугульмино-Белебеевской и Приволжской возвышенностей основной причиной деградации земель является водная эрозия почвы – масштаб повреждений достигает 4 баллов (в Камышлинском и Похвистневском районах), также проявляется каменистость почвы (до 1 балла), остальные процессы незначительны. В степной зоне области (2 ЗОР) масштаб водной эрозии составляет 0–2 балла, остальные процессы условно отсутствуют; в

районах сухостепной зоны (3 ЗОР) – водноэрозионные повреждения достигают 1–3 баллов с максимальным значением (3 балла) на склонах Общего Сырта в Большечерниговском районе, где также выражены процессы засоления почв (1 балл). Минимальная степень деградации отмечается в низменных пойменных районах, расположенных в долинах рек Волги и Самары. Суммарные потери продуктивности оценочного набора культур в зерновом эквиваленте в результате деградации земель составили в области почти 320 тыс. т. (табл. 2). В случае рационального использования земель и полного восстановления плодородия сегодняшние потери окажутся скомпенсированными соответствующей прибавкой урожая и поэтому ее можно рассматривать в качестве показателя потенциальной эффективности мер по экологизации землепользования. Ранжирование районов по этому показателю показало, что ранг 1 и хозяйственный приоритет установлен для Большечерниговского района (3 ЗОР), в первую пятерку вошли также – Сергиевский и Похвистневский районы (1 ЗОР) и Кинель-Черкасский и Красноармейский районы (2 ЗОР).

Таблица 2
Table 2

Характеристика деградации сельскохозяйственных угодий Самарской области
под действием комплекса негативных процессов
Characteristics of agricultural land degradation in the Samara region under
the influence of a complex of negative processes

Административный район	Площадь сельскохозяйственных угодий, тыс. га	Коэффициент снижения продуктивности, относ. ед.	Нормативная урожайность, ц/га	Потери продуктивности, тыс. т	Ранг района по потерям, номер
1 Челновершинский	94,9	0,98	28,6	5,4	24
2 Шенталинский	90,7	0,97	25,8	7,0	20
3 Клявлинский	93,1	0,97	25,4	7,1	19
4 Кошкинский	139,1	0,97	30,9	12,9	12
5 Сергиевский	221	0,96	32,6	28,8	2
6 Иса克林ский	119,7	0,96	31,7	15,2	6
7 Камышлинский	60,9	0,96	26,7	6,5	22
8 Елховский	105,7	0,98	30,7	6,5	23
9 Похвистневский	144,7	0,96	29	16,8	5
10 Сызранский	108,6	0,97	26,8	8,7	15
11 Шигонский	109,6	0,97	25,5	8,4	16
12 Ставропольский	187,9	0,98	27,7	10,4	13
13 Красноярский	168,3	0,97	28,2	14,2	10
14 Кинель-Черкасский	205,8	0,97	29,9	18,5	3
15 Приволжский	99,1	0,99	27,7	2,7	26
16 Безенчукский	143,2	0,98	26,6	7,6	18
17 Волжский	163,2	0,97	30,7	15,0	7
18 Кинельский	154,3	0,98	26,8	8,3	17
19 Богатовский	66,4	0,99	27,8	1,8	27
20 Борский	152,4	0,98	29,6	9,0	14
21 Хворостянский	166,8	0,99	24,5	4,1	25
22 Красноармейский	196,5	0,97	28,5	16,8	4
23 Нефтегорский	125,5	0,98	27,3	6,9	21
24 Алексеевский	177,4	0,97	27,1	14,4	9
25 Пестравский	179,9	0,97	27,1	14,6	8
26 Большеглушицкий	235,4	0,98	28,2	13,3	11
27 Большечерниговский	261,6	0,94	24,6	38,6	1
Область в целом	3971,7	0,97	28	319,6	–

Примечание. Нормативная урожайность и потери продуктивности определены для оценочного набора культур в зерновом эквиваленте.



На основе полученных результатов выполнено моделирование поэтапного регулирования территориальной структуры землепользования. Запланировано последовательное снижение степени деградации в три этапа до 2 баллов (рис. 1 б, в, г). Районы приоритетного регулирования землепользования на каждом этапе определены по степени деградации земель. Преимущественно изменения требуются в районах с развитой водной эрозией почвы – на склонах Бугульмино-Белебеевской возвышенности на северо-востоке области, в правобережных районах возвышенного Приволжья и на сыртовом рельефе на юге.

Под регулированием понимаем применение мер по предотвращению развития негативных процессов, решение вопросов локализации поврежденных участков, определение для них соответствующей категории по пригодности и целевому назначению (например, залужение, отведение под сенокосы и пастбища). В частности, противоэрозионная организация территории опирается на принцип дифференцированного использования пашни в зависимости от уровня плодородия почв, степени повреждения эрозией и характеристик рельефа (расчлененности поверхности, крутизны и экспозиции склонов) [Озеранская, 2019; Сухомлинов, Чешев, 2019; Аввакумова, 2020]. С учетом всех этих факторов решаются вопросы специализации хозяйства, размещения защитных лесных насаждений, дорожной сети, создания полей соответствующей конфигурации, обеспечивающей обработку почвы поперек склона, и другие. При организации и размещении севооборотов во внимание принимаются также неодинаковая почвозащитная способность полевых культур и различная реакция их на степень эродированности почвы. В комплекс агротехнических мероприятий включают противоэрозионную обработку почвы, снегозадержание, регулирование снеготаяния.

По окончании трех этапов степень деградации в области уменьшится на 5,75 % и составит 29,9 %. При этом экологическая опасность деградации, ведущая к нарушению баланса производственных ресурсов, понизится почти на 15 % и будет сравнительно выровненной по районам (1–3 балла). Лишь в Большечерниговском районе оценка останется сравнительно высокой (4 балла).

Оценка проекта землеустройства, выполненная для СПК Куйбышева Кинельского района, показала, что меры по оптимизации территориальной структуры земледелия на ландшафтной основе могут обеспечить уменьшение смыва почвы на 0,72 т/га (то есть на 7–13 %) и прирост продукции на 1,51 тыс. руб./га (в ценах на январь 2023 года) [Samokhvalova et al., 2020]. Исходя из этого, при заданной величине снижения деградации угодий 5,75 % увеличение дохода составит 932 руб./га или порядка 3,7 млн руб. в год в масштабе области.

Заключение

Таким образом, результаты эколого-хозяйственного анализа землепользования в Самарской области на основе показателей антропогенной нагрузки на природную среду и антропогенной деградации сельскохозяйственных угодий свидетельствуют о существующей опасности прогрессирования потери почвенного плодородия сельскохозяйственных земель и необходимости осуществления почвозащитных и мелиоративных мероприятий, регулирования территориальной структуры агропроизводства, обеспечивая его адаптацию к имеющимся ландшафтным условиям и «вписывание» в природную среду.

Для обоснования таких мер и определения географических приоритетов введения по районам требуется детальная систематизация и пространственный анализ земельных ресурсов с учетом распределения природных свойств и производственного потенциала. Оценка деградации земель, в частности, представляет собой информационную основу для

определения нормативных показателей локализации и масштаба требуемого воздействия на каждом этапе регулирования землепользования.

В целом же можно заключить, что реализация системного подхода в решении задач экологизации землепользования обеспечит стабильное приближение продуктивности земель к потенциальному уровню, а также повышение устойчивости производственно-территориальных структур (хозяйственных комплексов, севооборотов, полей, участков).

Список источников

- Атлас земель Самарской области. 2002. Под ред. Л.Н. Порошина. Самара, Российский НИИПРИ земельных ресурсов, 99 с.
- Дашковский И. 2018. Без почвы под ногами. Деградация земель лишает аграриев прибыли. Агротехника и технологии, 3. Электронный ресурс. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/29844-bez-pochvy-pod-nogami/> (дата обращения: 15.06.2023).
- Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2021 году. 2022. М., ФГБНУ «Росинформагротех», 356 с.
- Кочуров Б.И. 2023. Экодиагностика и сбалансированное развитие. М., Инфра-М, 362 с.
- Маликов В.В. 2018. Доклад о состоянии и использовании земель в Самарской области в 2017 году. Самара, Росреестр, 77 с.
- Масютенко Н.П., Чуян Н.А., Бахирев Г.И., Кузнецов А.В., Брескина Г.М., Дубовик Е.В., Масютенко М.Н., Панкова Т.И., Калужский А.Г. 2013. Система оценки устойчивости агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов. Курск, ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 50 с.
- Социально-экономическое положение Приволжского федерального округа в 2021 году. 2022. М., Росстат, 82 с.
- Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации. 2010. Ред. С.И. Носов. М., Маросейка, 208 с.
- Шаповалов Д.А., Ключин П.В., Мурашева А.А. 2010. Методические основы мониторинга земель. М., ГУЗ, 238 с.

Список литературы

- Аввакумова А.О. 2020. Математическое моделирование факторов эрозии почв на пахотных землях (на примере территории Республики Татарстан). Региональные геосистемы, 44(1): 5–15. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-1-5-15
- Варламов А.А., Гальченко С.А., Ключин П.В. 2014. Оценка экономической целесообразности рационального использования сельскохозяйственных земель. М., ГУЗ, 169 с.
- Волков С.Н., Шаповалов Д.А. 2017. Современное состояние землеустройства и кадастров в Российской Федерации и научное обоснование основных направлений их развития в интересах АПК. В кн.: Повышение эффективности научно-исследовательской деятельности аграрных ВУЗов в целях реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы. Материалы Всероссийского семинара-совещания проректоров по научной работе вузов Минсельхоза России, Орел, 10–13 июля 2017, Орел, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина: 8–12.
- Замана С.П. 2019. Здоровье почвенных экосистем и органическое сельское хозяйство. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 12(179): 49–53.
- Зеленая экономика и цели устойчивого развития для России. 2019. Под ред. С.Н. Бобылёва, П.А. Кирюшина, О.В. Кудрявцевой. М., МГУ, 284 с.
- Иванов И.В., Александровский А.Л., Makeев А.О., Булгаков Д.С., Абакумов Е.В., Архангельская Т.А., Белобров В.П., Борисов А.В., Борисова О.К., Васенев И.И., Величко А.А., Водяницкий Ю.Н., Воробьева Г.А., Гагарина Э.И., Герасименко Н.П., Голеусов П.В., Гольева А.А., Губин С.В., Демкин В.А., Демкина Е.В., Демкина Т.С., Десяткин Р.В., Дмитрук Ю.К., Ельцов М.В., Зайдельман Ф.Р., Замотаев И.В., Карманов И.И., Карпачевский Л.О., Каширская Н.Н., Ковалева Н.О., Ковда И.В., Лисецкий Ф.Н.,



- Любимова И.Н., Можарова Н.В., Морозова Т.Д., Песочина Л.С., Прокашев А.М., Русанова Г.В., Скворцова Е.Б., Сычева С.А., Удадьцов С.Н., Фрид А.С., Хомутова Т.Э., Хохлова О.С., Чендев Ю.Г., Чижикина Н.П., Якимов А.С. 2015. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. М., Изд-во ГЕОС, 925 с.
- Клементова Е., Гейниге В. 1995. Оценка экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта. Мелиорация и водное хозяйство, 5: 33–34.
- Маулен Ж.Е. 2022. Анализ эрозии сельскохозяйственных угодий в Республике Казахстан. *The Scientific Heritage*, 87: 16–20.
- Озеранская Н.Л. 2019. Восстановление плодородия пашни на склонах в проектах землеустройства. *Colloquium-journal*, 9–2(33): 14–17. DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10217
- Разумов В.П., Молчанов Э.Н., Разумова Н.В., Шагин С.И. 2017. Подтопление земель в Приволжском регионе России. *Наука. Инновации. Технологии*, 2: 159–186.
- Самохвалова Е.В. 2017. Биоклиматический потенциал территории в кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения (на примере Самарской области). *Метеорология и гидрология*, 4: 102–112.
- Сухомлинова Н.Б., Чешев А.С. 2019. Эколого-мелиоративные мероприятия в районах с развитой эрозией почв. *Экономика и экология территориальных образований*, 3(1): 35–45. DOI: 10.23947/2413-1474-2019-3-1-35-45
- Abbate S., Centobelli P., Cerchione. 2023. The Digital and Sustainable Transition of the Agri-Food Sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 187: 122222. DOI: 10.1016/j.techfore.2022.122222
- Ahmad N.S.B.N., Mustafa F.B., Yusoff S., Y.M., Didams G. 2020. A Systematic Review of Soil Erosion Control Practices on the Agricultural Land in Asia. *International Soil and Water Conservation Research*, 8(2): 103–115. DOI: 10.1016/j.iswcr.2020.04.001
- Bennett S.J., Wells R.R. 2019. Gully erosion processes, disciplinary fragmentation, and technological innovation. *Earth Surface Processes and Landforms*, 44(1): 46–53. DOI: 10.1002/esp.4522
- Bouma J., Stoorvogel J., Alphen B.J., Boolting H.W.G. 1999. Pedology, Precision Agriculture and Changing Paradigm of Agricultural Research. *Soil Science Society of America Journal*, 63(6): 1763–1768. DOI: 10.2136/sssaj1999.6361763x
- Kaim A., Cord A., Volk M. 2018. A Review of Multi-Criteria Optimization Techniques for Agricultural Land Use Allocation. *Environmental Modelling and Software*, 105: 79–93. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.03.031>.
- Samokhvalova E.V., Klyushin P.V., Troz V.B., Rabochev A.L., Obuschenko S.V. 2021. Assessment of Anthropogenic Load in Samara Region when Implementing Environmental Approach to Spatial Configuration Land Use. *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, 867: 012107. DOI 10.1088/1755-1315/867/1/012107
- Samokhvalova E.V., Zudilin S.N., Lavrennikova O.A. 2020. Spatial Analysis of Samara Region Land Degradation and Differentiation of Antierosion Territory Organization. *BIO Web of Conferences*, 27: 00142. DOI: 10.1051/bioconf/20202700142
- Sorokin A., Bryzzhev A., Stokov A., Mirzabaev A., Johnson T., Kiselev S.V. 2016. The Economics of Land Degradation in Russia. In: *Economics of Land Degradation and Improvement. A Global Assessment for Sustainable Development*. Switzerland, Springer International Publishing AG: 541–576.
- Zudilin S.N., Iralieva Y.S. 2021. Automation of Land Use Planning Based on Geoinformation Modeling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 720: 012039. DOI 10.1088/1755-1315/720/1/012039

References

- Avvakumova A.O. 2020. Mathematical Modeling of Soil Erosion Factors on Agricultural Lands (on the Territory of the Republic of Tatarstan). *Regional Geosystems*, 44(1): 5–15 (in Russian). DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-1-5-15
- Varlamov A.A., Gal'chenko S.A., Klyushin P.V. 2014. Оценка экономической целесообразности рационального использования сельскохозяйственных земель [Assessment of the Economic Feasibility of the Rational Use of Agricultural Land]. Moscow, Publ. GUZ, 169 p.

- Volkov S.N., Shapovalov D.A. 2017. Sovremennoye sostoyaniye zemleustroystva i kadaстров v Rossiyskoy Federatsii i nauchnoye obosnovaniye osnovnykh napravleniy ikh razvitiya v interesakh APK [The Current State of Land Management and Cadastres in the Russian Federation and the Scientific Substantiation of the Main Directions of Their Development in the Interests of the Agro-Industrial Complex]. In: Povysheniye effektivnosti nauchno-issledovatel'skoy deyatel'nosti agrarnykh VUZov v tselyakh realizatsii Federal'noy nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya selskogo khozyaystva na 2017–2025 gody [Improving the Efficiency of Research Activities of Agricultural Universities in Order to Implement the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025]. Proceedings of the All-Russian seminar-meeting of vice-rectors for scientific work of universities of the Ministry of Agriculture of Russia, Orel, 10–13 July 2017, Orel, Publ. Orlovskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni N.V. Parakhina: 8–12.
- Zamana S.P. 2019. Health of Soil Ecosystems and Organic Agriculture. Land Management, Monitoring and Cadastre, 12(179): 49–53 (in Russian).
- Zelenaja jekonomika i celi ustojchivogo razvitiya dlja Rossii [Green Economy and Sustainable Development Goals for Russia]. 2019. Ed. by S.N. Bobyl'jov, P.A. Kirjushin, O.V. Kudrjavceva. Moscow, Publ. MGU, 284 p.
- Ivanov I.V., Aleksandrovskiy A.L., Makeev A.O., Bulgakov D.S., Abakumov E., Arkhangel'skaya T.A., Belobrov V.P., Borisov A.V., Borisova O.K., Vasenev I.I., Velichko A.A., Vodyanitskiy Yu.N., Vorobeva G.A., Gagarina E.I., Gerasimenko N.P., Goleusov P.V., Goleva A.A., Gubin S.V., Demkin V.A., Demkina E.V., Demkina T.S., Desyatkin R.V., Dmitruk Yu.K., El'tsov M.V., Zaidelman F.R., Zamotaev I.V., Karmanov I.I., Karpachevskiy L.O., Kashirskaya N.N., Kovaleva N.O., Kovda I.V., Lisetskiy F.N., Lyubimova I.N., Mozharova N.V., Morozova T.D., Pesochina L.S., Prokashev A.M., Rusanova G.V., Skvortsova E.B., Sycheva S.A., Udaltsov S.N., Frid A.S., Khomutova T.E., Khokhlova O.S., Chendev Yu.G., Chizhikova N.P., Yakimov A.S. 2015. Soil and Soil Cover Evolution. Theory, diversity of natural evolution and anthropogenic soil transformations. Moscow, Publ. GEOS, 925 p. (in Russian).
- Klementova E., Gejnige V. 1995. Ocenka ekologicheskoy ustojchivosti sel'skohozyajstvennogo landshafta [Assessing the Environmental Sustainability of the Agricultural Landscape]. Melioraciya i vodnoe hozyajstvo, 5: 33–34.
- Maulen Zh.E. 2022. Analysis of Erosion of Agricultural Lands in the Republic of Kazakhstan. The Scientific Heritage, 87: 16–20 (in Russian).
- Ozeranskaya N.L. 2019. Restoration of Fertility of Arable Land on the Slopes in Land Management. Colloquium-journal, 9–2(33): 14–17 (in Russian). DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10217
- Razumov V.P., Molchanov E.N., Razumova N.V., Shagin S.I. 2017. Flooding of Lands in the Volga Region of Russia. Science. Innovations. Technologies, 2: 159–186 (in Russian).
- Samokhvalova E.V. 2017. Bioclimatic Potential of a Territory in the Cadastral Evaluation of Agricultural Lands (A Case Study for the Samara Oblast). Meteorology and Hydrology, 4: 102–112 (in Russian).
- Suhomlinova N.B., Cheshev A.S. 2019. Ecological-Reclamation Activities in the Areas of Soil Erosion. Economy and ecology of territorial formations, 3(1): 35–45 (in Russian). DOI: 10.23947/2413-1474-2019-3-1-35-45
- Abbate S., Centobelli P., Cerchione. 2023. The Digital and Sustainable Transition of the Agri-Food Sector. Technological Forecasting and Social Change, 187: 122222. DOI: 10.1016/j.techfore.2022.122222
- Ahmad N.S.B.N., Mustafa F.B., Yusoff S., Y.M., Didams G. 2020. A Systematic Review of Soil Erosion Control Practices on the Agricultural Land in Asia. International Soil and Water Conservation Research, 8 (2): 103–115. DOI: 10.1016/j.iswcr.2020.04.001
- Bennett S.J., Wells R.R. 2019. Gully erosion processes, disciplinary fragmentation, and technological innovation. Earth Surface Processes and Landforms, 44(1): 46–53. DOI: 10.1002/esp.4522
- Bouma J., Stoorvogel J., Alphen B.J., Boolting H.W.G. 1999. Pedology, Precision Agriculture and Changing Paradigm of Agricultural Research. Soil Science Society of America Journal, 63(6): 1763–1768. DOI: 10.2136/sssaj1999.6361763x



- Kaim A., Cord A., Volk M. 2018. A Review of Multi-Criteria Optimization Techniques for Agricultural Land Use Allocation. *Environmental Modelling and Software*, 105: 79–93. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.03.031>
- Samokhvalova E.V., Klyushin P.V., Troz V.B., Rabochev A.L., Obuschenko S.V. 2021. Assessment of Anthropogenic Load in Samara Region when Implementing Environmental Approach to Spatial Configuration Land Use. *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, 867: 012107. DOI 10.1088/1755-1315/867/1/012107
- Samokhvalova E.V., Zudilin S.N., Lavrennikova O.A. 2020. Spatial Analysis of Samara Region Land Degradation and Differentiation of Antierosion Territory Organization. *BIO Web of Conferences*, 27: 00142. DOI: 10.1051/bioconf/20202700142
- Sorokin A., Bryzzhev A., Stokov A., Mirzabaev A., Johnson T., Kiselev S.V. 2016. The Economics of Land Degradation in Russia. In: *Economics of Land Degradation and Improvement. A Global Assessment for Sustainable Development*. Switzerland, Springer International Publishing AG: 541–576.
- Zudilin S.N., Iralieva Y.S. 2021. Automation of Land Use Planning Based on Geoinformation Modeling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 720: 012039. DOI 10.1088/1755-1315/720/1/012039

*Поступила в редакцию 02.08.2023;
поступила после рецензирования 28.08.2023;
принята к публикации 06.09.2023*

*Received August 02, 2023;
Revised August 28, 2023;
Accepted September 06, 2023*

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

Самохвалова Елена Владимировна, кандидат географических наук, доцент кафедры землеустройства и лесного дела, Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

Клюшин Павел Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экономики и управления недвижимостью, Государственный университет по землеустройству, г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena V. Samokhvalova, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of Land Management and Forestry Department, Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

Pavel V. Klyushin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Economics and Real Estate Management Department, State University of Land Management, Moscow, Russia



УДК 528.88
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-417-428

Оценка спектрально-отражательных свойств посевов в различных условиях произрастания

Терехин Э.А.

Федерально-региональный центр аэрокосмического и
наземного мониторинга объектов и природных ресурсов
Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: terekhin@bsu.edu.ru

Аннотация. Оценка влияния условий произрастания на спектрально-отражательные характеристики посевов необходима для развития подходов к их мониторингу. В статье изложены результаты оценки спектрального индекса *NDVI* для посевов озимой пшеницы, расположенных на различных типах и подтипах почв и на склонах разных экспозиций в условиях юга Среднерусской возвышенности. Установлено, что тип почв оказывает статистически значимое влияние на значения вегетационного индекса озимых. Посевы, расположенные на черноземах, во все сроки периода активной вегетации, с середины апреля по конец июня, характеризуются более высокими значениями *NDVI*, чем посевы на серых лесных почвах. Соответствующая особенность выявлена для озимых, расположенных на склонах как северной, так и южной экспозиции. В среднем за период активной вегетации, с апреля по июнь, значения индекса посевов, расположенных на черноземах, на 3–4 % выше, чем посевов на серых лесных почвах. Величина спектрального индекса, усредненная за период активной вегетации, для озимых на склонах южных экспозиций выше на 2–3 %, чем для посевов на склонах северных экспозиций. Для пшеницы озимой в период максимальных значений вегетационного индекса и некоторые другие сроки периода активной вегетации характерна тенденция увеличения значений *NDVI* в ряду подтипов почв «серые лесные – темно-серые лесные – черноземы выщелоченные – черноземы оподзоленные – черноземы типичные».

Ключевые слова: пшеница озимая, почвенный покров, экспозиция склонов, *NDVI*, Среднерусская возвышенность

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания № FZWG-2023-0011.

Для цитирования: Терехин Э.А. 2023. Оценка спектрально-отражательных свойств посевов в различных условиях произрастания. Региональные геосистемы, 47(3): 417–428. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-417-428

Estimating the Spectral-Reflectance Parameters of Crops Located in Different Growing Conditions

Edgar A. Terekhin

Federal Regional Center for Aerospace and Ground Monitoring of Objects and Natural Resources
Belgorod National Research University,
85 Pobedy St, Belgorod 308015, Russia
E-mail: terekhin@bsu.edu.ru

Abstract. Estimating the influence of growing conditions on crop reflectance parameters is necessary for the development of approaches to the monitoring of arable land. The article presents the results of assessing the



NDVI vegetation index for winter crops located on different types and subtypes of soils and on slopes of different exposures in the south of the Central Russian Upland. Soil type has a statistically significant effect on the winter crop vegetation index values. Crops located on chernozems are characterized by higher *NDVI* values than crops on gray forest soils during full period of active vegetation, from mid-April to the end of June. This feature characterizes crops on the slopes of northern and southern exposures. *NDVI* values of crops averaged over the period of active vegetation (from April to June) on chernozems are 3–4 % higher than on gray forest soils. *NDVI* values, averaged over the active vegetation period are higher of 2–3 % for winter crops on the south-facing slopes than for crops on the north-facing slopes. Winter wheat crops during the maximum vegetation index values are characterized by a decreasing *NDVI* in the series of soil subtypes "gray forest soils – dark gray forest soils – leached chernozems – podzolized chernozems – typical chernozems".

Keywords: winter wheat, soil conditions, slope exposure, *NDVI*, Central Russian Upland

Acknowledgements: This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of State Assignment No. FZWG-2023-0011.

For citation: Terekhin E.A. 2023. Estimating the Spectral-Reflectance Parameters of Crops Located in Different Growing Conditions. *Regional Geosystems*, 47(3): 417–428. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-417-428

Введение

Оценка факторов, влияющих на спектральную отражательную способность посевов, выступает одним из ключевых условий развития подходов к дистанционному мониторингу аграрных угодий. Посевы сельскохозяйственных культур характеризуются достаточно интенсивной сменой фаз развития, что обуславливает применение сезонных рядов наблюдений для анализа их состояния [Wardlow, Egbert, 2010; Спивак и др., 2015; Chen et al., 2018].

К настоящему времени установлено, что непосредственные характеристики сельскохозяйственных культур, такие как объем надземной фитомассы, ее проективное покрытие, стадия созревания оказывают влияние на их спектрально-отражательные свойства [Gao et al., 2020; Tenreiro et al., 2021]. Кроме них на состояние посевов, а, соответственно, и их спектрально-отражательные характеристики могут оказывать влияния факторы, обуславливающие условия произрастания, например, экспозиция склонов [Шинкаренко и др., 2019]. На значения отражательных характеристик посевов могут также оказывать влияние почвенные условия. Учитывая существенные географические различия в особенностях почвенного покрова, многие вопросы, связанные с влиянием этого фактора на отражательные свойства культур, остаются открытыми. Основная сложность в решении подобных задач состоит в интеграции информации, характеризующей одновременно спектрально-отражательные свойства посевов в разные временные сроки и набор параметров, описывающих условия их произрастания.

Территория юга Среднерусской лесостепи играет существенную роль в аграрном производстве страны, в первую очередь, в производстве зерновых, среди которых существенную долю занимают озимые культуры [Косолапов и др., 2015]. В Белгородской области среди них, в свою очередь, подавляющую часть занимает озимая пшеница. Регион характеризуется умеренно-континентальным климатом и доминированием черноземных почв со значительной долей серых лесных. Другая особенность юга Среднерусской возвышенности – высокое распространение овражно-балочного рельефа [Нечетова, Нарожняя, 2010], следствием которого является наличие склонов контрастных экспозиций. Условия региона способствуют возделыванию различных видов сельскохозяйственных культур, к которым относятся зерновые, технические культуры,

многолетние травы. Наибольшее распространение получили зерновые, среди которых очень высока доля озимых.

Цель исследования – оценка влияния почвенных условий и экспозиции склонов на спектрально-отражательные характеристики посевов на примере озимой пшеницы для территории юга Среднерусской лесостепи.

Достижение цели предполагало решение следующих основных задач:

1) сравнение спектрально-отражательных характеристик посевов на примере вегетационного индекса *NDVI*, расположенных на разных типах почв – черноземах и серых лесных;

2) сравнение спектрально-отражательных характеристик посевов, расположенных на разных подтипах почв: серых лесных, темно-серых лесных, черноземах выщелоченных, оподзоленных, типичных;

3) оценка влияния фактора экспозиции склонов (северная или южная) на спектрально-отражательные характеристики посевов, типичных для региона, с учетом фактора почвенных условий.

Объекты и методы исследования

Исследование проведено на территории Белгородской области в почвенно-климатических условиях юга Среднерусской возвышенности. Оценка влияния различий в почвенных условиях и условиях освещенности и теплообеспеченности на значения вегетационного индекса проведена на примере посевов озимой пшеницы. Обусловлено это рядом факторов. Озимые зерновые достаточно широко представлены на территории региона, что позволяет сформировать репрезентативную выборку, позволяющую подобрать достаточное число участков, расположенных на разных типах или подтипах почв. Вместе с этим предоставляется возможность подборки пахотных угодий, расположенных на склонах как северной, так и южной экспозиции.

Формирование аналитической выборки осуществлено методом дешифрирования посевов озимой пшеницы с использованием различных типов спутниковых данных. Пшеница озимая характеризуется рядом особенностей, позволяющих достаточно достоверно выделять ее в регионе на основе серий разновременных снимков. Участки пашни, на которых произрастает озимая пшеница, характеризуются более высокими значениями вегетационного индекса *NDVI* в сравнении с большинством остальных угодий за исключением многолетних трав в период середины марта – начала апреля. Вместе с этим уборка урожая на них, с последующей культивацией или распашкой происходит достаточно рано (в середине – второй половине июля), что обуславливает очень низкие значения вегетационного индекса в эти сроки. Кроме того, убранные или распаханые участки пашни уверенно дешифрируются на снимках среднего и высокого пространственного разрешения, например, *Landsat-8 OLI* или *Sentinel-2*. Вместе с этим озимые зерновые характеризуются своими особенностями сезонной динамики вегетационного индекса [Денисов и др., 2021], которые позволяют использовать их также для выявления посевов.

Исходя из особенностей озимой пшеницы, дешифрирование ее посевов осуществлено методом совместного анализа информационных продуктов *MOD13Q1*, содержащих 16-дневные композитные значения индекса *NDVI* и полностью охватывающих период активной вегетации с начала марта по конец июля, и снимков *Landsat-8 OLI* и *Sentinel-2* июня и июля. Для анализа был выбран 2020 год, на который удалось подобрать безоблачные снимки одновременно со всех сенсоров на значительную территорию региона.

Аналитическая выборка угодий сформирована, таким образом, чтобы обеспечить возможность объективного сравнения спектрально-отражательных свойств посевов,



отличающихся типом или подтипом почв, или особенностями экспозиции склонов, влияющих на теплообеспеченность. Выборка формировалась, исходя из ряда сформулированных критериев:

- анализируемые участки пашни с посевами озимой пшеницы должны располагаться в аналогичных агроклиматических условиях – в пределах одного агроклиматического района;
- участки пашни должны располагаться на склонах с уклонами не более 5°;
- участки пашни должны быть репрезентативно представлены на различных типах и подтипах почв, распространенных в регионе;
- участки пашни должны быть репрезентативно представлены на склонах северной и южной экспозиций;
- подбор пахотных угодий должен осуществляться с учетом ограничений пространственного разрешения спутниковых данных, на основе которых рассчитывали спектрально-отражательные характеристики.

Учет идентичности агроклиматических условий осуществлен, исходя из результатов современного агроклиматического районирования Белгородской области, учитывающего тенденции в изменениях сумм активных температур и гидротермического коэффициента. Анализируемые посевы находились в одном районе (северный агроклиматический район Белгородской области), для которого характерна сумма активных температур 2600–2800 °С и значения гидротермического коэффициента от 1 до 1,2 [Лебедева и др., 2015]. Определение уклона склонов, на которых располагались участки пашни с посевами озимой пшеницы, осуществлено с использованием цифровой модели местности открытого доступа *SRTM (SRTM 1 Arc-Second Global)*. Оценка типов и подтипов почв для конкретных пахотных угодий осуществлена с использованием Почвенной карты РСФСР масштаба 1:2500000¹. В общей сложности аналитическая выборка включала 354 участка пашни с посевами пшеницы озимой, расположенных на различных типах и подтипах почв, представленных в регионе (табл. 1), и склонах разных экспозиций.

Таблица 1
Table 1

Характеристики изученных пахотных угодий с посевами пшеницы озимой
Parameters of studied winter wheat crops

Подтип почв	Площадь средняя, га	Число угодий	Площадь суммарная, га
Темно-серые лесные	74,4	25	1860,6
Серые лесные	70,4	49	3448,3
Черноземы выщелоченные	83,7	36	3012,1
Черноземы оподзоленные	79,7	51	4067,1
Черноземы типичные	96,8	193	18678,3
Всего	87,8	354	31066,5

В качестве анализируемой спектрально-отражательной характеристики выбран вегетационный индекс *NDVI*, основанный на коэффициентах спектральной яркости в красной и ближней инфракрасной спектральной области [Huete et al., 2002; Jiang et al., 2021]. Его значения были получены из данных *MOD13Q1* версии 6², создаваемых на основе ежедневно получаемых снимков *MODIS*, прошедших этап атмосферной и радиометрической коррекции.

¹ Почвенная карта РСФСР. Масштаб 1:2500000. 1988. Под ред. В.М. Фридланда. М., ГУГК.

² Didan K. 2015. MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V006 (College Park, MD, USA: NASA EOSDIS Land Processes DAAC).

Вегетационный индекс находится в зависимости от объема надземной зеленой фитомассы и ее проективного покрытия [Imukova et al., 2015; Терехин, 2019]. Ключевое преимущество *NDVI*, вычисляемого по данным *MODISQ1*, в сравнении со многими другими спектральными показателями, заключается в возможности построения на его основе непрерывных рядов значений за период вегетации [Zhang et al., 2014; Shammi, Meng 2021; Zhao et al., 2023]. Соответствующая особенность выступает одним из необходимых условий объективной оценки состояния посевов. Значения вегетационного индекса для отдельных угодий рассчитаны методом зональной статистики с использованием геоинформационных средств.

На этапе статистической обработки данных с применением дисперсионного анализа осуществлено сравнение параметров вегетационного индекса посевов озимой пшеницы, отличающихся типом/подтипом почв. Учитывая, что фактор экспозиции склонов мог оказывать влияние на особенности развития посевов (южные склоны получают больше тепла), оценка проведена отдельно для посевов, расположенных на склонах северной и южной экспозиции. На следующей стадии осуществлен анализ значений *NDVI* для посевов, расположенных на аналогичных типах почв, но на склонах контрастных экспозиций: северной и южной. Значения вегетационного индекса во всех случаях изучены для различных сроков периода активной вегетации, охватывая период с середины апреля до начала июля с интервалом 16 дней.

Результаты и их обсуждение

Анализ спектрально-отражательных характеристик посевов озимой пшеницы, расположенных на разных типах почв.

Во все ключевые даты периода активной вегетации и в среднем за вегетационный период (22 апреля – 25 июня) посевы, расположенные на черноземах, характеризуются более высокими значениями индекса в сравнении с посевами на серых лесных почвах (табл. 2). Выявленные различия статистически значимы на уровне 0,05 для всех анализируемых сроков, кроме периода 8–23 мая для посевов, расположенных на склонах северной экспозиции. Статистически значимы они и для значений индекса, усредненных в период апреля – июня, то есть средних за сезон.

Таблица 2
Table 2

Параметры вегетационного индекса *NDVI* (среднее и стандартная ошибка среднего) для посевов озимой пшеницы, расположенных на разных типах почв в разные сроки и в среднем за период активной вегетации

Parameters of *NDVI* vegetation index (mean value and standard error) for winter wheat crops located on different soil types in various dates of the growing season

Тип почв	Период				
	22.04–07.05	08.05–23.05	24.05–08.06	09.06–24.06	22.04–25.06
Посевы на склонах северных экспозиций					
Серые лесные	0,65 ± 0,014	0,77 ± 0,021	0,86 ± 0,009	0,84 ± 0,009	0,78 ± 0,011
Черноземы	0,68 ± 0,011	0,79 ± 0,010	0,88 ± 0,003	0,87 ± 0,005	0,81 ± 0,005
Посевы на склонах южных экспозиций					
Серые лесные	0,68 ± 0,011	0,79 ± 0,012	0,87 ± 0,005	0,85 ± 0,007	0,80 ± 0,011
Черноземы	0,72 ± 0,005	0,83 ± 0,004	0,88 ± 0,002	0,87 ± 0,002	0,83 ± 0,004

Выявленные более высокие значения вегетационного индекса для пшеницы озимой, расположенной на черноземах, в сравнении с ее посевами на серых лесных почвах наглядно проявляются при графической интерпретации результатов (рис. 1).

Установленная особенность проявляется и в отдельные сроки периода активной вегетации на склонах как северной, так и южной экспозиции (рис. 2).

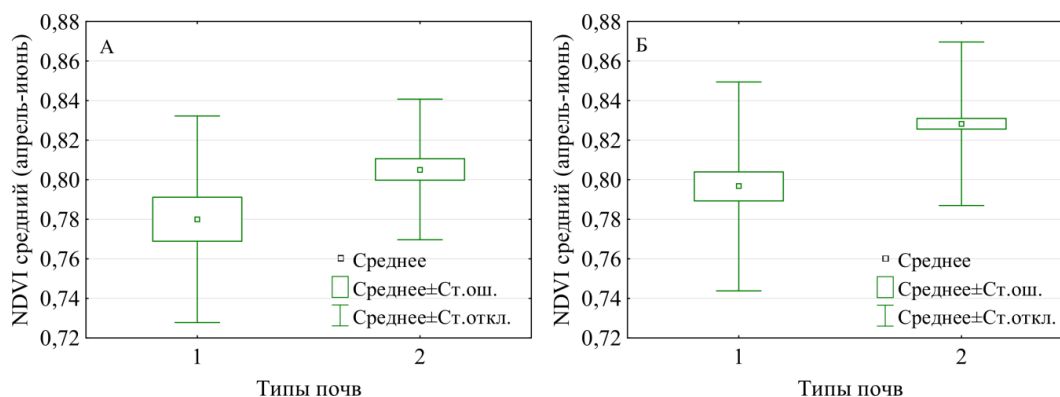


Рис. 1. Значения индекса *NDVI*, усредненные за вегетационный период, для посевов озимой пшеницы на участках пашни с серыми лесными почвами (1) и черноземами (2).

А – склоны северной экспозиции, Б – склоны южной экспозиции

Fig. 1. *NDVI* index values averaged over the growing season for winter wheat crops on lands with gray forest soils (1) and Chernozems (2). A – north-facing slopes, Б – south-facing slopes

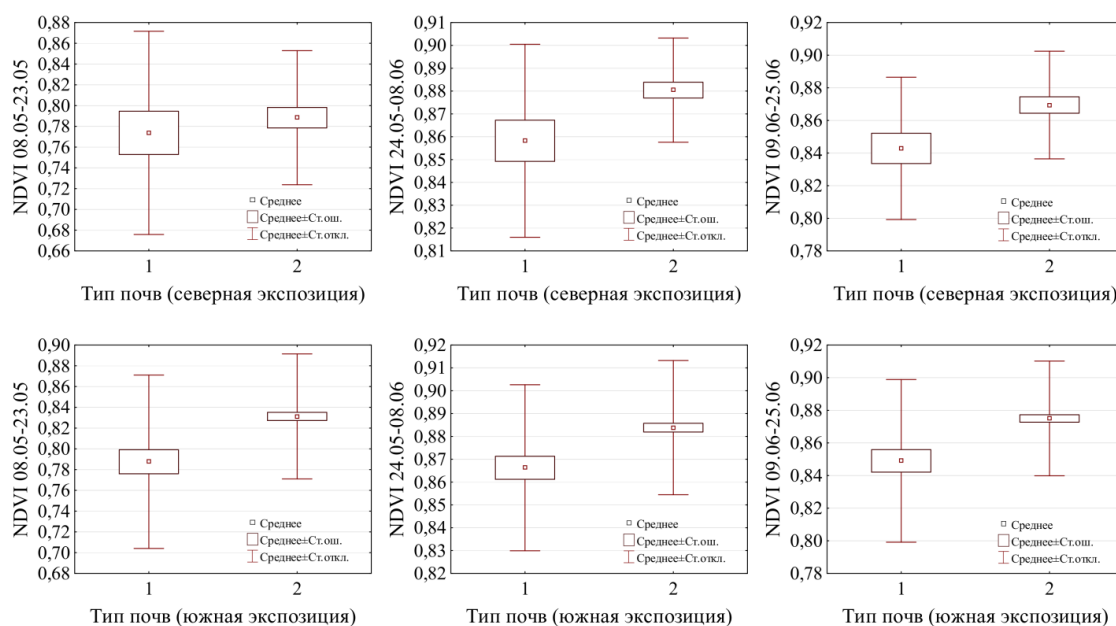


Рис. 2. Значения индекса *NDVI* для озимой пшеницы в разные даты периода активной вегетации на участках пашни с разными типами почв: 1 – Серые лесные, 2 – Черноземы

Fig. 2. *NDVI* index values of winter wheat crops on different dates of the active vegetation period on arable land with different soil types: 1 – Gray forest soils, 2 – Chernozems

Учитывая, что вегетационный индекс находится в сильной связи с проективным покрытием зеленой фитомассы [Терехин, 2019], статистически значимые, более высокие значения *NDVI* для посевов на черноземах в сравнении с посевами на серых лесных почвах могут быть обусловлены различиями в надземной фитомассе посевов и скорости ее набора. Фактор типа почв (черноземы, серые лесные), таким образом, существенно проявляется на спектрально-отражательных характеристиках озимой пшеницы.

Фактор экспозиции склонов (северная, южная) также оказывает влияние на параметры вегетационного индекса, что следует из сравнения его значений для посевов, расположенных на одних и тех же типах почв (см. табл. 2, рис. 1). Для озимых,

расположенных на склонах с преобладанием южной экспозиции, практически во все сроки периода активной вегетации характерны более высокие значения спектрального индекса в сравнении с посевами на склонах северных экспозиций.

Анализ спектрально-отражательных характеристик посевов озимых, расположенных на разных подтипах почв.

Для посевов озимых в период максимальных значений зеленой фитомассы (вторая половина мая – первая половина июня) выявлена тенденция повышения значений вегетационного индекса в ряду подтипов почв «серые лесные – темно-серые лесные – черноземы выщелоченные – черноземы оподзоленные – черноземы типичные» (рис. 3). Она характерна для озимых, расположенных как на участках с преобладанием северной, так и южной экспозиций. Аналогичная тенденция наблюдается для посевов на склонах южной экспозиции для значений спектрального индекса, усредненных за период активной вегетации, с апреля по июнь. Для посевов, расположенных на склонах северной экспозиции, характерно незначительное отклонение от этой тенденции.

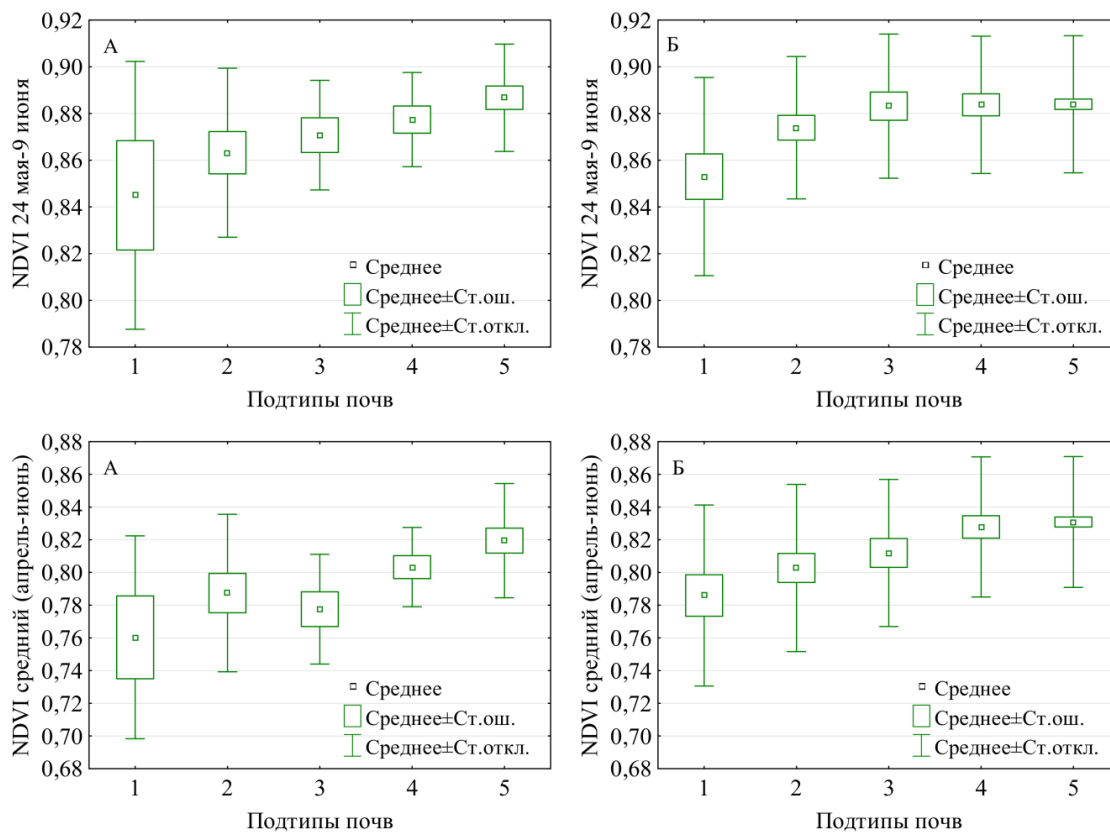


Рис. 3. Значения индекса *NDVI* для посевов озимой пшеницы в период максимальных сезонных величин (24 мая – 9 июня) и средних за вегетационный период на участках пашни с разными подтипами почв: 1 – Серые лесные, 2 – Темно-серые лесные, 3 – Черноземы выщелоченные, 4 – Черноземы оподзоленные, 5 – Черноземы типичные.

А – склоны северной экспозиции, Б – склоны южной экспозиции

Fig. 3. *NDVI* values for winter wheat crops during the period of maximum seasonal (May 24 – June 9) and average values for the growing season on arable lands with different soil subtypes:

1 – Gray forest soils, 2 – Dark gray forest soils, 3 – Leached chernozems, 4 – Podzolized chernozems, 5 – Typical chernozems. А – slopes of northern exposure, Б – slopes of southern exposure

С определенными отличиями эта же тенденция просматривается в некоторые остальные сроки периода активной вегетации. Например, для посевов на склонах северной



экспозиции она наблюдается в период второй половины апреля – начала мая (22.04 – 08.05) и в период середины июня (09.06 – 25.06).

Особенности сезонных изменений значений вегетационного индекса для озимой пшеницы.

Для посевов пшеницы озимой, расположенных на всех изученных подтипах черноземных и серых лесных почв, характерна общая тенденция роста значений *NDVI* в период апреля – мая с достижением максимальных сезонных значений в период 24 мая – 9 июня (табл. 3–4). То есть для них характерна общая особенность сезонной динамики вегетационного индекса и, соответственно, зеленой фитомассы посевов. Вместе с этим следует отметить, что общие особенности сезонных изменений вегетационного индекса *NDVI* (период роста, время достижения максимальных значений, период снижения) аналогичны для посевов озимой пшеницы, расположенной на склонах обеих экспозиций. Отличия между ними проявляются в абсолютных значениях – на склонах, обращенных к югу, значения вегетационного индекса выше, чем на склонах, обращенных к северу. Общие особенности сезонной динамики *NDVI* озимой пшеницы, при различиях в его абсолютных значениях, могут быть обусловлены тем, что все анализируемые угодья расположены в пределах одного агроклиматического района.

Таблица 3
Table 3

Параметры *NDVI* озимых (среднее и стандартная ошибка), расположенных на разных подтипах почв в различные сроки периода активной вегетации. Склоны северной экспозиции
Parameters of *NDVI* vegetation index for winter crops (mean value and standard error) located on different soil subtypes in various dates of the growing season (north-facing slopes)

Подтип почв	Период				
	22.04–07.05	08.05–23.05	24.05–08.06	09.06–24.06	25.06–10.07
Серые лесные	0,61 ± 0,025	0,75 ± 0,032	0,85 ± 0,023	0,84 ± 0,030	0,75 ± 0,031
Темно-серые лесные	0,66 ± 0,016	0,78 ± 0,026	0,86 ± 0,009	0,84 ± 0,007	0,75 ± 0,017
Черноземы выщелоченные	0,64 ± 0,022	0,75 ± 0,021	0,87 ± 0,007	0,85 ± 0,011	0,79 ± 0,024
Черноземы оподзоленные	0,66 ± 0,018	0,80 ± 0,011	0,88 ± 0,006	0,88 ± 0,007	0,82 ± 0,012
Черноземы типичные	0,71 ± 0,014	0,80 ± 0,015	0,89 ± 0,005	0,88 ± 0,007	0,78 ± 0,013
Среднее	0,67 ± 0,009	0,78 ± 0,010	0,87 ± 0,004	0,86 ± 0,005	0,78 ± 0,008

Таблица 4
Table 4

Параметры *NDVI* озимых (среднее и стандартная ошибка), расположенных на разных подтипах почв в различные сроки периода активной вегетации. Склоны южной экспозиции
Parameters of *NDVI* vegetation index for winter crops (mean value and standard error) located on different soil subtypes in various dates of the growing season (south-facing slopes)

Подтип почв	Период				
	22.04–07.05	08.05–23.05	24.05–08.06	09.06–24.06	25.06–10.07
Серые лесные	0,66 ± 0,019	0,79 ± 0,012	0,85 ± 0,010	0,84 ± 0,014	0,74 ± 0,020
Темно-серые лесные	0,70 ± 0,014	0,79 ± 0,017	0,87 ± 0,005	0,85 ± 0,007	0,76 ± 0,012
Черноземы выщелоченные	0,69 ± 0,015	0,81 ± 0,014	0,88 ± 0,006	0,87 ± 0,007	0,80 ± 0,013
Черноземы оподзоленные	0,71 ± 0,012	0,83 ± 0,009	0,88 ± 0,005	0,88 ± 0,006	0,85 ± 0,006
Черноземы типичные	0,73 ± 0,005	0,83 ± 0,004	0,88 ± 0,002	0,87 ± 0,003	0,80 ± 0,005
Среднее	0,72 ± 0,004	0,82 ± 0,004	0,88 ± 0,002	0,87 ± 0,002	0,80 ± 0,004

Общие закономерности сезонной динамики вегетационного индекса для пшеницы озимой наглядно проявляются при сравнении средних сезонных значений *NDVI*, измеренных для разных подтипов почв (см. табл. 3–4).

Вместе с этим различия на уровне подтипов почв, например, в пределах типа черноземов, менее значимо проявляются на спектрально-отражательных свойствах посевов, чем различия на уровне типов (серые лесные, черноземные). Обусловлено это может быть тем, что на более высоком иерархическом уровне таксономических единиц почвенного покрова проявляются и более существенные различия во влиянии на объем зеленой фитомассы посевов.

Анализ значений вегетационного индекса посевов на склонах контрастных экспозиций.

Для посевов озимой пшеницы, расположенных на серых лесных почвах, во все сроки периода активной вегетации, со второй половины апреля по конец июня (22.04–25.06), значения *NDVI* на склонах южных экспозиций выше, чем на склонах северных экспозиций. Более высокие значения индекса на склонах южной экспозиции выявлены и для его значений, усредненных за вегетационный период: 0,797 для склонов южной экспозиции и 0,780 для склонов северной экспозиции, соответственно. Вместе с этим выявленные различия статистически значимы не во все сроки периода активной вегетации.

Для посевов озимой пшеницы, расположенных на черноземах, во все сроки периода активной вегетации значения *NDVI* на склонах южных экспозиций также превышали аналогичные значения на склонах северной экспозиции. При этом в среднем за вегетационный период (22.04–25.06) между ними установлены статистически значимые различия на уровне значимости 0,05. Для посевов, расположенных на черноземах, среднее за вегетационный сезон значения *NDVI* на южных склонах составило 0,828, на северных склонах – 0,805. Таким образом, для фактора экспозиции склонов, так же как и для фактора типа почв, установлено влияние на спектрально-отражательные характеристики посевов на примере значений индекса *NDVI*. Влияние типов почв на значения вегетационного индекса (связанного с фитомассой и ее проективным покрытием) может быть обусловлено различной продуктивностью черноземов и серых лесных почв. Влияние фактора экспозиции может обуславливаться тем, что южные склоны получают больше тепла, что способствует более высокой интенсивности набора зеленой фитомассы посевами.

Заключение

На основе анализа данных с 354 участков пашни с посевами озимой пшеницы, расположенных на территории юга Среднерусской возвышенности, изучено влияние почвенных условий и экспозиции склонов на значения вегетационного индекса *NDVI*. В различные сроки периода активной вегетации, со второй половины апреля по конец июня, и в среднем за вегетационный период посевы, расположенные на черноземах, характеризуются более высокими значениями *NDVI*, чем посевы на серых лесных почвах. В период максимальных сезонных значений зеленой фитомассы посевов (конца мая – начала июня) значения вегетационного индекса посевов растут в ряду подтипов почв «серые лесные – темно-серые лесные – черноземы выщелоченные – черноземы оподзоленные – черноземы типичные». Аналогичная закономерность наблюдается для усредненных за вегетационный период значений индекса, измеренных для посевов на склонах южных экспозиций, и с небольшими отличиями она наблюдается для усредненных значений индекса посевов на склонах северных экспозиций. Влияние фактора экспозиции на значения вегетационного индекса проявляется в его более высоких значениях для посевов, расположенных на склонах южных экспозиций, чем на склонах северных экспозиций.



Список литературы

- Денисов П.В., Середа И.И., Трошко К.А., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Толпин В.А. 2021. Возможности и опыт оперативного дистанционного мониторинга состояния озимых культур на территории России. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 18(2): 171–185. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-2-171-185
- Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. 2015. Агрорландшафты Центрального Черноземья. Районирование и управление. Москва, Издательский дом «Наука», 198 с.
- Лебедева М.Г., Соловьев А.Б., Толстопятова О.С. 2015. Агроклиматическое районирование Белгородской области в условиях меняющегося климата. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные Науки, 9(206): 160–167.
- Нечетова Ю.В., Нарожняя А.Г. 2010. Изучение овражно-балочной сети Белгородской области с применением ГИС-технологий. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 11(71): 96–100.
- Спивак Л.Ф., Витковская И.С., Батырбаева М.Ж., Кауазов А.М. 2015. Анализ результатов прогнозирования урожайности яровой пшеницы на основе временных рядов статистических данных и интегральных индексов вегетации. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 12(2): 173–182.
- Терехин Э.А. 2019. Сезонная динамика проективного покрытия растительности агроэкосистем на основе спектральной спутниковой информации. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 16(4): 111–123. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-4-111-123
- Шинкаренко С.С., Бодрова, В.Н., Сидорова Н.В. 2019. Влияние экспозиции склонов на сезонную динамику вегетационного индекса NDVI посевных площадей. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 1(53): 96–105. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-12
- Chen Y., Lu D., Moran E., Batistella M., Dutra L.V., Sanches I.D., da Silva R.F.B., Huang J., Luiz A.J.B., de Oliveira M.A.F. 2018. Mapping Croplands, Cropping Patterns, and Crop Types Using MODIS Time-Series Data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 69: 133–147. DOI: 10.1016/j.jag.2018.03.005
- Gao L., Wang X., Johnson B.A., Tian Q., Wang Y., Verrelst J., Mu X., Gu X. 2020. Remote Sensing Algorithms for Estimation of Fractional Vegetation Cover Using Pure Vegetation Index Values: A Review. ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing, 159: 364–377. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2019.11.018
- Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E.P., Gao X., Ferreira L.G. 2002. Overview of the Radiometric and Biophysical Performance of the MODIS Vegetation Indices. Remote sensing of environment, 83(1–2):195–213. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00096-2
- Imukova K., Ingwersen J., Streck T. 2015. Determining the Spatial and Temporal Dynamics of the Green Vegetation Fraction of Croplands Using High-Resolution RapidEye Satellite Images. Agricultural and Forest Meteorology, 206: 113–123. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.03.003
- Jiang L., Liu Y., Wu S., Yang C. 2021. Analyzing Ecological Environment Change and Associated Driving Factors in China Based on NDVI Time Series Data. Ecological Indicators, 129: 107933. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107933
- Shammi S.A., Meng Q. 2021. Use Time Series NDVI and EVI to Develop Dynamic Crop Growth Metrics for Yield Modeling. Ecological Indicators, 121: 107124. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107124
- Tenreiro T.R., García-Vila M., Gómez J.A., Jiménez-Berni J.A., Fereres E. 2021. Using NDVI for the Assessment of Canopy Cover in Agricultural Crops within Modelling Research. Computers and Electronics in Agriculture, 182: 106038. DOI: 10.1016/j.compag.2021.106038
- Wardlow B.D., Egbert S.L. 2010. A Comparison of MODIS 250-m EVI and NDVI Data for Crop Mapping: a Case Study for Southwest Kansas. International journal of remote sensing, 31: 805–830. DOI: 10.1080/01431160902897858
- Zhang J., Zhang L., Xu C., Liu W., Qi Y., Wo X. 2014. Vegetation Variation of Mid-Subtropical Forest Based on MODIS NDVI Data – A Case Study of Jinggangshan City, Jiangxi Province. Acta ecologica sinica, 34(1): 7–12. DOI: 10.1016/j.chnaes.2013.09.005
- Zhao X., Wu T., Wang S., Liu K., Yang J. 2023. Cropland Abandonment Mapping at Sub-Pixel Scales Using Crop Phenological Information and MODIS Time-Series Images. Computers and Electronics in Agriculture, 208: 107763. DOI: 10.1016/j.compag.2023.107763

References

- Denisov P.V., Sereda I.I., Troshko K.A., Lupyan E.A., Plotnikov D.E., Tolpin V.A. 2021. Opportunities and Experience of Operational Remote Monitoring of Winter Crops Condition in Russia. *Current Problems in Remote Sensing of the Earth From Space*, 18(2): 171–185 (in Russian). DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-2-171-185
- Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. 2015. *Agrolandshafty Tsentralnogo Chernozemia. Rayonirovaniye i upravleniye [Agrolandscapes of Central Chernozem Region. Zoning and Management]*. Moscow, Publ. Nauka, 198 p.
- Lebedeva M.G., Solovyov A.B., Tolstopyatova O.S. 2015. Agroclimatic Zoning of the Belgorod Region in a Changing Climate. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series*, 9(206): 60–167 (in Russian).
- Nechetova Yu.V., Narozhnyaya A.G. 2010. Study of Gullies and Ravines Network within Belgorod Region Using GIS Technology. *Land Management, Monitoring and Cadastre*, 11(71): 96–100 (in Russian).
- Spivak L.F., Vitkovskaya I.S., Batyrbaeva M.Zh., Kauazov A.M. 2015. Analysis of Spring Wheat Yield Forecasts Based on Time Series of Statistical Data and Integrated Vegetation Indices. *Current Problems in Remote Sensing of the Earth From Space*, 12(2): 173–182 (in Russian).
- Terekhin E.A. 2019. Seasonal Dynamics of the Agroecosystems Green Vegetation Fraction Derived from Satellite Data. *Current Problems in Remote Sensing of the Earth From Space*, 16(4): 111–123 (in Russian). DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-4-111-123
- Shinkarenko S.S., Bodrova, V.N., Sidorova N.V. 2019. Influence of the Exhibition of the Slopes on the Seasonal Dynamics of the Vegetation Industry NDVI Index of Area Planted. *Proceedings of Nizhnevolskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*, 1(53): 96–105 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-12
- Chen Y., Lu D., Moran E., Batistella M., Dutra L.V., Sanches I.D., da Silva R.F.B., Huang J., Luiz A.J.B., de Oliveira M.A.F. 2018. Mapping Croplands, Cropping Patterns, and Crop Types Using MODIS Time-Series Data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 69: 133–147. DOI: 10.1016/j.jag.2018.03.005
- Gao L., Wang X., Johnson B.A., Tian Q., Wang Y., Verrelst J., Mu X., Gu X. 2020. Remote Sensing Algorithms for Estimation of Fractional Vegetation Cover Using Pure Vegetation Index Values: A Review. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 159: 364–377. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2019.11.018
- Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E.P., Gao X., Ferreira L.G. 2002. Overview of the Radiometric and Biophysical Performance of the MODIS Vegetation Indices. *Remote sensing of environment*, 83(1–2):195–213. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00096-2
- Imukova K., Ingwersen J., Streck T. 2015. Determining the Spatial and Temporal Dynamics of the Green Vegetation Fraction of Croplands Using High-Resolution RapidEye Satellite Images. *Agricultural and Forest Meteorology*, 206: 113–123. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.03.003
- Jiang L., Liu Y., Wu S., Yang C. 2021. Analyzing Ecological Environment Change and Associated Driving Factors in China Based on NDVI Time Series Data. *Ecological Indicators*, 129: 107933. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107933
- Shammi S.A., Meng Q. 2021. Use Time Series NDVI and EVI to Develop Dynamic Crop Growth Metrics for Yield Modeling. *Ecological Indicators*, 121: 107124. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107124
- Tenreiro T.R., García-Vila M., Gómez J.A., Jiménez-Berni J.A., Fereres E. 2021. Using NDVI for the Assessment of Canopy Cover in Agricultural Crops within Modelling Research. *Computers and Electronics in Agriculture*, 182: 106038. DOI: 10.1016/j.compag.2021.106038
- Wardlow B.D., Egbert S.L. 2010. A Comparison of MODIS 250-m EVI and NDVI Data for Crop Mapping: a Case Study for Southwest Kansas. *International journal of remote sensing*, 31: 805–830. DOI: 10.1080/01431160902897858
- Zhang J., Zhang L., Xu C., Liu W., Qi Y., Wo X. 2014. Vegetation Variation of Mid-Subtropical Forest Based on MODIS NDVI Data – A Case Study of Jinggangshan City, Jiangxi Province. *Acta ecologica sinica*, 34(1): 7–12. DOI: 10.1016/j.chnaes.2013.09.005
- Zhao X., Wu T., Wang S., Liu K., Yang J. 2023. Cropland Abandonment Mapping at Sub-Pixel Scales Using Crop Phenological Information and MODIS Time-Series Images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 208: 107763. DOI: 10.1016/j.compag.2023.107763



*Поступила в редакцию 02.08.2023;
поступила после рецензирования 29.08.2023;
принята к публикации 06.09.2023*

*Received August 02, 2023;
Revised August 29, 2023;
Accepted September 06, 2023*

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

Терехин Эдгар Аркадьевич, кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела геоинформатики Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра Института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Edgar A. Terekhin, PhD in Geography, Senior Researcher, Department of Geoinformatics, Federal Regional Center for Aerospace and Ground Monitoring of Objects and Natural Resources, Associate Professor, Department of Natural Resources and Land Cadastre, Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia



УДК 528.8:[502.4+332.3]
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-429-442

Динамика земельных угодий Острасьевых яров во второй половине XX – начале XXI века

¹ Украинский П.А., ² Щекало М.В., ¹ Маринина О.А.

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

² Государственный природный заповедник «Белогорье»,
Россия, 309342, Белгородская обл., пос. Борисовка, пер. Монастырский, д. 3
E-mail: pa.ukrainski@gmail.com, hom-12yak@yandex.ru, marinina@bsu.edu.ru

Аннотация. В статье приведены результаты изучения динамики земельных угодий на территории участка «Острасьевы яры» (заповедник «Белогорье») во второй половине XX – начале XXI века. Исследование проведено на основе дешифрирования данных дистанционного зондирования. Использовали три снимка: немецкий аэрофотоснимок 1941 года, космический снимок CORONA 1970 года и космический снимок GeoEye-1 2010 года. Первые два временных среза относятся к дозаповедному периоду развития территории. Для каждого временного среза была закартографирована граница Острасьевых яров и окружающей пашни, а также участки степной и лесной растительности внутри Острасьевых яров. Выявлено трехкратное (с 11 до 34 га) увеличение площади, занятой лесом в Острасьевых ярах за исследуемый период. Распространению древесной растительности способствовало уменьшение антропогенной нагрузки вследствие исчезновения населенных пунктов, располагавшихся в Острасьевых ярах и их окрестностях. Общая площадь Острасьевых яров колебалась в пределах 84–88 га, меняясь в зависимости от прекращения или возобновления распашки участков периферии балки.

Ключевые слова: ООПТ, землепользование, данные дистанционного зондирования, лесовосстановление, байрачные леса, постселитебные геосистемы

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания № FZWG-2023-0011.

Для цитирования: Украинский П.А., Щекало М.В., Маринина О.А. 2023. Динамика земельных угодий Острасьевых яров во второй половине XX – начале XXI века. Региональные геосистемы, 47(3): 429–442. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-429-442

Land Dynamics in Ostrasiev Yars in the Second Half of the 20th – 21st Centuries

¹ Pavel A. Ukrainskiy, ² Maria V. Shchekalo, ¹ Olga A. Marinina

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

² State Nature Reserve «Belogorye»

3 Monastyrsky lane, Belgorod region, Borisovka 309342, Russia

E-mail: pa.ukrainski@gmail.com, hom-12yak@yandex.ru, marinina@bsu.edu.ru

Abstract. The article describes the dynamics of land use in the Ostrasiev yars site (the Belogorye nature reserve) in the second half of the 20th – early 21st centuries. Ostrasiev yars is a forest-steppe ravine that became a protected natural area in 1995. We have little information on the previous history of the Ostrasiev yars, and there are no land use maps. However, based on archival remote sensing data, it is possible to perform a retrospective study of land use. We used three remote sensing images: a 1941



German aerial photograph, a 1970 CORONA satellite image, and a 2010 GeoEye-1 satellite image. The first two time slices refer to the pre-protected period of the development of the territory. These images were georeferenced and vectorized in the ArcGIS 10.5 software. For each time slice, we mapped the boundary of the Ostrasiev yars and the surrounding arable land, as well as areas of steppe and forest vegetation inside the Ostrasiev yars. Comparison of the mapping results showed that during the study period, the forest area on the site increased three times (from 11 to 34 ha). The spread of woody vegetation began after a decrease in the anthropogenic load due to the disappearance of the nearest settlements. We found three spatial patterns of forest restoration. This is the growth of the forest from the northwestern slope of the beam to the southeastern one, the spread of the forest from the middle part to the upper part, the spread of the forest from the side ravines to the neighboring sections of the slopes. The total area of the Ostrasiev yars ranged from 84–88 ha. It varied depending on the termination or resumption of plowing on the periphery of the site. The results obtained in the study provide a better understanding of the regularities in the spatial organization of the vegetation cover of the Ostrasiev yars area. They can also be useful for works devoted to predicting the dynamics of self-recovery of woody vegetation in a ravine-gully network under conditions of anthropogenic load removal.

Keywords: protected areas, land use, remote sensing data, reforestation, bairak forests, post-settlement geosystems

Acknowledgements: This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of State Assignment No. FZVG-2023-0011.

For citation: Ukrainskiy P.A., Shchekalo M.V., Marinina O.A. 2023. Land Dynamics in Ostrasiev Yars in the Second Half of the 20th – 21st Centuries. *Regional Geosystems*, 47(3): 429–442. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-429-442

Введение

Большинство заповедников, хотя и считаются эталонами естественных ландшафтов, не являются участками абсолютно нетронутой природы. В той или иной степени, практически все они испытывали влияние хозяйственной деятельности человека. Последствия антропогенного воздействия продолжают сказываться даже после заповедания на протяжении многих лет и десятилетий. Поэтому, чтобы правильно оценить современное состояние заповедных территорий и предсказать будущую динамику развития охраняемых ландшафтов, необходимо знать историю природопользования в дозаповедный период. Важность исторического природопользования такова, что оно стало отдельным предметом исследования в работах, посвященных заповедникам [Калуцкова, 2005; Макарова, 2005].

Территория Белгородской области относится к староосвоенным регионам с высокой степенью антропогенной трансформации ландшафтов. Расположенный здесь заповедник «Белогорье» также испытывал влияние хозяйственной деятельности в дозаповедный период. Спецификой этого заповедника является кластерная структура территории. Он состоит из пяти участков (Лес на Ворскле, Ямская Степь, Лысье горы, Стенки-Изгорья, Острасьевы яры). Эти участки были заповеданы в разные годы, поэтому степень их изученности различается. «Старые» участки, имеющие заповедный статус более 80 (Ямская Степь) и 90 лет (Лес на Ворскле) изучены лучше всего. Для новых участков, заповедованных в 90-е годы XX века (Лысье горы, Стенки-Изгорья, Острасьевы яры), история дозаповедного землепользования и природопользования изучена слабее. Но, с другой стороны, эти участки несут больше следов былого использования территории человеком, что позволяет реконструировать их дозаповедное прошлое.

В плане истории дозаповедного природопользования и землепользования наименее изученным, а значит и наиболее интересным, является участок «Острасьевы яры». До момента заповедания в 1995 году [Шаповалов и др., 1995] для Острасьевых яров не

проводились регулярные научные наблюдения за использованием земель и динамикой ландшафтов¹. Поэтому для этого участка заповедника существует дефицит письменных и картографических источников, по которым можно было бы описать его историю. Однако этот пробел можно восполнить за счет использования исторических данных дистанционного зондирования (космических снимков и аэрофотоснимков). Существующие данные дистанционного зондирования позволяют сделать ретроспективный анализ землепользования Острасевых яров на глубину нескольких десятилетий назад, вплоть до середины XX века.

Задачей представленной работы является исследование землепользования в дозаповедный период на участке «Острасевы яры» и окружающих его территориях на основе данных дистанционного зондирования. Эта задача включает в себя изучение изменений границы Острасевых яров, картографирование и оценку площадей лугово-степной и древесно-кустарниковой растительности, исследование состояния ближайших к участку населенных пунктов.

Объекты и методы исследования

Исследуемой территорией являются Острасевы яры – один из участков (кластеров) заповедника «Белогорье». Заповедный статус Острасевы яры получили в 1995 году, первоначально как участок заповедника «Лес на Ворскле», который в 1999 году был реорганизован в заповедник «Белогорье» [Присный и др., 2017]. В литературе участок Острасевы яры иногда упоминается также под названиями урочище Низкое и Астрасов яр. Участок «Острасевы яры» расположен на территории Борисовского района Белгородской области, в 6 км к юго-востоку от центральной части районного центра поселка Борисовка. Этот участок представляет собой лесостепную балку и является частью овражно-балочной сети бассейна реки Гостенка (левый приток Ворсклы). Площадь участка равна 90 га.

Острасевы яры имеют протяженность в северо-восточном направлении, от водораздела Лозовой и Гостенки до долины реки Гостенка. Длина балки составляет 3,4 км, в том числе 2,9 км в границах заповедника. Ширина балки колеблется в пределах 200–250 м, глубина балки – 20–22 м. Абсолютные высоты в границах участка изменяются от 200 м у вершины балки до 150 м в ее устье. На склонах балки имеются многочисленные боковые овраги, встречаются оползни. В целом балка почти не разветвляется, только в нижней части по левому (юго-восточному) склону от нее отходят два крупных отвершка.

В верховьях балки имеется ряд родников, дающих начало протекающему по дну ручью [Силина и др., 2021]. Ручей протекает через всю территорию заповедного участка и впадает в водохранилище на реке Гостенка. Залив этого водохранилища заходит в нижнюю часть балки уже за границей заповедника.

В верхней и средней части Острасевых яров произрастает байрачный лес. На большей его части доминирует дуб. Помимо дубняков имеются участки с преобладанием липы, осины, клена остролистного, клена полевого. Кроме этих пяти доминирующих видов встречается ильм полевой, ильм шершавый, клен татарский, груша. Кустарники в лесу представлены лещиной, бересклетом европейским и бородавчатым, боярышником. На опушках произрастает терн. В травяном покрове байрачного леса преобладают осока волосистая и звездчатка ланцетовидная [Рябцев и др., 2011]. Всего в байрачном лесу Острасевых яров насчитывается 101 вид растений. Среди них 2 вида, требующих повышенных мер охраны – кандидаты на включение в Красную книгу Белгородской области: кочедыжник женский и селезеночник очереднолистный [Решетникова, 2018].

¹ Акт обследования урочища «Низкое», планируемого к передаче заповеднику «Лес на Ворскле» от 24 августа 1992 г. (рукопись из архива ГПЗ «Белогорье»).



Нижняя часть балки покрыта лугово-степной растительностью, в которой доминируют злаки – типчак, кострец безостый, ежа сборная, пырей средний. К злакам примешивается разнотравье с шалфеем, земляникой, кровохлебкой, таволгой [Ершова, 2017]. Здесь наблюдается самое высокое видовое разнообразие растений – 295 видов. В Красную книгу Белгородской области занесены касатик безлистный, горечавка крестовидная, прострел луговой, гиацинтик беловатый. Кандидаты на включение в Красную книгу – шиповник красно-бурый, астрагал изменчивый.

На заболоченных участках вдоль ручья и в устье балки встречаются тростник обыкновенный, тростник высочайший, двукисточник тростниковидный, камыш озерный. В целом на переувлажненных лугах и в прибрежно-водных сообществах по днищу основного яра отмечено 105 видов растений [Решетникова, 2018].

Вся территория вокруг Острасьевых яров представляет собой пашню. Вблизи верхушки балки и ее крупных отвершков расположены лесополосы [Рябцев и др., 2011]. В начале XX века в верхней части балки существовал хутор Низенький. На протяжении XX века в нижней части балки велся выпас скота, лесные поляны выкашивались. К моменту заповедания в байрачном лесу еще сохранялись следы порубок.

Для изучения состояния территории Острасьевых яров во второй половине XX – начале XXI века были использованы данные дистанционного зондирования, охватывающие три временных среза. Наиболее ранний временной срез был представлен черно-белым аэрофотоснимком, сделанным немецкой авиацией 25 сентября 1941 года. Масштаб аэрофотоснимка равен 1:30000. Отсканированный аэрофотоснимок был получен из открытого некоммерческого архива, размещенного в сети Интернет по адресу <http://www.wwii-photos-maps.com/>.

Второй временной срез был представлен отсканированным черно-белым фотографическим космическим снимком, сделанным 28 июля 1970 года в рамках американской миссии *CORONA* со спутника *KH-4B* [Awange et al., 2019]. Этот снимок был получен из открытого некоммерческого архива, размещенного в сети Интернет по адресу <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Пространственное разрешение снимка составляет 1,8 м/пиксель (6 футов на пиксель). Снимки *CORONA* в сочетании с аэрофотоснимками позволяют построить максимально глубокую по времени ретроспективу развития территории [Jabs-Sobocińska et al., 2021]. К настоящему времени положительный опыт их использования накоплен в самых разных направлениях исследований, в том числе посвященных особо охраняемым природным территориям [Miranda-Castro et al., 2022; Munteanu et al., 2022; Olariu et al., 2022; Heidarlou et al., 2023]. Существует такой опыт и для исследуемого региона. В Борисовском районе снимки *CORONA* успешно использовались для изучения разрастания прибалочных лесополос [Terekhin, Chendev, 2019]. Самый поздний временной срез представлен цифровым многозональным космическим снимком, сделанным со спутника *GeoEye-1* 19 апреля 2010 года. Снимок взят из архива пространственных данных заповедника «Белогорье». Пространственное разрешение снимка – 0,6 м/пиксель.

Обработка пространственных данных была выполнена в программе *ArcGIS 10.5*. Процесс обработки состоял из трех этапов. На первом этапе выполнена географическая привязка исходных данных. На втором этапе проведено картографирование земельных угодий. Третий этап был посвящен выявлению изменений. Географическая привязка всех снимков выполнена в системе координат проекции *UTM 37N WGS-84* (номер *EPSG* системы координат 32637). Изначально географическую привязку имел только снимок последнего временного среза (2010 год). Снимки двух предыдущих временных срезов привязывались на его основе. Привязка осуществлялась последовательно. Сначала к снимку 2010 года был привязан снимок 1970 года. После этого к снимку 1970 года был привязан снимок 1941 года.

На втором этапе в ходе визуального дешифрирования снимков с помощью ручной векторизации по растровой подложке (снимкам) было создано два векторных слоя с полигональной геометрией в формате шейп-файла. Для каждого временного среза создавалась своя пара слоев. Первый слой – граница Острасьевых яров и окружающей их пашни, второй – слой угодий. В слое угодий наносились два вида угодий: угодья с травянистой растительностью (пастбища, сенокосы, лесные поляны) и леса.

Картографирование выполнялось только для территории, входящей в границы заповедника. Часть балки, которая расположена за пределами заповедника (между границей заповедника и долиной реки Гостенки), не картографировалась. Векторизацию выполняли последовательно, от одного временного среза к другому. Сначала векторные слои были созданы для 2010 года. Потом копии этих слоев были наложены на снимок 1970 годов и скорректированы в соответствии с состоянием местности на тот момент. Аналогичным образом копии слоев для 1970 года были наложены на снимок 1941 года и скорректированы.

На третьем этапе было оценено изменение общей площади Острасьевых яров и площадей древесно-кустарниковой и травянистой растительности. Помимо площадей угодий анализировали их расположение в разные временные срезы и направления в пространстве, в которых шло увеличение или сокращение площади угодий. Для выявления локализации изменений границ участка была использована оверлейная операция симметричной разности, которая была произведена для двух пар слоев с границей балки – для слоев 1941 и 1970 годов и для слоев 1970 и 2010 годов. В результате были выделены участки, где территория Острасьевых яров сократилась за счет распашки, и участки увеличения территории после ее прекращения.

Помимо данных дистанционного зондирования для изучения территории Острасьевых яров использовали также картографические материалы, относящиеся к XVIII и XIX векам: трехверстную военно-топографическую карту Шуберта и План генерального межевания. Эти материалы применяли не при картографировании угодий, а только для составления общего представления о предыстории изучаемого периода середины XX – начала XXI века.

Результаты и их обсуждение

При визуальном сопоставлении снимков 1941, 1970 и 2010 годов видно, что во второй половине XX – начале XXI века вся территория вокруг Острасьевых яров, за исключением устьевой части, была распахана, на ней возделывали сельскохозяйственные культуры (рис. 1). В таком состоянии она находилась и ранее, по крайней мере с последней четверти XVIII века, о чем свидетельствует План Генерального межевания Хотмыжского уезда Харьковского наместничества, составленный в 1784 году. На нем видно, что уже тогда все пространство (кроме речных долин и овражно-балочной сети) между реками Гостенка, Лозовая и Ворскла было распахано.

На протяжении второй половины XX – начала XXI века граница между пашней и Острасьевыми ярами менялась. При этом общая площадь изучаемого заповедного участка изменялась весьма слабо, но в целом – в сторону увеличения. Так, в 1941 году она составляла 84 га, в 1970 – 88 га, в 2010 – 86 га. В нашем исследовании в каждом из временных срезов площадь Острасьевых яров оказалась меньше официальной площади участка заповедника, равной 90 га, в связи с чем можно предположить, что при включении территории в состав заповедника, ее площадь была завышена. Видимо, это произошло за счет участка небольших разветвлений верхушки балки, которые не числились пашней, но фактически всегда распахивались.

Разрастание пашни в одной части Острасьевых яров компенсировалось ее сокращением в другой. Распашка произошла в основном на выположенных участках около левого борта балки (рис. 2).



Рис. 1. Используемые данные дистанционного зондирования:
А – аэрофотоснимок 25 сентября 1941 года, Б – космический снимок CORONA 28 июля 1970 года,
В – космический снимок GeoEye 19 апреля 2010 года
Fig. 1. Remote sensing data: A – aerial photograph on 25 September 1941,
Б – CORONA satellite image on 28 July 1970, В – GeoEye satellite image on 19 April 2010

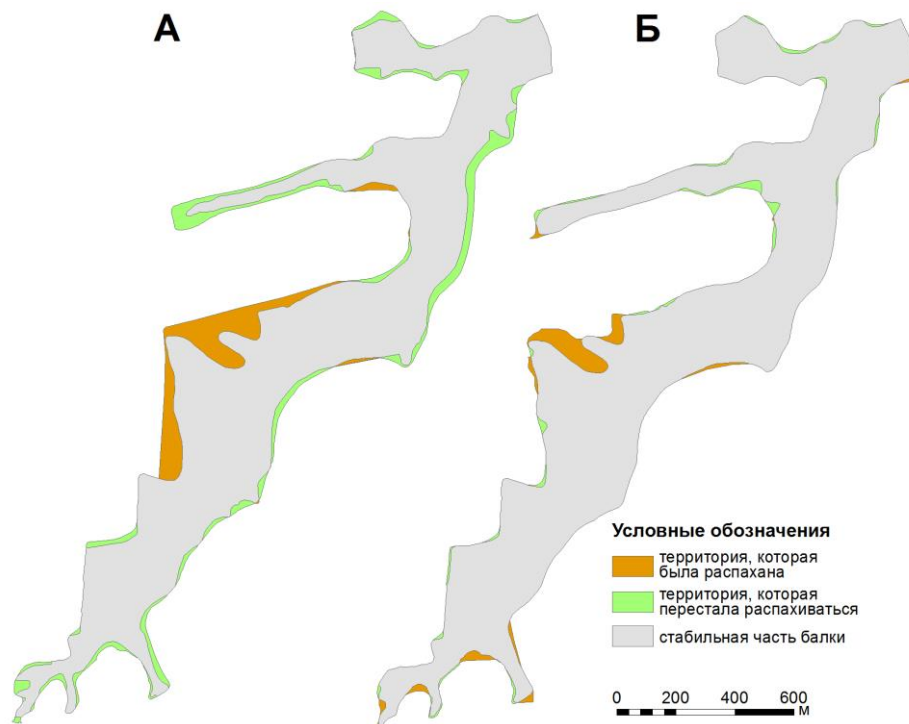


Рис. 2. Изменение площади Острасьевых яров:
А – в период с 1941 по 1971 год; Б – в период с 1970 по 2010 год
Fig. 2. Change in the area of the Ostrasiyevy Yary:
А – in the period from 1941 to 1971; Б – in the period from 1970 to 2010

Видимо, это часть бывшей территории хутора Низенький. Территории исчезнувших хуторов в Белгородской области часто распаиваются, если этому благоприятствует рельеф. Соседний с Острасьевыми ярами хутор Цибульников также подвергся распашке после исчезновения.

Сокращение пашни произошло на трех участках бровки яра:

- вокруг двух крупных отвершков балки в нижней части Острасьевых яров;
- вокруг мелких разветвлений верхушки балки;
- вдоль крутого правого борта балки.

Пашня сокращалась на территориях с неудобным для распашки рельефом и на эрозивно опасных участках. Возможно, это отступление пашни было вынужденным, связанным с тем, что распашка активизировала эрозию. Но оно могло быть и профилактической мерой, направленной на предотвращение эрозии, между 1941 и 1970 годами вокруг Острасьевых яров активно внедрялись землеустроительные решения для борьбы с ней. При сравнении аэрофотоснимка 1941 года и космического снимка 1970 года видно, что в этот период в окрестностях Острасьевых яров были высажены лесополосы, а ряд крупных ложбин перестал распаиваться.

Лесополоса была высажена также непосредственно в Острасьевых ярах – по бровке левого борта балки, в средней его части. Эта лесополоса отмечена на топографических картах, созданных по материалам топографической съемки 1955 года. Однако на космическом снимке 1970 года ее нет, что означает, что лесополоса не прижилась или была уничтожена. Ее исчезновение можно рассматривать как один из факторов, поспособствовавших распашке выделенных участков у левого борта балки.

В прошлом непосредственно на территории Острасьевых яров, в верхней их части, существовал хутор Низенький. А напротив устья балки, на противоположном склоне долины Гостенки, располагался хутор Цибульников (рис. 3). К 1940 году эти хутора перестали существовать.

На аэрофотоснимке, сделанном в сентябре 1940 года, следы хуторов Низенький и Цибульников уже не обнаруживаются. Точное время появления и исчезновения этих хуторов, а также численность населения и ее динамика нам неизвестны. Эти вопросы требуют отдельного исследования. На сегодняшний день известно, что оба хутора еще не существовали на момент создания Плана генерального межевания. Первое упоминание о них обнаружено в списке населенных мест Курской губернии 1862 года¹. Тогда хутор Низенький состоял из шести дворов, в которых проживало 58 человек, а хутор Цибульников – из восьми дворов с населением 82 человека. Последнее найденное упоминание о них – это австрийская военно-топографическая карта 1918 года (масштаб 1:40000), на которой обозначены хутора. Таким образом, очевидно, что хозяйственная деятельность населения хуторов Низенький и Цибульников влияла на природу Острасьевых яров по меньшей мере 60 лет, а может и больше, до 150 лет.

Расположение хутора Низенький восстановлено нами по трехверстной военно-топографической карте Шуберта (лист XXII, ряд 14, издание 1911 года) (см. рис. 3). На протяжении второй половины XX века происходило постепенное восстановление природных ландшафтов на месте бывшего хутора. Факт существования в границах Острасьевых яров населенного пункта позволяет отнести эту территорию к постселитебным геосистемам. Для территории Белгородской области существует ряд исследований, посвященных исчезнувшим населенным пунктам, в которых обращают на себя внимание процессы восстановления естественного растительного покрова и подчеркивается роль постселитебных геосистем как потенциальных элементов экологического каркаса [Артищев, Голусов, 2016; Артищев 2020; Голусов и др., 2020]. Указанные работы посвящены преиму-

¹ Список населенных мест по сведениям 1862 года. 1868. Том XX. Курская губерния. СПб., Центральный статистический комитет министерства внутренних дел, 175 с.

щественно населенным пунктам, исчезнувшим во второй половине XX века. Хутор Низенький, располагавшийся в Острасьевых ярах, в них не упоминается.

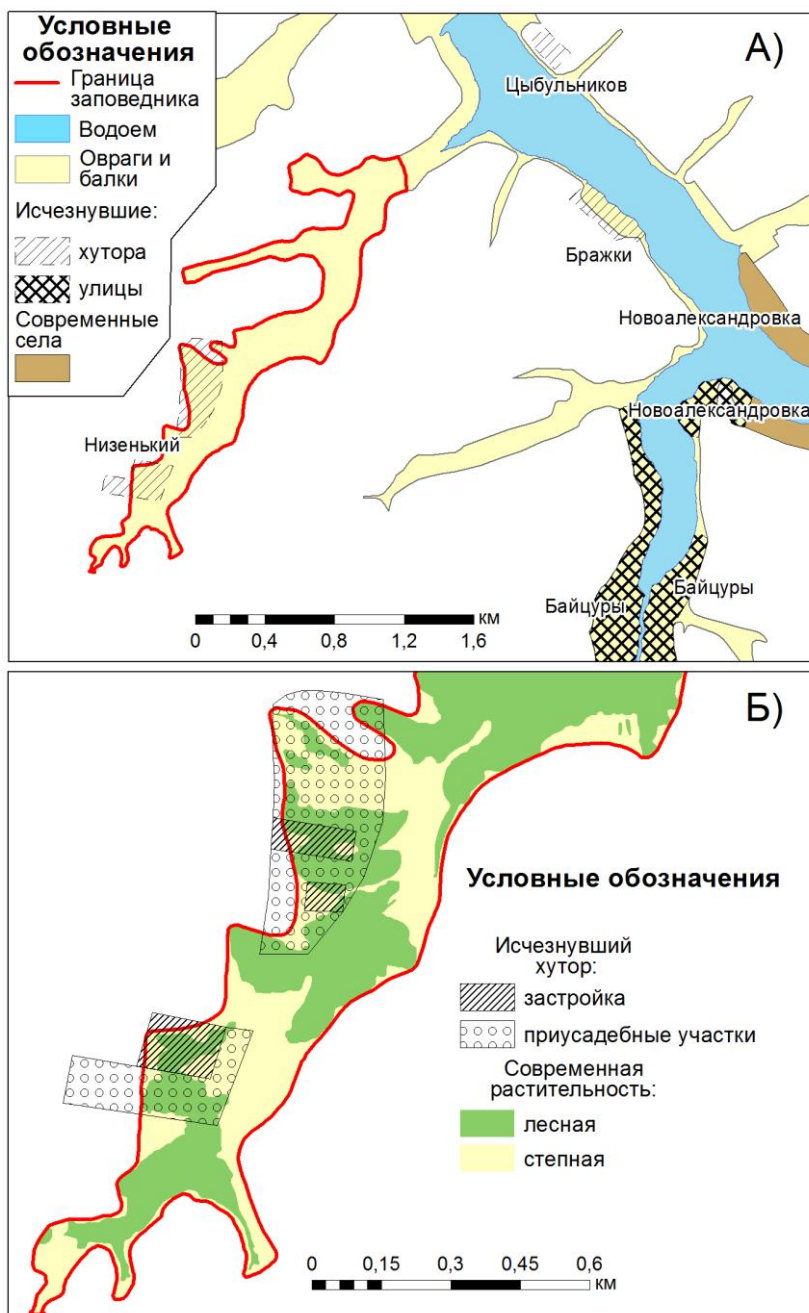


Рис. 3. А) Расположение исчезнувших хуторов в окрестностях Острасьевых яров;

Б) Приблизительное расположение хутора Низенький,

восстановленное по трехверстной военно-топографической карте Шуберта

Fig. 3. А) The location of the disappeared farms in the vicinity of Ostrasiev yars;

Б) The approximate location of the farm Nizenkiy, restored according to Schubert's military topographic map

В 1940 году ближайшими населенными пунктами к Острасьевым ярам были хутор Бражки и село Байцуры, располагавшиеся по долине Гостенки выше современного участка заповедника. К 1970 году хутор Бражки исчез, а Байцуры сократились в размерах.

В 1949 году в долине Гостенки было создано водохранилище, залив которого заходит в устьевую часть Острасьевых яров. Это способствовало повышению увлажненности

в нижней части балки, что должно было сопровождаться изменениями в растительном покрове. К сожалению, имеющиеся в нашем распоряжении снимки не позволяют их выявить и описать. Кроме прямого влияния на растительность и почвенный покров, сооружение водохранилища имело и косвенное влияние. Создание водохранилища уменьшило пешую доступность Острасьевых яров для жителей села Новоалександровки. В настоящее время это ближайший к Острасьевым ярам населенный пункт, расположенный в 2,4 км по прямой линии от них (см. рис. 3).

На территории Острасьевых яров главные изменения заключаются в разрастании байрачного леса. На Плана генерального межевания (конец XVIII в.) Острасьевы яры показаны полностью заросшими лесом. Но эти картографические материалы достаточно грубые. Поэтому возможно, что до появления хутора Низенький лес в Острасьевых ярах не образовывал сплошного цельного массива. На карте Шуберта лес уже отсутствует. Но отсутствие леса может быть связано не с тем, что он был полностью вырублен, а со степенью генерализации карты.

Ранее процессы восстановления древесной растительности в Острасьевых ярах связывали с установлением заповедного режима [Рябцев и др., 2011; Мирин, Суворова, 2016]. Но проведенное исследование показывает, что они начались гораздо раньше и являются частью сукцессионных процессов, характерных для постселитебных геосистем (рис. 4). Увеличению площади леса способствовало исчезновение хуторов. Известно, что их население использовало Острасьевы яры для выпаса скота, заготавливало в них сено и вело рубку леса [Акт..., 1992; Доронина и др., 1993].

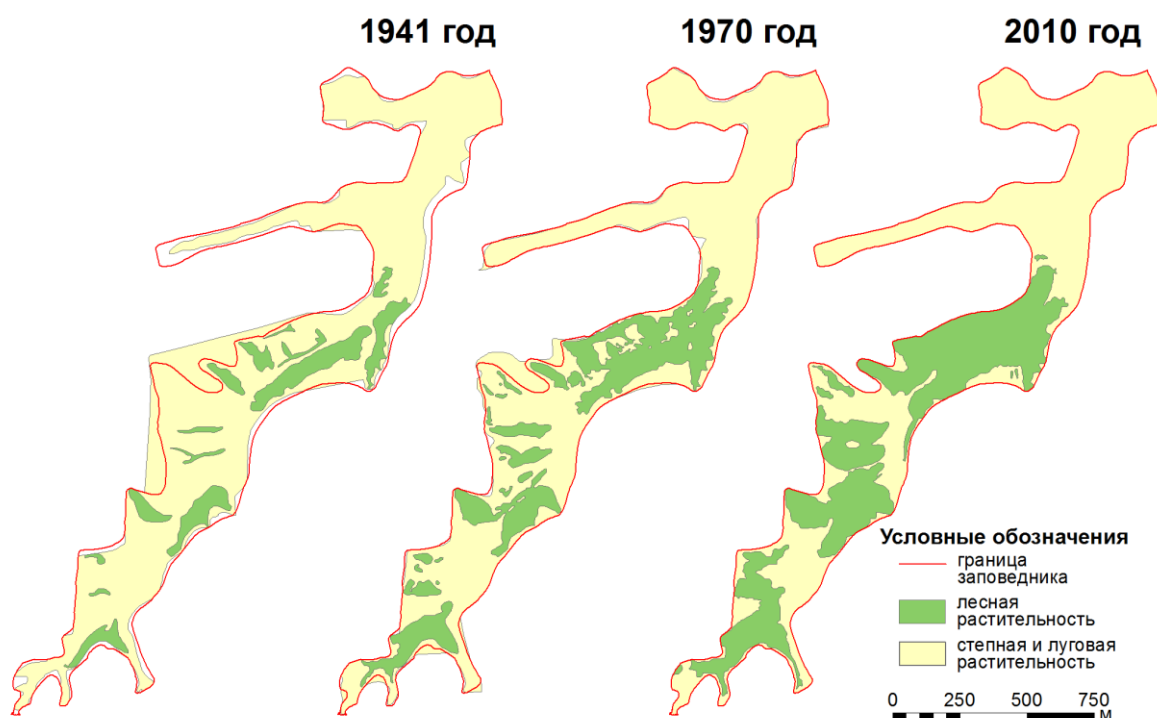


Рис. 4. Изменение площади леса в Острасьевых ярах
Fig. 4. Change in the forest area in Ostrasevy Yary

Сокращение численности населения в ближайших окрестностях Острасьевых яров должно было привести к уменьшению пастбищной и сенокосной нагрузки, сокращению заготовки древесины. Постепенно лесом начала зарастать территория бывшего хутора Низенький. До 1940 года лес произрастал на участках наименее удобных для ведения хозяйственной деятельности. Это крутые склоны правого борта балки, уклон которых превышает 15° , и глубокие боковые овражные врезы левого борта балки. Между 1941 и



1970 годами начинается выход леса за пределы этих территорий. Увеличиваются существующие фрагменты леса и появляются новые. Близко расположенные участки леса срастаются с образованием полян. Между 1970 и 2010 годами идет дальнейшее расширение и срастание существующих участков леса. Происходит зарастание полян. В результате площадь леса увеличилась с 11 га в 1941 году до 34 га в 2010 году. Необходимо отметить, что на территории Белгородской области расселение древесной растительности происходит не только в виде разрастания существующих лесов, но и в виде появления в овражно-балочной сети отдельно стоящих деревьев [Ukrainskiy et al., 2020]. Возможно, такой процесс происходил и на территории Острасьевых яров. Но детальность использованных снимков 1941 и 1970 годов не позволяет его обнаружить.

Заключение

Впервые для участка Острасьева яры заповедника «Белогорье» по данным дистанционного зондирования изучена динамика земельных угодий во второй половине XX – начале XXI века. На основе дешифрирования серии из трех снимков составлены карты Острасьевых яров в 1941, 1970 и 2010 годах. На картах показана граница Острасьевых яров с окружающей пашней и обозначены угодья с лесной и травянистой (степной и луговой) растительностью. На этой основе были подсчитаны площади угодий, описана динамика площадей во времени и изменения расположения угодий в пространстве.

Проведенное исследование показало, что во второй половине XX – начале XXI века происходило уменьшение антропогенной нагрузки на территорию Острасьевых яров. Снятию антропогенной нагрузки способствовало исчезновение населенных пунктов (хуторов), расположенных в Острасьевых ярах в непосредственной близости от них. Сокращение антропогенной нагрузки запустило процессы самовосстановления лесной растительности. В результате чего к 2010 году в Острасьевых ярах площадь леса увеличилась в три раза.

Сравнение карт, составленных для трех временных срезов, позволило выявить пространственные закономерности разрастания байрачного леса. В обобщенном виде можно выделить три таких закономерности: переход леса с северо-западного склона балки на юго-восточный, распространение леса из средней части в верхнюю часть, выход леса из боковых овражных врезов на соседние участки склонов. Тенденция к разрастанию леса продолжает сохраняться в настоящее время и, видимо, продолжится в будущем. В результате этого лес восстановит свою площадь, которую он занимал до освоения территории человеком. Но с облесением степных склонов сократится площадь угодий, на которых произрастает большая часть уязвимых видов растений (для Острасьевых яров это степные виды). Флористические исследования 2018–2020 гг. наличие некоторых из этих видов (василек песчаный, василек восточный) не подтвердили. Также сокращается численность популяции прострела лугового и адониса весеннего. Постепенная смена растительных сообществ приведет в свою очередь к изменению видового разнообразия животных.

Полученные в ходе исследования результаты помогут лучше понять закономерности пространственной организации растительного покрова участка «Острасьева яры». Также они могут быть полезны для работ, посвященных прогнозированию динамики самовосстановления древесной растительности в овражно-балочной сети в условиях снятия антропогенной нагрузки.

Список литературы

Артищев В.Е., Голуусов П.В. 2016. Постселитебные геосистемы Белгородской области: физико-географическая характеристика и перспективы экологической реабилитации. Успехи современного естествознания, 11–2: 334–338.

- Артищев В.Е. 2020. Роль постселитебных геосистем в восстановлении связности экологических сетей. Региональные геосистемы, 44(4): 474–482. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-474-482
- Голеусов П.В., Чугунова Н.В., Марциневская Л.В., Польшина М.А., Симон А.И. 2020. Пространственное распределение и ренатурационная динамика постселитебных геосистем Центрально-Черноземного района. Региональные геосистемы, 44(4): 462–473. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-462-473
- Доронина Ю.А., Нешатаев Ю.Н., Ухачева В.Н. 1993. Флористический список степной балки «Острасьевы яры» (Борисовский район Белгородской области). Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология, 4(24): 50–55.
- Ершова Е.А. 2017. Лугово-степные сообщества на склонах полярной экспозиции участка Острасьева Яры заповедника «Белогорье». Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии, 26(4): 211–214.
- Калуцкова Н.А. 2005. Новый объект исследования в заповедниках – природопользование в историческом прошлом. В кн.: История заповедного дела. Международная научная конференция, посвященная 80-летию заповедника «Белогорье» и 125-летию со дня рождения академика В.Н. Сукачева, пос. Борисовка, 5–9 сентября 2005. Борисовка: 102–104.
- Макарова О.А. 2005. Значение исторических материалов при организации новых ООПТ. В кн.: История заповедного дела. Международная научная конференция, посвященная 80-летию заповедника «Белогорье» и 125-летию со дня рождения академика В.Н. Сукачева, (пос. Борисовка, 5–9 сентября 2005. Борисовка: 136–137.
- Мирин Д.М., Суворова Ю.А. 2016. Возобновление широколиственных пород на полянах в нагорной дубраве и байрачном лесу (лесостепь, заповедник «Белогорье»). В кн.: Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования. Материалы Всероссийской (с международным участием) научной школы-конференции, посвященной 115-летию со дня рождения А.А. Уранова, Пенза, 10–14 мая 2016. Пенза, Пензенский государственный университет: 264–266.
- Присный А.В., Гусев А.В., Шаповалов А.С. 2017. История и современное состояние сети особо охраняемых природных территорий Белгородской области. В кн.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях. Материалы VII Международной научной конференции (памяти проф. Петина А.Н.), Белгород, 24–26 октября 2017. Белгород, ПОЛИТЕРРА: 461–467.
- Решетникова Н.М. 2018. Примеры влияния бобров на флору хорошо изученных охраняемых территорий. В кн.: Бобры в заповедниках европейской части России. Труды Государственного природного заповедника «Рдейский». Том 4. Великие Луки, Великолукская типография: 364–382.
- Рябцев И.С., Рябцева И.М., Тиходеева М.Ю. 2011. Особенности возобновления широколиственных пород в байрачном лесу (на примере участка «Острасьева Яры» государственного природного заповедника «Белогорье»). Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3: Биология, 1: 13–26.
- Силина А.Е., Будаева И.А., Аникеев Е.Ю. 2021. Макрофауна беспозвоночных водной экосистемы участка «Острасьева яры» государственного природного заповедника «Белогорье» по данным 2004–2007 гг. Полевой журнал биолога, 3(3): 270–283. DOI: 10.52575/2658-3453-2021-3-3-270-283
- Шаповалов А.С., Гузь Г.Н., Давидьян Г.Э., Жемчужников А.С. 1995. К организации участка заповедника «Лес на Ворскле» в Острасьевых ярах. В кн.: Проблемы изучения и охраны заповедных природных комплексов. Материалы научной конференции, посвященной 60-летию Хоперского заповедника, пос. Варварино, 21–25 августа 1995. Варварино, Издательство Воронежского университета: 118–120.
- Awange J., Kiema J., Awange J., Kiema J. 2019. CORONA Historical De-classified Products. In: Environmental Geoinformatics: Extreme Hydro-Climatic and Food Security Challenges: Exploiting the Big Data. Switzerland, Springer Cham: 191–199.
- Beygi H.H., Banj S.A., Nasiri V., Niță M.D., Borz S.A., Lopez-Carr D. 2023. Impact of Iran's Forest Nationalization Law on Forest Cover Changes over Six Decades: A Case Study of a Zagros Sparse Coppice Oak Forest. Sensors, 23(2): 871. DOI: 10.3390/s23020871



- Jabs-Sobocińska Z., Affek A.N., Ewiak I., Nita M.D. 2021. Mapping Mature Post-Agricultural Forests in the Polish Eastern Carpathians with Archival Remote Sensing Data. *Remote Sensing*, 13(10): 2018. DOI: 10.3390/rs13102018
- Miranda-Castro W., Acevedo-Barrios R., Guerrero M. 2022. Monitoring Conservation of Forest in Protected Areas using Remote Sensing Change Detection Approach: a Review. *Contemporary Problems of Ecology*, 15(6): 717–729. DOI: 10.1134/S1995425522060154
- Munteanu C., Senf C., Nita M.D., Sabatini F.M., Oeser J., Seidl R., Kuemmerle T. 2022. Using Historical Spy Satellite Photographs and Recent Remote Sensing Data to Identify High- Conservation- Value Forests. *Conservation Biology*, 36(2): e13820. DOI: 10.1111/cobi.13820
- Olariu B., Virghileanu M., Mihai B.A., Săvulescu I., Toma L., Săvulescu M.G. 2022. Forest Habitat Fragmentation in Mountain Protected Areas Using Historical Corona KH-9 and Sentinel-2 Satellite Imagery. *Remote Sensing*, 14(11): 2593. DOI: 10.3390/rs14112593
- Terekhin E.A., Chendev Y.G. 2019. Satellite-Derived Spatiotemporal Variations of Forest Cover in Southern Forest–Steppe, Central Russian Upland. *Contemporary Problems of Ecology*, 12(7): 780–786. DOI: 10.1134/S1995425519070102
- Ukrainskiy P., Terekhin E., Gusarov A., Zelenskaya E., Lisetskii F. 2020. The Influence of Relief on the Density of Light-Forest Trees within the Small-Dry-Valley Network of Uplands in the Forest-Steppe Zone of Eastern Europe. *Geosciences*, 10(11): 420. DOI: 10.3390/geosciences10110420

References

- Artishev V.E., Goleusov P.V. 2016. Abandoned Settlements of Belgorod Region: Geographical Characteristics and Perspectives of Environmental Rehabilitation. *Advances in current natural sciences*, 11–2: 334–338 (in Russian).
- Artishev V.E. 2020. The Role of Post-Settlement Geosystems in the Restoration of the Connectivity of Ecological Networks. *Regional geosystems*, 44(4): 474–482 (in Russian). DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-474-482
- Goleusov P.V., Chugunova N.V., Martsinevskaya L.V., Polshina M.A., Simon A.I. 2020. Spatial Distribution and Renaturation Dynamics of Post-Settlement Geosystems of the Central Black Earth Region. *Regional geosystems*. 44(4): 462–473 (in Russian). DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-462-473
- Doronina Yu.A., Neshataev Yu.N., Ukhacheva V.N. 1993. Floristicheskiy spisok stepnoy balki «Ostrasyevy yary» (Borisovskiy rayon Belgorodskoy oblasti) [Floristic List of the Steppe Ravine "Ostrasyevy Yars" (Borisovsky District of the Belgorod Region)]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 3. Biologiya*, 4(24): 50–55.
- Ershova E.A. 2017. Meadow Steppe Communities on the Polar Exposure Slopes of the site Ostrasevy Yara of «Belogorye» Reserve. *Samarskaya Luka: problemy regionalnoy i globalnoy ekologii*, 26(4): 211–214 (in Russian).
- Kalutskova N.A. 2005. Novyy ob"ekt issledovaniya v zapovednikakh – prirodopol'zovanie v istoricheskom proshlom [A New Object of Research in Nature Reserves – Nature Management in the Historical Past]. In: *Istoriya zapovednogo dela [The History of the Reserve]*. International Scientific Conference Dedicated to the 80th Anniversary of the Belogorye Reserve and the 125th Anniversary of Academician V.N. Sukachev, Borisovka, 5–9 September 2005. Borisovka: 102–104.
- Makarova O.A. 2005. Znachenie istoricheskikh materialov pri organizatsii novykh OOPT [The Importance of Historical Materials in the Organization of New Protected Areas]. In: *Istoriya zapovednogo dela [The History of the Reserve]*. International Scientific Conference Dedicated to the 80th Anniversary of the Belogorye Reserve and the 125th Anniversary of Academician V.N. Sukachev, Borisovka, 5–9 September 2005. Borisovka: 136–137.
- Mirin D.M., Suvorova Yu.A. 2016. Vozobnovleniye shirokolistvennykh porod na polyanakh v nagornoy dubrave i bayrachnom lesu (lesostep. zapovednik "Belogorye") [Restoration of Broad-Leaved Species in Glades in Upland Oak Forests and Ravine Forests (Forest-Steppe, Belogorye Reserve)]. In: *Sovremennyye kontseptsii ekologii biosistem i ikh rol v reshenii problem sokhraneniya prirody i prirodopolzovaniya [Modern Concepts of Biosystems Ecology and Their Role in Solving the Problems of Nature Conservation and Nature Management]*. Materials of the All-Russian (with international participation) scientific school-conference dedicated to the 115th anniversary of the birth of A.A. Uranov, Penza, 10–14 May 2016. Penza, Publ. Penzenskiy gosudarstvennyy universitet: 264–266.



- Prisnyy A.V., Gusev A.V., Shapovalov A.S. 2017. Istoriya i sovremennoye sostoyaniye seti osobo okhranyayemykh prirodnykh territoriy Belgorodskoy oblasti [History and Current State of the Network of Specially Protected Natural Areas of the Belgorod Region]. In: Problemy prirodopolzovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeyskoy Rossii i na sopredelnykh territoriyakh [Problems of Nature Management and Ecological Situation in European Russia and Adjacent Territories]: Proceedings of the VII International Scientific Conference (in memory of Prof. Petin A.N.), Belgorod, 24–26 October 2017. Belgorod, Publ. POLITERRA: 461–467.
- Reshetnikova N.M. 2018. Primery vliyaniya bobrov na floru khorosho izuchennykh okhranyayemykh territoriy [Examples of the Influence of Beavers on the Flora of Well-Studied Protected Areas]. In: Bobry v zapovednikakh evropeyskoy chasti Rossii. Trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Rdeyskiy» [Beavers in the Reserves of the European Part of Russia. Proceedings of the State Natural Reserve "Rdeisky"]. Vol. 4. Velikiye Luki, Publ. Velikolukskaya tipografiya: 364–382.
- Ryabtsev I.S., Ryabtseva I.M., Tihodeeva M.Yu. 2011. The Specialities of Broadleaf Woody Plants Regeneration in Bayrachny Forest (for Example the Side Ostrasevy Yary of the State Natural Reservation Belogore). Bulletin of Saint-Petersburg University. Series 3: Biology: 13–26 (in Russian).
- Silina A.E., Budaeva I.A., Anikeenko E.Yu. 2021. Macrofauna of Invertebrates in Aquatic Ecosystem of Site "Ostrasyevy Yary" of the Belogorye State Nature Reserve According to Data from 2004–2007. Field Biologist Journal, 3(3): 270–283 (in Russian). DOI: 10.52575/2658-3453-2021-3-3-270-283
- Shapovalov A.S., Guz G.N., Davidian G.E., Zhemchuzhnikov A.S. 1995. K organizatsii uchastka zapovednika «Les na Vorskle» v Ostrasyevykh yarah [To the Organization of a Section of the Reserve "Forest on Vorskla" in Ostrasiev Yars]. In: Problemy izucheniya i okhrany zapovednykh prirodnykh kompleksov [Problems of Studying and Protecting Protected Natural Complexes]. Materials of the scientific conference dedicated to the 60th anniversary of the Khopersky Reserve, Varvarino, 21–25 August 1995. Varvarino, Publ. of Voronezh university: 118–120.
- Awange J., Kiema J., Awange J., Kiema J. 2019. CORONA Historical De-classified Products. In: Environmental Geoinformatics: Extreme Hydro-Climatic and Food Security Challenges: Exploiting the Big Data. Switzerland, Springer Cham: 191–199.
- Beygi H.H., Banj S.A., Nasiri V., Niță M.D., Borz S.A., Lopez-Carr D. 2023. Impact of Iran's Forest Nationalization Law on Forest Cover Changes over Six Decades: A Case Study of a Zagros Sparse Coppice Oak Forest. Sensors, 23(2): 871. DOI: 10.3390/s23020871
- Jabs-Sobocińska Z., Affek A.N., Ewiak I., Nita M.D. 2021. Mapping Mature Post-Agricultural Forests in the Polish Eastern Carpathians with Archival Remote Sensing Data. Remote Sensing, 13(10): 2018. DOI: 10.3390/rs13102018
- Miranda-Castro W., Acevedo-Barrios R., Guerrero M. 2022. Monitoring Conservation of Forest in Protected Areas using Remote Sensing Change Detection Approach: a Review. Contemporary Problems of Ecology, 15(6): 717–729. DOI: 10.1134/S1995425522060154
- Munteanu C., Senf C., Nita M.D., Sabatini F.M., Oeser J., Seidl R., Kuemmerle T. 2022. Using Historical Spy Satellite Photographs and Recent Remote Sensing Data to Identify High- Conservation- Value Forests. Conservation Biology, 36(2): e13820. DOI: 10.1111/cobi.13820
- Olariu B., Vîrghileanu M., Mihai B.A., Săvulescu I., Toma L., Săvulescu M.G. 2022. Forest Habitat Fragmentation in Mountain Protected Areas Using Historical Corona KH-9 and Sentinel-2 Satellite Imagery. Remote Sensing, 14(11): 2593. DOI: 10.3390/rs14112593
- Terekhin E.A., Chendev Y.G. 2019. Satellite-Derived Spatiotemporal Variations of Forest Cover in Southern Forest–Steppe, Central Russian Upland. Contemporary Problems of Ecology, 12(7): 780–786. DOI: 10.1134/S1995425519070102
- Ukrainskiy P., Terekhin E., Gusarov A., Zelenskaya E., Lisetskii F. 2020. The Influence of Relief on the Density of Light-Forest Trees within the Small-Dry-Valley Network of Uplands in the Forest-Steppe Zone of Eastern Europe. Geosciences, 10(11): 420. DOI: 10.3390/geosciences10110420

*Поступила в редакцию 31.05.2023;
поступила после рецензирования 12.07.2023;
принята к публикации 09.08.2023*

*Received May 31, 2023;
Revised July 12, 2023;
Accepted August 09, 2023*



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

Украинский Павел Александрович, кандидат географических наук, эксперт центра валидации и верификации углеродных единиц, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Щекало Мария Викторовна, заместитель директора по научной работе, Государственный природный заповедник «Белогорье», Белгородская обл., пос. Борисовка, Россия

Маринина Ольга Андреевна, кандидат географических наук, директор центра валидации и верификации углеродных единиц, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pavel A. Ukrainskiy, Candidate of Geographical Sciences, Expert of the Center for Validation and Verification of Carbon Units of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Maria V. Shchekalo, Deputy Director for Research, State Natural Reserve "Belogorye", Belgorod Region, Borisovka, Russia

Olga A. Marinina, Candidate of Geographical Sciences, Director of the Center for Validation and Verification of Carbon Units of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia



УДК 504.4.062.2
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-443-451

Водоснабжение мегаполиса Москвы: источники и подготовка

Чевель К.А., Кочуров Б.И.

Институт географии Российской академии наук (РАН)
Россия, 119017, Москва, Старомонетный переулок, 29
E-mail: kira.chv@gmail.com, b.i.kochurov@igras.ru

Аннотация. Современные сети водоснабжения представляют собой важную инфраструктуру для предоставления услуг населению мегаполиса. Водопроводная система Москвы является самой разветвлённой в мире. С момента основания в начале XVII века город постоянно находился в поисках чистых и надёжных источников воды. Основу питания города водой составляют естественные водные ресурсы, которые формируются на территории Московской, Смоленской и Тверской областей, имеющие общую ёмкость более 2,0 млрд куб. м. воды. Подача воды составляет около 3,8 млн куб. м. в сутки для 20 млн жителей столичного мегаполиса и почти миллиона посещающих город туристов. Москва является экономическим и административным центром России, выполняющим функции столицы, глобального города и агломерации, который имеет свои особенности, связанные с обеспечением жителей города качественной водой. Особое положение занимают системы водоподготовки и водоснабжения, но прежде всего сами поверхностные водные объекты, являющиеся основными источниками водоснабжения.

Ключевые слова: водоснабжение, геоэкология, водные объекты, мегаполис, очистка, водоподготовка, питьевая вода, снабжение

Благодарность: Работа выполнена по теме государственного задания (FMGE – 2019 – 0007, АААА – А19 – 119021990093 – 8) «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования».

Для цитирования: Чевель К.А., Кочуров Б.И. 2023. Водоснабжение мегаполиса Москвы: источники и подготовка. Региональные геосистемы, 47(3): 443–451. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-443-451

Water Supply of the Metropolis of Moscow: Sources and Preparation

Kira A. Chavel, Boris I. Kochurov

Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences (RAS)
29 Staromonetny lane, Moscow 119017, Russia
E-mail: kira.chv@gmail.com, b.i.kochurov@igras.ru

Abstract. Modern water supply networks represent an important infrastructure for providing water supply services to the population of the metropolis. Currently, the population growth in Moscow is constantly increasing, and the demand for clean water is multiplying and becoming more noticeable. The Moscow water supply system is the most extensive in the world. Since its founding in the early 17th century the city is constantly in search of clean and reliable sources of water. The city's water supply is based on natural water resources, which are formed on the territory of the Moscow, Smolensk and Tver regions, the volume of which is more than 2.0 billion cubic meters of water. The water supply is about 3.8 million cubic meters per day for 20 million residents of the capitals and almost millions of



visited tourist cities. Moscow is an economic and administrative region of Russia, performing the functions of a capital, a global city and an agglomeration, which have their own characteristics associated with providing city residents with high-quality water. A special place in this aspect is occupied by the system of water treatment and water supply, as well as the sources of water supply themselves. In general, this review showed that the high level of urbanization, together with population growth, puts pressure on the existing water supply source and the existing water distribution system, which requires a specific water management strategy for the city.

Key words: water supply, geoecology, water objects, metropolis, purification, water treatment, drinking water, supply

Благодарность: The work was carried out on the topic of the state assignment (FMGE - 2019 - 0007, AAAA - A19 - 119021990093 - 8) “Assessment of physiographic, hydrological and biotic changes in the environment and their consequences for creation of foundations related to sustainable environmental management”.

For citation: Chavel K.A., Kochurov B.I. 2023. Water Supply of the Metropolis of Moscow: Sources and Preparation. Regional Geosystems, 47(3): 443–451. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-443-451

Введение

Вода поступает к Москве и городам Московской области из поверхностных и подземных источников по самотечным трубам, каналам и напорно-регулирующим сооружениям. Из поверхностных источников вода транспортируется из двух основных речных систем – Москвы-реки и Волги, и далее через каскад водохранилищ водные системы (Москворецкая и канал им. Москвы) соединяют эти резервуары в распределительные сети (коллекторы, туннели). В Москве коллекторское хозяйство одно из крупнейших в мире, такой разветвлённой сети нет ни в одном другом мегаполисе мира [Нестерук, 1950; Калицун и др., 1980; Мкртчян, 2015]. Тоннели скрывают десятки тысяч километров кабелей и труб. В составе 11 административных округов (САО, ЦАО, СВАО, ВАО, ЮВАО, ЮАД, СЗАО, ЗАО, СЗАО, Зеленоградский автономный округ и ТиНАО) город имеет сеть водных путей общей протяжённостью почти 12,847 тыс. км с диаметром труб от 30 мм до 500 мм [Эдельштейн и др., 1993], из них:

- стальной трубопровод – 60 %;
- чугунный – 15,9 %;
- чугун с графитом – 19,9 %;
- полиэтилен – 3 %;
- ПВХ – 1 %;
- тасбестоцементные трубы и железобетонные – 0,1 %.

На сегодняшний день, население Московской агломерации составляет порядка 20 млн чел. (по данным переписи 2020 года). Это один из крупнейших мегаполисов мира. Из-за высокой численности населения спрос на такие ресурсы, как вода, в Москве особенно высок [Харченко, 2009; Антипин, Ижгузина, 2017]. Жители потребляют десятки миллионов куб. м. питьевой воды в день. Кроме того, почти такие же объёмы воды необходимы для промышленных процессов. Несмотря на высокий спрос на чистую воду, городу удалось развить одну из самых обширных городских систем водоснабжения в мире (рис. 1) [Озерова, 2010].

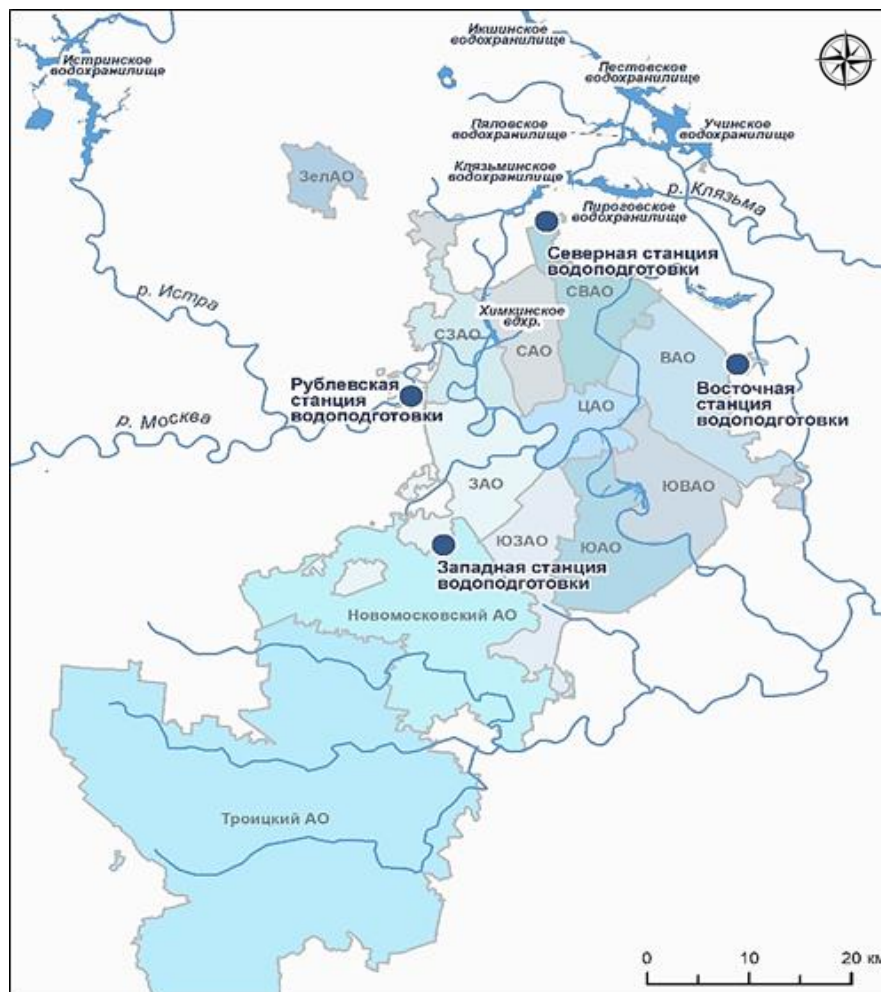


Рис. 1. Картосхема водоснабжения г. Москвы
Fig. 1. Moscow water supply map

Объекты и методы исследования

Водоснабжение мегаполиса Москвы (внешнее)

Как уже было сказано, водоснабжение Москвы осуществляется за счёт двух поверхностных источников и большого количества подземных резервуаров. Старейшей системой водоснабжения столичного региона является Москворецко-Вазузская система, расположенная на территории Тверской, Смоленской и Московской областей, включающая озёра, реки, каналы, бассейны рек Москвы и Волги, и сети водохранилищ. На Руси (X–XVIII век), до постройки систем снабжения, жители города получали воду из колодцев, близлежащих прудов и ручьёв [Ильин, 2016]. Сегодня её не рекомендуется пить из-за сильного загрязнения и неудовлетворительного санитарного состояния водоёмов. В конце XVIII века начала действовать Москворецко-Вазузская система, превратившись из Мытищенского водопровода (снабжающего город 40000 вёдер воды) в мощную Вазузскую гидротехническую систему, дающую сегодня городу до 6 млн куб. м. воды [Карпенко, Ломакин, 2020]. Вода проходит многоступенчатую систему очистки через две станции водоподготовки, это Рублёвская и Западная. После чего чистая вода поступает в районы города, расположенные на Северо-Западе, Западе и Юго-Западе города. Распределительная система, в виде гидротехнических сооружений, представляет собой судоходные плотины и каналы, а также водозаборные сооружения водопроводов, которые распределяют воду на системы питьевого и технического снабжения. Далее вода поступает водопотребителю по водораспределительным системам и трубопроводам. Строительство Москворецко-



Вазузской системы было завершено в 1977 г. На сегодняшний день она обеспечивает около 40 % общей потребности города в воде за счёт системы водохранилищ: Истринского, Можайского (1960 г.), Химкинского, Рузского (1964 г.), Озернинского (1967 г.), Верхне-Рузского (1977 г.). В бассейне реки Москвы (табл. 1) созданы 6 водохранилищ с площадью зеркала более 3 км² [Калицун и др., 1980].

Таблица 1
 Table 1

Характеристика водохранилищ, обеспечивающих мегаполис Москва водой
 Characteristics of the reservoirs that provide the metropolis of Moscow with water

Название водохранилища	Год создания водоёма	Длина, км	Наибольшая глубина (НПУ), м	Объём воды, куб.м.	Общая площадь водосбора водоёма, км ²	Площадь зеркала, км ²
Истринское	1935	22,2	19,0	183,0	991	33,6
Химкинское	1937	9,0	17,0	29,2	50	3,5
Можайское	1961	28,0	22,6	135,2	1360	30,7
Рузское	1966	32,8	21,2	219,8	1146	32,7
Озернинское	1967	19,2	20,5	143,8	738	21,3
Верхне-Рузское	1988	22,8	8,0	22,0	–	9,4

В 20-е годы XX века стало очевидным, что у столицы, помимо недостаточного водоснабжения, есть ещё одна проблема: трудности с навигацией. И вторым основным компонентом водоснабжения города Москвы становится Волжский водоисточник (канал имени Москвы). Строительство канала имени Москвы было завершено в 1937 году. Это была самая крупная из двух систем водоснабжения. Около 50 % всей необходимой воды жителям города подаётся по этому каналу и сети водохранилищ. Волжская вода обеспечивает водой районы, расположенные в Северном, Восточном и Юго-Восточном округах [Эдельштейн и др., 1992]. Канал имени Москвы состоит из восьми шлюзовых сооружений, обеспечивающих водообмен между каналом и связанными с ним водохранилищами: Иваньковским, Яхровским, Икшинским, Пестовским, Акуловским (Учинским), Пироговским, Клязьминским и Химковским. В гидросистему канала входят: водоканал, насосно-очистная станция и специальные санитарно-гигиенические помещения. Интересным фактом является то, что между рекой Волгой и Москвой расположена Клинско-Дмитровская гряда – область невысоких холмов, сохранившийся как часть уходящего на север ледника. Используя многоуровневую систему бьефов, вода направляется вверх, а затем, огибая участок хребта, направляется вниз. Самый высокий бассейн (участок канала, примыкающий к гидротехническому сооружению) называется водораздельным. В связи с чем вода доставляется в Москву по водозаборным сооружениям, насосным станциям и трубопроводам, а затем подаётся на очистные сооружения четырёх станций водоподготовки (рис. 2) [Гладков, Моргунов, 2019].

Общая сумма подачи воды Москворецко-Вазузской и Волжской систем составляет не менее 126 куб.м/с (обеспеченность этого расхода – 97 %). Это составляет около 11 млн куб.м/сут. Эти гидросистемы включают в себя 15 основных резервуаров с общим полезным объёмом 2,3 млрд куб. м воды [Схема водоснабжения, 2015].



Рис. 2. Основные источники водоснабжения г. Москвы (речная сеть и водохранилища)
Fig. 2. The main sources of water supply in Moscow (river network and reservoirs)

Водоснабжение г. Москвы

Вода, поступающая в город из системы наружного снабжения, приходит через четыре станции водоподготовки и одиннадцать водопроводных регулирующих узлов: девяти насосных станций (кроме станций водоснабжения и направляющих узлов), а также объектов, подающих воду в отдельные дома, жилые группы или кварталы (насосные станции, центральные тепловые пункты и индивидуальные тепловые пункты) [Махрова и др. 2012].

В столичном регионе на основе поверхностных источников работают две основные системы водоснабжения:

- система питьевого водоснабжения (питьевая вода);
- система производственного водоснабжения (техническая вода).

Более 20 млн чел., проживающих в 11 административных округах Москвы, получают питьевую воду из московского водопровода. Подготовка питьевой воды надлежащего качества осуществляется на четырёх станциях водоподготовки (Рублёвская, Западная, Северная и Восточная). После очистки вода от насосных станций по водопроводам подаётся в магистральные и направляющие сети города, а затем к потребителям. А вот техническую воду обеспечивают 3 станции производственного водоснабжения: Черкизовская, Кунцевская и Крымская. Протяжённость инженерных коммуникаций превышает 220 км. Источниками воды для систем промышленного водоснабжения являются Москва-река и Клязьминское водохранилище [Схема водоснабжения, 2015]. Одновременно с увеличением мощности источников водоснабжения г. Москвы расширяются объекты водоснабжения, обеспечивающие население водой надлежащего качества.

Техническая модернизация самой крупной Рублёвской гидростанции началась в 1950-х гг. Паровые насосы были заменены электрическими. А с 1960 года на станции вве-



дено предварительное хлорирование воды. В 1970-х гг. для очистки использовали активированный уголь и фторирование. Интересен тот факт, что в 1975 году на станции Восточная с помощью технологической системы водоподготовки впервые в СССР было внедрено озонирование воды. До этого воду очищали с помощью пескоуловителей, но это приводило лишь к механической очистке без дополнительной дезинфекции. В 1952 году свою работу начала Северная водоочистная станция, т. к. в Москву пришла волжская вода [Эдельштейн и др., 1993].

В настоящее время на водоочистных сооружениях вода проходит основную схему очистки – двухступенчатую технологию очистки, включающую химическую обработку воды с последующим отстаиванием и фильтрацией. Эта схема включает следующие основные этапы: коагуляцию и осветление, озонирование в сочетании с сорбцией на активированном угле и мембранную фильтрацию. С 2012 года ввиду токсичности было прекращено использование хлора на водоочистных сооружениях Москвы и теперь для обеззараживания воды на станциях применяется новый реагент – гипохлорит натрия. В настоящее время около 40 % питьевой воды очищается с использованием новых технологий [Водоснабжение и канализация, 2008].

В 1964 году была открыта станция Западная, которая сегодня также снабжает новый регион ТиАНО (Троицкий и Новомосковский административный округ) высококачественной водой [Кеврина и др., 2021]. В 1986 году была открыта Ново-Западная станция. Эти две станции в настоящее время составляют единый комплекс водопровода на Западе, а источниками для этого являются бассейны реки Москвы и гидротехнический узел Вазуский. После модернизации системы подачи и транспортировки на станциях Северная и Западная для дренажа были внедрены полиэтиленовые трубы, система хранения и подачи коагулянта, обработка активированным углем и т. д. А после подключения в 1998 году подсистемы управления хлораторной станции стали полностью автономными, тем самым утвердив статус крупнейшего предприятия такого рода в России. Помимо значения потребителей качественной питьевой воды, есть, в свою очередь, теплотехнические зоны центрального отопления – это Центральная зона г. Москвы и ТиАНО. Районы разделены на операционные зоны, например, 11 внутригородских ТЭЦ и 2 районные теплоэлектростанции № 22 и 27 (ОАО «Мосэнерго»); 7 тепловых электростанций (РТТЭ), одна мини-теплоэлектростанция, 36 тепловых электростанций (РТС), 20 тепловых электростанций (КТС) и 99 малых котельных (МК); 4 ТЭЦ ЗИЛ, Международная ТЭЦ, газотурбинная электростанция Щербинка и парогазовая тепловая электростанция Терёшково; примерно 690 котельных, принадлежащих различным ведомствам. Тепловая энергия от энергоисточников подаётся на централизованные или локальные тепловые пункты, где осуществляется подогрев воды [Схема водоснабжения, 2015].

Распределительная сеть является конечным звеном в системе водоснабжения и распределения [Перцик, 1991; 2009]. В настоящее время общий объём воды в системе трубопровода в черте старой Москвы составляет примерно 2 млн куб. м, что обусловлено существующими нормами проектирования: 110 л/с – наружное пожаротушение; и 2,5–70 л/с – внутреннее пожаротушение. В результате при существующем объёме трубопроводов и сниженном водопотреблении скорость движения воды уменьшилась, что привело к проблеме сохранения качества воды при её транспортировке к потребителю. При транспортировке воды по трубам наблюдается изменение мутности и содержания железа по сравнению с качеством воды на выходе из очистных сооружений. На сегодняшний день стальные трубы исчерпали свой потенциал на 78 %, что составляет 61 % от общей длины всего трубопровода города. Протяжённость труб из серого чугуна с истекшим сроком службы в настоящее время составляет примерно 1148 км (60 %) [Водоснабжение и канализация, 2015].

Гарантия высокого качества и необходимого объёма воды, подаваемой для водопотребления, были и остаются актуальными вопросами для изучения систем водного хозяй-

ства [Ивашкина, Кочуров 2018]. В отличие от проблем объёма воды, проблемы качества постоянно привлекают к себе внимание, так как, во-первых, от качества исходной воды (также для гидротехнического обслуживания) в значительной степени зависит технологический режим и затраты на водоподготовку, а во-вторых, нарастающее влияние диффузного стока в различных природных условиях, которые невозможно регулировать на водозаборе поверхностных источниках [Berglund et al., 2023; Herschan et al., 2023]. К примеру, на сегодня прогноз ожидаемого водопотребления по зонам влияния водопроводных станций представлен в табл. 2 [Схема водоснабжения, 2015].

Таблица 2
Table 2

Ожидаемый сценарий водопотребления населением Москвы в период до 2025 года
Expected scenario of water consumption by the population of Moscow in the period up to 2025

Водопроводная станция	Единицы измерения	до 2025 года	
		Среднесуточная	Максимальная
Всего подача воды московским городским водопроводом	тыс. м ³	4300	4945
Северная		940	1080
Восточная		860	990
Западная		1210	1390
Рублёвская		1290	1485

Заключение

Москва является крупным экономическим центром России и выполняет функции столицы, города-космополита и агломерации, которые имеют свои особенности, связанные с обеспечением населения качественной водой. Особое положение занимают системы водоподготовки и водоснабжения и прежде всего сами источники водоснабжения.

Динамика потребления воды жителями Москвы является весьма показательной. Если в конце 1970-х гг. водопотребление увеличивалось (1,5–3,5 % в год), то в настоящее время оно сократилось на 26 % по сравнению с уровнем 1995 года, и эта тенденция сохраняется, что связано с масштабными мероприятиями по экономии воды, благодаря комплексному подходу, внедрению ресурсно-сберегающих технологий и индивидуальных приборов учета расхода воды.

В настоящее время в связи с уменьшением водопотребления важное значение приобретает поддержка этих сооружений на соответствующем технологическом и экологическом уровне. Ввиду огромного разнообразия источников и схем водоснабжения, состояние современных систем водоподготовки и технологических линий водоснабжения требуют их всестороннего геоэкологического изучения и контроля.

Список источников

- Водоснабжение и канализация. 2008. М., СПб., ДИЛЯ, 151 с.
Калицун В.И., Кедров В.С., Ласков Ю.М., Сафонов П.В. 1980. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М., Стройиздат, 359 с.
Перцик Е.Н. 1991. География городов (геоурбанистика). М., Высшая школа, 360 с.
Схемы водоснабжения и водоотведения города Москвы до 2025 года. 2015. М., Том I: 15–34.



Список литературы

- Антипин И.А., Ижгузина Н.Р. 2017. Городские агломерации: от градостроительной концепции к вопросам управления. Экономика и предпринимательство, 9–1 (86), 444–449.
- Гладков Г.Л., Моргунов К.П. 2019. Водные пути и русловые процессы. Гидротехнические сооружения водных путей. Сборник научных трудов IV международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 29 мая – 01 июня 2019. Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, Вып. 4, 384 с.
- Ивашкина И.В., Кочуров Б.И. 2018. Урбоэкодиагностика и сбалансированное развитие Москвы. М., ИНФРА-М, 202 с.
- Ильин А.Ю. 2016. Возникновение и развитие систем водоснабжения российских провинциальных центров в XVIII – XX вв. Социально-экономические явления и процессы, 11(10): 28–34.
- Карпенко Н.П., Ломакин И.М. 2020. Гидрогеологический анализ состояния качества подземных вод Московского региона. Природообустройство, 4: 128–136. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-128-136
- Кевбрина М.В., Гаврилин А.М., Пронин А.А. 2021. Внедрение современных технологий при строительстве и реконструкции очистных сооружений АО «Мосводоканал». Водоснабжение и санитарная техника, 6: 36–45. DOI: 10.35776/VST.2021.06.04
- Махрова А.Г., Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И. 2012. Пространственные тенденции социально-экономического развития Московской агломерации. Территория и планирование, 4(40): 18–32.
- Мкртчян Н.В. 2015. Миграция в Москве и Московской области: задействованные и структурные особенности. Региональные исследования, 3(49): 107–116.
- Нестерук Ф.Я. 1950. Водное строительство Москвы. М., Издательство Министерства речного флота СССР, 335 с.
- Озерова Н.А. 2010. К истории водоснабжения Москвы: «изыскания новых источников» в 1913–1930 гг. Вопросы истории естествознания и техники, 31(1): 75–94.
- Перцик Е.Н. 2009. Крупные городские агломерации: развитие, проблемы, проектирование. В кн.: Проблемы развития агломераций России. М., Крассанд: 34–46.
- Харченко К.В. 2009. Проблемы управления развитием городских агломераций: взгляд из г. Белгорода. Муниципальный мир, 1–2: 49–57.
- Эдельштейн К.К., Заславская М.Б., Немальцев А.С. 1992. Экологические проблемы источников водоснабжения г. Москвы. В кн.: Экологические исследования в г. Москве и Московской области. Состояние водных систем. М., ИВП, 277 с.
- Эдельштейн К.К., Белова С.Л., Заславская М.Б., Новикова Е.В. 1993. Гидролого-гидрохимические аспекты формирования качества воды в водохранилищах питьевого и рекреационного назначения. Водные ресурсы, 20(5): 565–574.
- Berglund E.Z., Skarbek M., Kanta L. 2023. A Sociotechnical Framework to Characterize Tipping Points in Water Supply Systems. Sustainable Cities and Society, 97: 104739. DOI: 10.1016/j.scs.2023.104739
- Herschman J., Pond K., Malcolm R. 2023. Regulatory-Driven Risk Assessment to Improve Drinking-Water Quality: A Case Study of Private Water Supplies in England and Wales. Environmental Science and Policy, 140: 1–11. DOI: 10.1016/j.envsci.2022.11.011

References

- Antipin I.A., Izhguzina N.R. 2017. City Agglomerations: from Urban Planning to Management. Journal of Economy and entrepreneurship, 9–1 (86): 444–449 (in Russian).
- Gladkov G.L., Morgunov K.P. 2019. Vodnyye puti i ruslovyye protsessy. Gidrotekhnicheskiye sooruzheniya vodnykh putey [Waterways and Channel Processes. Hydraulic Structures of Waterways] Collection of Scientific Works of the IV International Scientific and Practical Conference. St. Petersburg, 29 May – 1 June 2019. St. Petersburg, Publ. Gosudarstvennyy universitet morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova, Is. 4, 384 p.
- Ivashkina I.V., Kochurov B.I. 2018. Urboecodiagnosics And sustainable Urban Development of Moscow. Moscow, Publ. INFRA-M, 202 p. (in Russian).



- Ilyin A.Yu. 2016. Emergence and Development of Systems of Water Supply of the Russian Provincial Centers in the XVIII-XX Centuries. Social economic phenomena and processes, 11(10): 28–34 (in Russian).
- Karpenko N.P., Lomakin I.M. 2020. Hydrogeological Analysis of the Current State of the Groundwater Quality in the Moscow Region. Environmental Engineering, 4: 128–136 (in Russian). DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-128-136
- Kevbrina M.V., Gavrilin A.M., Pronin A.A. 2021. Introduction of Advanced Technologies During the Construction and Upgrade of the Wastewater Treatment Facilities Operated by Mosvodokanal JSC. Water Supply and Sanitary Technique, 6: 36–45 (in Russian). DOI: 10.35776/VST.2021.06.04
- Makhrova A.G., Nefedova T.G., Treyvish A.I. 2012. Prostranstvennyye tendentsii sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Moskovskoy aglomeratsii [Spatial Measurements of Socio-Economy Development of the Moscow Agglomeration]. Territoriya i planirovaniye, 4(40): 18–32.
- Mkrtychyan N.V. 2015. Migration in Moscow and Moscow Region: Regional and Structural Peculiarities. Regional Studies, 3(49): 107–116 (in Russian).
- Nesteruk F.Ya. 1950. Vodnoye stroitelstvo Moskvy [Water Construction in Moscow]. Moscow, Publ. Ministerstvo rechnogo flota SSSR, 335 p.
- Ozerova N.A. 2010. The History of Moscow's Water Supply: "Prospecting for New Sources", 1913 to the 1930s. Studies in the History of Science and Technology, 31(1): 75–94 (in Russian).
- Pertsik E.N. 2009. Krupnyye gorodskiyeglomeratsii: razvitiye. problemyproyektirovaniye [Large Urban Agglomerations: Development, Design Problems]. In: Problemy razvitiya aglomeratsiy Rossii [Problems of Development of Russian Agglomerations]. Moscow, Publ. Krassand: 34–46.
- Kharchenko K.V. 2009. Problemy upravleniya razvitiyem gorodskikh aglomeratsiy: vzglyad iz g. Belgoroda [Problems of Urban Agglomeration Development Management: a View from Belgorod]. Munitsipalnyy mir, 1–2: 49–57.
- Edelstein K.K., Zaslavskaya M.B., Nemaltsev A.S. 1992. Ekologicheskiye problemy istochnikov vodosnabzheniya g. Moskvy [Ecological Problems of Water Supply Sources in Moscow]. In: Ekologicheskiye issledovaniya v g. Moskve i Moskovskoy oblasti. Sostoyaniye vodnykh sistem [Ecological Research in Moscow and the Moscow Region. The State of Water Systems]. Moscow, Publ. IVP, 277 p.
- Edelstein K.K., Belova S.L., Zaslavskaya M.B., Novikova E.V. 1993. Gidrologo-gidrokhimicheskiye aspekty formirovaniya kachestva vody v vodokhranilishchakh pityevogo i rekreatsionnogo naznacheniya [Hydrological and Hydrochemical Aspects of the Formation of Water Quality in Reservoirs for Drinking and Recreation Purposes]. Vodnyye resursy, 20(5): 565–574.
- Berglund E.Z., Skarbek M., Kanta L. 2023. A Sociotechnical Framework to Characterize Tipping Points in Water Supply Systems. Sustainable Cities and Society, 97: 104739. DOI: 10.1016/j.scs.2023.104739
- Herschman J., Pond K., Malcolm R. 2023. Regulatory-Driven Risk Assessment to Improve Drinking-Water Quality: A Case Study of Private Water Supplies in England and Wales. Environmental Science and Policy, 140: 1–11. DOI: 10.1016/j.envsci.2022.11.011

*Поступила в редакцию 25.05.2023;
поступила после рецензирования 17.08.2023;
принята к публикации 09.09.2023*

*Received May 25, 2023;
Revised August 17, 2023;
Accepted September 09, 2023*

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

Чевель Кира Анатольевна, аспирант,
Институт географии РАН, г. Москва, Россия

Кочуров Борис Иванович, доктор
географических наук, ведущий научный
сотрудник, Институт географии РАН,
г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kira A. Chavel, Postgraduate Student of the
Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

Boris I. Kochurov, Doctor of Geography,
Leading Researcher of Institute of Geography
RAS, Moscow, Russia



УДК 502.45(571.51)
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-452-471

Анализ эффективности эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки» (Красноярский край)

¹ Шестакова Е.С., ¹ Рудык А.Н., ² Грязин И.В.

¹КФУ им. В.И. Вернадского,

Россия, 295007, г. Симферополь, просп. Академика Вернадского, 4;

²КГКУ «ТИЦ Красноярского края»,

Россия, 660099, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 101а

E-mail: shestackov@yandex.ru, crimea.geoeco@gmail.com, igorgryazin@yandex.ru

Аннотация. Экологическое образование, направленное на формирование экологического сознания у посетителей и местного населения, является одной из основных задач особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Однако вопрос анализа эффективности экологического просвещения на региональных ООПТ не до конца изучен. Для анализа эффективности эколого-просветительской деятельности был выбран природный парк Ергаки, популярная региональная ООПТ в Красноярском крае. Исследование проводилось с 2005 по 2019 год – в период увеличения роста посещаемости парка. В статье проведен анализ нормативно-правовой базы для уточнения понятия эффективности эколого-просветительской деятельности на ООПТ в России. Кроме того, авторами разработан алгоритм анализа эффективности экологического просвещения на ООПТ. Изучена статистика посещаемости природного парка «Ергаки» и ее ежегодные изменения, рассмотрена динамика эколого-просветительских услуг и взаимодействие администрации парка со СМИ и социальными сетями. Выявлен уровень удовлетворенности посетителей эколого-просветительскими услугами за исследуемый период. В заключении даны рекомендации по совершенствованию эколого-просветительской деятельности в природном парке «Ергаки».

Ключевые слова: экологическое просвещение, эффективность, посещаемость, ООПТ, природный парк «Ергаки»

Для цитирования: Шестакова Е.С., Рудык А.Н., Грязин И.В. 2023. Анализ эффективности эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки» (Красноярский край). Региональные геосистемы, 47(3): 452–471. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-452-471

Analysis of Effectiveness of Environmental Education of Ergaki Nature Park (Krasnoyarsk kray)

¹Elena S. Shestakova, ¹Aleksandr N. Rudyk, ²Igor V. Gryazin

¹V.I.Vernadsky Crimean Federal University,

4 Academician Vernadsky Ave., Simferopol 295007, Russia;

²Tourist and Information Center of Krasnoyarsk kray,

101a Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk 660099, Russia

E-mail: shestackov@yandex.ru, crimea.geoeco@gmail.com, igorgryazin@yandex.ru

Abstract. Environmental education aimed at fostering environmental awareness among visitors and local population is a basic objective of protected areas (PA). However, the issue of analysis of environmental education effectiveness of regional PAs is not fully addressed. Ergaki Nature Park, the popular destination in Krasnoyarsk kray, was selected to analyze the effectiveness of the environmental education activities. The research was conducted from 2005 to 2019 when Ergaki Nature Park experienced significant increase in visitation. The paper analyzes the regulatory framework to clarify the concept of



the effectiveness of environmental education in protected areas in Russia. Moreover, an algorithm for analyzing the effectiveness of environmental education in protected areas is proposed. The authors studied statistics of Ergaki Nature Park visitation and its annual changes, examined dynamics of environmental education services and assessed media representation. The level of visitor satisfaction with the environmental education services was revealed during the studied period. In conclusion recommendations for improving the environmental education activities in Ergaki Nature Park were given.

Keywords: environmental education, effectiveness, visitation, protected areas, Ergaki Nature Park

For citation: Shestakova E.S., Rudyk A.N., Gryazin I.V. 2023. Analysis of Effectiveness of Environmental Education of Ergaki Nature Park (Krasnoyarsk kray). Regional Geosystems, 47(3): 452–471. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-452-471

Введение

Экологическое просвещение прочно вошло в различные сферы нашей жизни. Его цель – формирование экологической культуры в обществе, воспитание бережного отношения к природе, рациональное использование природных ресурсов [Об охране..., 2002].

Практика показывает, что нельзя научить любить природу и привить навыки общения с природой в теории, не бывая на природных объектах. В этой связи особую актуальность имеет возможность экологического просвещения на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Эколого-просветительский потенциал российских ООПТ чрезвычайно велик. Он включает в себя широкий спектр составляющих: значительное количество ООПТ (11,9 тыс. территорий всех уровней на площади более 242 млн га), большое биологическое и ландшафтное разнообразие территорий, наличие грамотных кадров, инфраструктуру для эколого-просветительской деятельности (ЭПД): музеи природы, визит-центры, экологические тропы, экспозиции под открытым небом.

Согласно модельному закону «Об экологическом просвещении и экологической культуре населения» от 27 марта 2017 г., экологическое просвещение трактуется как распространение экологических знаний, информации о состоянии окружающей среды, природных ресурсов, экологической безопасности в целях формирования в обществе основ экологической культуры [Об экологическом просвещении ..., 2017].

В статье 74 «Экологическое просвещение» Федерального закона «Об охране окружающей среды» уточняется, что экологическое просвещение осуществляется посредством распространения экологических знаний об экологической безопасности, информации о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов в целях формирования экологической культуры в обществе, воспитания бережного отношения к природе, рационального использования природных ресурсов [Об охране..., 2002]. Согласно Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года [2011] эколого-просветительская деятельность призвана обеспечить вклад в повышение уровня экологической культуры населения Российской Федерации и формировать у широких слоев российского общества понимание проблем сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, роли особо охраняемых природных территорий в решении этих проблем, а также их места в социально-экономическом развитии регионов, что должно обеспечить действенную общественную поддержку особо охраняемых природных территорий как объектов национального достояния.

Важное значение для ведения ЭПД на ООПТ и определения ее эффективности имеет наличие нормативной базы. Так, Федеральным законом «Об ООПТ» проведение



эколого-просветительской деятельности выделяется в отдельный блок задач ООПТ федерального значения (государственных природных заповедников и национальных парков) [Об особо охраняемых..., 1995]. В утверждаемых приказами Минприроды России положениях о заповедниках, национальных парках, заказниках в разделе «задачи» в обязательном порядке упоминается экологическое просвещение. Для природных парков, являющихся региональными ООПТ, эта задача установлена в Положениях о данных объектах. При этом, нормативные документы ограничиваются констатацией задачи и не дают ответ, что такое эффективность эколого-просветительской деятельности и каковы критерии ее оценки.

Интерес к анализу и оценке ЭПД на ООПТ возрос по мере того осознания, что оценка является фундаментальным шагом на пути к совершенствованию этого вида деятельности и, как следствие, природоохранной функции ООПТ.

Анализ зарубежного опыта показал, что эффективность оценивается по двум параметрам: с точки зрения экономической эффективности, заключающейся в определении прибыльности национальных и природных парков, и с позиции оценки эффективности управления. В течение жизненного цикла охраняемой территории оценка эффективности управления руководящими органами ООПТ, включая весь контекст функционирования ООПТ, становится все более важной как для обеспечения и улучшения сохранения биоразнообразия, так и для принятия заинтересованными сторонами и финансирующими органами.

Часто эффективность определяется как соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами. Данный показатель отражает, скорее, экономическую эффективность деятельности.

В.В. Ковалев с соавторами [2006] отмечает, что при оценке социальных результатов, к которым можно отнести и ЭПД, эффективность характеризуется совокупностью критериев, причем некоторые из них могут не оцениваться стоимостными показателями. В этом случае можно говорить только о качественном эффекте, который вообще не выражается в числовой форме.

Так, в Словении в 2008–2010 гг. был проведен анализ ЭПД в Национальном парке «Триглав», опираясь на материалы официального годового отчета и веб-сайта парка [Ars, 2013]. Одной из целей проводимого анализа было формирование научно-обоснованной стратегии развития и использования экологическо-просветительской инфраструктуры парка (информационные пункты, аншлаги и экологические тропы и т. п.). Исследователи провели опрос по показателям экологического образования (с суммарным количеством в 89 показателей). Количественная оценка давалась измеряемым индикаторам, важность качественных показателей измерялась по трехбалльной шкале ценностей как существенная, желательная или незначимая.

Дж. Суредда с соавторами [Sureda et al., 2004] предложили анализировать «экологическую коммуникацию» (environmental communication), которая включает образование, интерпретацию и информирование на ООПТ. Для этого ими были собраны 106 индикаторов по 12 направлениям измерения эффективности этой деятельности на ООПТ.

Представляет интерес отчет об экологическом образовании в странах Придунавья. К. Баумгартнер [Baumgartner, 2013] приводит примеры хороших практик и анализ составляющих успеха и недостатков в экологическом образовании в 17 заповедных территориях и дает рекомендации по улучшению качества экологического образования. К сожалению, данный труд лишен системного анализа эффективности ЭПД.

В.В. Непомнящий и А.В. Завадская [2020] в рамках проведения социально-экологического мониторинга на ООПТ оценивали эффективность эколого-просветительской деятельности на маршрутах по следующим индикаторам:

– степень соответствия полученных услуг и впечатлений ожиданиям туристов;

– удовлетворенность качеством экскурсий, услуг, работой инспекторов и др.;

– уровень осведомленности туристов о посещаемой территории, принципах экологического туризма и др.

В России трижды были опубликованы методические рекомендации для организации и ведения эколого-просветительской деятельности (Рекомендации по организации и ведению эколого-просветительской деятельности [1999]; Методические рекомендации по организации и ведению эколого-просветительской деятельности [2007]; Методические рекомендации по организации эколого-просветительской деятельности [2020]).

Именно в этих документах наиболее полно сформулированы основные цели, задачи, принципы и направления эколого-просветительской деятельности, а также этапы их реализации. В «Методических рекомендациях...» [2020] впервые был включен раздел (№ VII), посвященный оценке эффективности эколого-просветительской деятельности на ООПТ.

В вышеуказанных методических рекомендациях концептуально едино, но с небольшими различиями в формулировках, представлены количественные и качественные показатели ЭПД, что позволяет использовать единый методический подход к анализу эффективности ЭПД.

Отметим, что на сегодняшний день подобные методические рекомендательные документы разработаны только для ООПТ федерального значения. В рамках данного исследования авторы ставят своей целью провести качественный и количественный анализ эффективности эколого-просветительской деятельности (ЭЭПД) ООПТ регионального значения на примере природного парка «Ергаки» (Красноярский край). К числу основных задач исследования относятся:

- уточнение критериев ЭЭПД на ООПТ на основе анализа литературы и нормативно-правовой базы;
- определение алгоритма анализа ЭЭПД и на ООПТ;
- изучение параметров эколого-просветительской деятельности и обеспечивающей ее инфраструктуры природного парка «Ергаки»;
- формулирование рекомендаций по совершенствованию ЭПД в природном парке «Ергаки».

Объекты и методы исследования

Исследование изучает ЭПД в природном парке «Ергаки» за период с 2005 по 2020 годы.

В ходе исследования были применены следующие методы:

- аналитические: анализ литературных, документальных и интернет источников; обработка и анализ статистических данных; графический и картографический методы; метод сравнительного анализа; обобщение и интерпретация полученных результатов;
- социологические: анкетирование, выборочное фокусированное интервьюирование, социологический опрос.

Сбор и анализ литературных, документальных и интернет источников был проведен на подготовительном и исследовательском этапах. В процессе исследования был проведен анализ ежегодных отчетов о деятельности и документов по регистрации посетителей КГБУ «Дирекция природного парка «Ергаки»» за 2009–2020 годы, а также статистических данных, предоставленных палаточным экологическим лагерем «Вольный город» на озере Светлое, турбазой «Центр путешествий», базой отдыха «Ергаки» и турбазой «Тушканчик». Полевые и камеральные методы приурочены непосредственно к проведению анализа показателей эффективности эколого-просветительской деятельности (Блок III).



Для качественной оценки ЭЭПД использовался метод анкетирования, социологических опросов и исследований. Анкетный опрос и интервьюирование проводился авторами с привлечением волонтеров в визит-центре природного парка «Ергаки» и на экологических тропах в 2008, 2015 и 2019 годах. Соцопросы проводились в июле – месяце самой высокой посещаемости в Ергаках. В связи с ростом посещаемости парка, каждое последующее исследование охватывало большее количество респондентов (2008 г. – 182 чел., 2015 г. – 569 чел., 2019 г. – 600 чел.).

Метод опроса определялся погодными условиями, настроением группы, количеством человек в группе. Практика показала, что в визит-центре большее количество опросов с целью получения ответов на исследовательские вопросы было оформлено через анкету, а на тропе респонденты были больше открыты личному взаимодействию индивидуально или в группе (с фокус-группой). В группах до 5 человек опрашивались руководители, в больших группах – руководители и отдельные представители по случайной выборке.

Анкетная форма состояла из двух частей: традиционной базовой части, направленной на выявление статистических данных посетителей, и дополнительной, призванной выявить рекреационные и эколого-просветительские потребности посетителей в условиях развития туризма в природном парке «Ергаки».

Для анализа ЭЭПД природного парка «Ергаки» мы интегрировали международный и российский опыт в этой и смежных областях и предложили алгоритм анализа ЭЭПД парка.

Методологической основой составления алгоритма анализа ЭЭПД стали положения ГОСТ Р ИСО 14031-2016 Экологический менеджмент. Оценка экологической эффективности. Руководство [ГОСТ..., 2019]. Согласно Руководству, оценка экологической эффективности представляет собой процесс управления, использующий ключевые показатели эффективности таким образом, чтобы выполнять сравнение прошлой и настоящей экологической эффективности организации с ее экологическими целями и задачами.

В нашей работе под «эффективностью эколого-просветительской деятельности» понимается степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов, в частности в сфере реализации ЭПД на ООПТ. Для получения объективной картины при анализе применяется комплексный подход, использующий совокупность количественных и качественных показателей.

Алгоритм анализа эффективности эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки» включает в себя четыре основных последовательных блока:

Блок I. Целеполагание и категоризация видов эколого-просветительской деятельности природного парка.

Блок II. Определение масштабов и показателей анализа.

Блок III. Собственно анализ показателей эффективности.

Блок IV. Рекомендации по результатам анализа.

Отметим, что в Блоке I для каждой ООПТ формулируется и определяется особая роль ЭПД в соответствии с историей развития, категорией, установленной в законе об ООПТ, или миссией и задачами, установленными в положении о создании данной региональной ООПТ.

Для Блока II было определено, что анализ эффективности эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки» будет проводиться с позиции следующих категорий масштаба:

– временной масштаб исследования охватывает анализ данных с 2009 по 2020 годы (опираясь на доступные документы);

– пространственный масштаб не ограничивается границами самого парка, т. к. информационная онлайн-эколого-просветительская деятельность парка расширилась до

границ страны, а с переводом материалов сайта парка на английский язык, вышел за ее пределы;

– по охвату участников.

На первом этапе, для обеспечения достоверности, прозрачности и надежности, анализ ЭЭПД природного парка «Ергаки» будет опираться на измеряемые количественные показатели, данные по которым можно взять в журналах регистрации посетителей, в ежегодных планах эколого-просветительских мероприятий в рамках выполнения государственного задания с официального сайта природного парка (количество посетителей и динамика посещаемости парка по годам; количество эколого-просветительских мероприятий разных категорий, ориентированных на разные целевые группы; количество публикаций в разных СМИ и выпусков бюллетеней; количество объектов эколого-просветительской инфраструктуры и т. д.).

Далее для получения данных о результативности анализируемой деятельности в исследовании применяются качественные показатели, полученные в рамках социологического опроса посетителей (анкетирование, интервьюирование) в историческом разрезе (2008, 2015, 2019 гг.) для выявления обратной связи об удовлетворенности посетителей деятельностью парка посредством определения наличия у туристов потребности в эколого-просветительской работе парка; фиксации предпочтений и рекомендаций посетителей в сфере эколого-просветительских услуг для последующего совершенствования ЭПД, а также их динамики по мере диверсификации эколого-просветительской деятельности и улучшения туристской и эколого-просветительской инфраструктуры.

Направления для Блока III для оценки ЭЭПД были отобраны на основе изученных документов и приведены к единому знаменателю. В алгоритм анализа ЭЭПД природного парка «Ергаки» были отобраны пять базовых направлений и их составляющие:

1. Посещаемость природного парка «Ергаки», а именно: количество посетителей и динамика посещаемости парка по годам.

2. Эколого-просветительские мероприятия природного парка.

2.1. Количество эколого-просветительских мероприятий для обучающихся учебных заведений, нацеленных на воспитание будущих поколений местных жителей.

2.2. Количество эколого-просветительских мероприятий, ориентированных на местное население.

2.3. Количество эколого-просветительских мероприятий, ориентированных на посетителей природного парка «Ергаки» (реальных и потенциальных).

2.4. Количество экологических акций.

2.5. Количество реализованных волонтерских проектов.

2.6. Количество клубов друзей ООПТ.

2.7. Количество конференций, в которых участвовали сотрудники парка.

2.8. Количество выставок, ярмарок, в которых принимали участие.

2.9. Количество организованных конкурсов и викторин.

3. Взаимодействие со СМИ

3.1. Количество публикаций во внешних СМИ.

3.2. Количество издаваемых ООПТ информационных бюллетеней.

3.3. Объем онлайн-взаимодействия:

– наличие официального сайта, охват аудитории сайта;

– количество социальных страниц ООПТ, количество публикаций, охват аудитории.

4. Количество объектов эколого-просветительской инфраструктуры.

4.1. Количество визит-центров / музеев.

4.2. Количество экологических троп, элементов их обустройства, километраж.

5. Степень удовлетворенности посетителей эколого-просветительской деятельностью парка:

5.1. Степень удовлетворенности посетителей ЭПД парка.

5.2. Предпочтения посетителей в области эколого-просветительских услуг и инфраструктуры.

На основе анализа показателей ЭПД на последнем этапе (Блок IV) были даны рекомендации по повышению или корректировке эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки», которые были переданы в администрацию парка.

Результаты и их обсуждение

Природный парк «Ергаки» – ООПТ краевого значения – создан 4 апреля 2005 года на юго-востоке Красноярского края, на территории Каратузского и Ермаковского районов (рис. 1). Общая площадь его территории составляет 342 873 га [Природный парк ..., 2023].

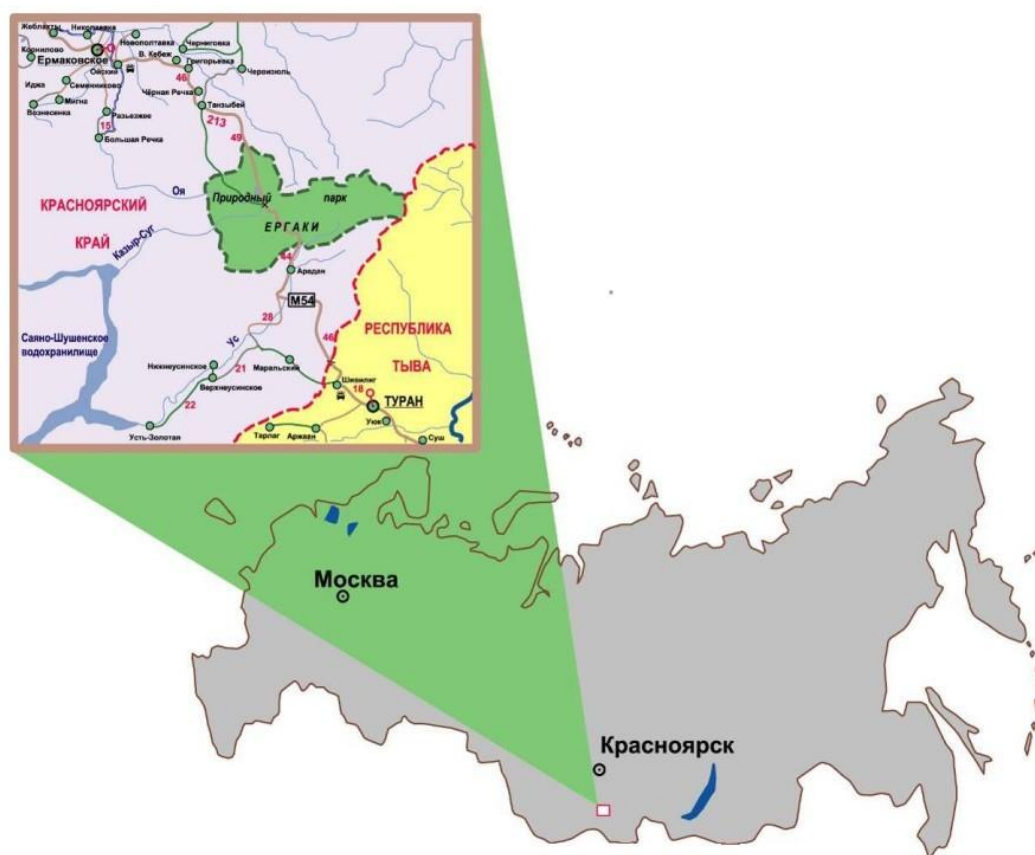


Рис. 1. Расположение природного парка «Ергаки»

Fig. 1. Location of Ergaki Nature Park

Природный парк расположен в горно-таежной местности Западных Саян на границе с Республикой Тыва. Расстояние от г. Красноярска (центра Красноярского края) до природного парка составляет 640 км, от ближайших к парку городов Минусинска и Кызыла (столицы Республики Тыва) – около 200 км.

Непосредственное управление природным парком осуществляет краевое государственное бюджетное учреждение «Дирекция природного парка «Ергаки».

Основными нормативными документами, регулирующими деятельность природного парка, являются Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях», Положение об особо охраняемой природной территории краевого значения – природном парке «Ергаки», утвержденное Постановлением Совета администрации Красноярского края от 04.04.2005 № 107-п [Об образовании..., 2005] и Схема

территориального планирования особо охраняемой природной территории краевого значения – природного парка «Ергаки» [Об утверждении ..., 2006].

Цель деятельности природного парка сформулирована на его официальном сайте следующим образом: «Дирекция природного парка «Ергаки» от имени жителей Красноярского края призвана защищать и представлять интересы природного наследия, способствовать управлению территорией теми способами, которые гарантируют экологическую и эстетическую ценность и целостность природы для будущих поколений» [Природный парк..., 2023]. Безусловно, экологическое просвещение входит в ключевые задачи парка.

На территории природного парка «Ергаки» установлены четыре функциональные зоны: зона особой охраны (54200 га, 15,8 %); рекреационно-туристская зона (171300 га, 49,9 %); зона традиционного природопользования (108530 га, 31,7 %); хозяйственная зона (8843 га, 2,6 %) [Территориальное планирование..., 2023]. Следует отметить, что развитие туристической и эколого-познавательной инфраструктуры в целях рекреационного освоения территории природного парка возможно только в хозяйственной и рекреационно-туристической зонах, но их суммарная территория, равная 52,5 %, позволяет создать сеть рекреационных объектов и экологических троп.

Фактором привлекательности для туристов служит впечатляющее количество достопримечательных объектов и их сосредоточенность на достаточно компактной территории. Основные живописные природные комплексы находятся в 8–20 км от трассы федерального значения Р-257 «Енисей» [Шестакова, 2006].

Комплекс таких факторов, как высокая плотность туристических достопримечательностей, богатое биоразнообразие и уникальные ландшафты парка, мягкие для Сибири природные условия, усиленный тем, что территория природного парка является безклещевой зоной, привлекает различные категории посетителей.

Высокий рекреационный потенциал территории обуславливает развитие как летних, так и зимних видов рекреации с примерно одинаковым распределением по сезонам. Так, в летний период здесь проводятся горно-пешеходные туры, спортивные сборы и соревнования по скалолазанию, спортивному туризму, альпинизму, функционируют палаточные лагеря, развивается автотуризм. Зимой пользуется спросом горнолыжный отдых, катание на снегоходах, прогулки на снегоступах [Грязин, 2022].

Дирекцией парка проведена большая работа по созданию инфраструктуры экологического туризма, отвечающей целям и задачам такой категории ООПТ, как природный парк. Отдел экологического просвещения, который был образован в 2008 году, насчитывает в настоящее время 4 человека: начальника отдела и троих методистов.

Анализ эффективности эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки»

Проанализируем показатели эффективности эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки» в соответствии с приведенным выше алгоритмом, определяя их положительную или отрицательную динамику.

1. Посещаемость природного парка «Ергаки» (количество посетителей и динамика посещаемости парка по годам).

Природный парк «Ергаки» является одним из основных и достаточно сложившихся туристических брендов Красноярского края. По данным дирекции парка ежегодно его посещают около 100–120 тыс. человек. Официально регистрируется порядка 80–100 тыс. человек (рис. 2). По действующим нормативным документам регистрация посетителей является добровольной, по данным опросов около 20–30 % посетителей не регистрируются [Грязин, 2022].

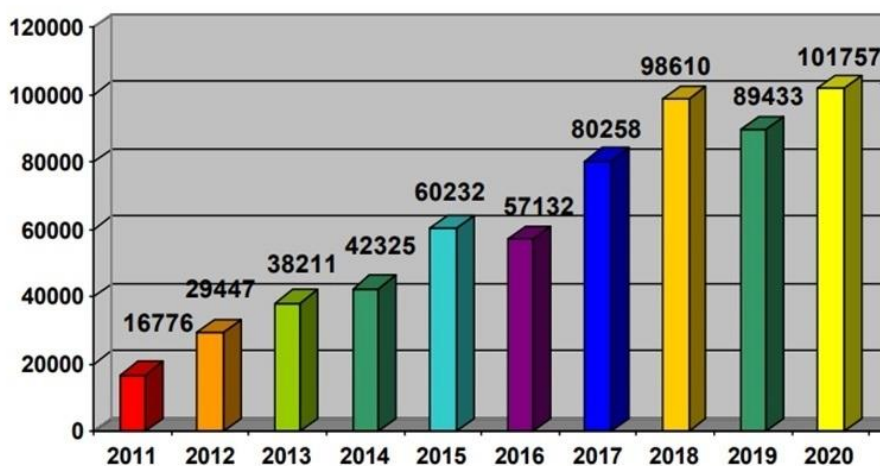


Рис. 2. Посетители природного парка «Ергаки» в 2011–2020 гг. по данным официальной регистрации туристов [Грязин, 2022]

Fig. 2. Visitors of Ergaki Nature Park in 2011–2020 according to official registration [Grjazin, 2022]

В целом по посещаемости «Ергаки» стоят на втором месте среди ООПТ Сибирского федерального округа после национального парка «Красноярские Столбы». Количество зарегистрированных туристов отражает серьезную работу парка по направлениям обеспечения безопасности, оборудования хозяйственной и туристско-рекреационной зон парка туристской и эколого-просветительской инфраструктурой.

2. Эколого-просветительские мероприятия природного парка.

Второй блок показателей ЭЭПД – количество эколого-просветительских мероприятий (ЭПМ), организованных и проведенных сотрудниками данной ООПТ. Авторы проанализировали данные с 2009 по 2020 г., полученные из отчетов по ежегодным планам эколого-просветительских мероприятий в рамках выполнения государственного задания, размещенных на официальном сайте природного парка [Отчеты ..., 2023], выяснили тенденции и сделали попытку обоснования изменений.

В связи с ограниченным объемом статьи для определения эффективности ЭПД опишем общую ситуацию и дадим характеристику динамики ЭПМ без разбивки по блокам.

Статистика позволяет проследить запланированные цифры мероприятий и фактическое количество реализованных событий (рис. 3). В 100 % случаев за изученный отчетный период в природном парке «Ергаки» было зафиксировано перевыполнение плана. Также наблюдается постепенное увеличение количества эколого-просветительских мероприятий.

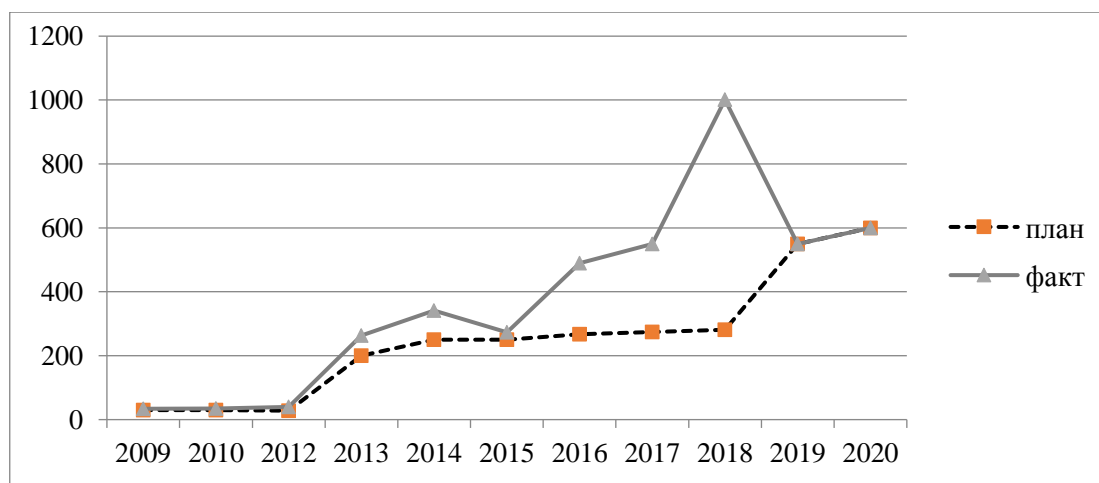


Рис. 3. Количество эколого-просветительских мероприятий, проведенных в природном парке «Ергаки» в 2009–2020 гг.

(выполнено авторами по данным отчетов Дирекции природного парка [Отчеты..., 2023])

Fig. 3. Number of Environmental Education Activities in Ergaki Nature Park in 2009–2020 (Made by Authors According to Reports of Directorate of Ergaki Nature Park [Otchety..., 2023])

Простая количественная констатация увеличения количества мероприятий не является доказательством эффективности этого вида деятельности. Поэтому авторами проводился факторный анализ данных с разбивкой на виды участия (по категориям населения и офф/онлайн участия).

В 2013 году резко выросло с порядка десятков до порядка сотен количество как запланированных, так и выполненных мероприятий, что объясняется введением в эксплуатацию в 2012 году визит-центра, расположенного в центре парка, вблизи от популярных туристических маршрутов парка. Благодаря этому большое количество мероприятий было перенесено в визит-центр. В летний сезон методисты парка, студенты-стажеры и волонтеры несколько раз в день проводят экскурсии по экспозиции центра. Кроме того, визит-центр служит отправной точкой для организованных познавательных экскурсий по территории парка. Этот комплекс факторов и объясняет такой значительный скачок в количестве эколого-просветительских мероприятий (с 40 мероприятий в 2012 году до 263 мероприятий в 2013 году).

Анализ первичных данных о проведенных мероприятиях показал, что в 2009 году большое внимание уделялось вовлечению следующих трех категорий:

- обучающихся учебных заведений (проведено 87 лекций на экологическую тематику в школах и колледжах);
- местного населения из окрестных сел (34 мероприятия);
- посетителей парка (139 обзорных и тематических экскурсий на территории парка).

К 2020 году распределение мероприятий среди тех же групп составило 15:1:563, при этом общее число непосредственных участников мероприятий с 2009 года почти не изменилось (2700 чел. – 2015 чел.), а число участников онлайн-мероприятий достигло 10900 чел.

Это можно объяснить тем, что в период начального становления создания парка не было инфраструктуры для проведения мероприятий на его территории. Удаленность сел от туристско-рекреационной зоны природного парка и отсутствие визит-центра парка не давало возможностей проводить занятия на территории. Методисты природного парка компенсировали эти факторы большим количеством занятий в школах, направленных на ознакомление подрастающего поколения с ценностями вновь созданной особо охраняемой природной территории, правилами поведения на ней. В 2020 году ситуация кардинально изменилась: наблюдается снижение количества мероприятий для обучающихся учебных заведений (15 мероприятий с 401 участником). Однако это говорит не о снижении эффективности мероприятий, а о переходе в режим плановой системной работы. Некоторые внеклассные мероприятия стали традиционными и проводятся со школьниками Ермаковского района ежегодно. Это природоохранные акции «Скажи пластику нет», «Экологический автобус» в рамках акции «Марш парков», «Мы не хотим жить на свалке!» по мониторингу несанкционированных свалок в Ермаковском районе и уборке мусора в местах отдыха. С детьми, у которых проявляется устойчивый интерес к природоохранной деятельности и экологии, используется форма совместной работы в клубе друзей WWF и природного парка «Ергаки» – «Жарки» (создан в 2012 году, насчитывает до 30 школьников).

Также объяснимо резкое сокращение к 2020 году мероприятий, направленных на работу с местными жителями. За многие годы совместной работы местные жители из оппозиционной силы перешли в группу лояльной поддержки. У парка нет необходимости проводить регулярные мероприятия в населенных пунктах. Более того, данные регистрации посетителей показывают, что среди посетителей парка регистрируется много местных жителей. Следовательно, к 2020 году эколого-просветительские мероприятия в большей степени были организованы для посетителей природного парка (реальных и потенциальных), включая и категорию «местные жители».



Следующий фактор, изменивший не только стиль работы в природном парке «Ергаки», но и во всем мире – это ограничения, связанные с распространением коронавируса COVID-19. Из-за пандемии были введены существенные ограничения по аудиторной деятельности, вследствие чего большинство мероприятий было переведено онлайн. С одной стороны, это уменьшило индивидуальный подход и личное взаимодействие, а, с другой стороны, значительно повысило доступность информации и охват аудитории. Так, девять мероприятий, проведенных в 2020 году в онлайн-формате на базе официального сайта природного парка «Ергаки» и в официальной группе парка в социальной сети ВКонтакте, получили охват аудитории в 10877 чел.

Важным показателем является количество волонтерских проектов. Интересно, что в данном блоке динамика произошла не по количеству реализованных в год проектов, а по количеству выполненной работы. Ежегодно с 2008 года парком организовывается волонтерский лагерь «Ветер перемен» по 1–2 смены по 15 человек, в ходе работы которого полагается 150–500 метров оборудованной тропы. Всего за 13 лет волонтеры проложили в парке порядка 2,5 км экотроп с разным покрытием. Кроме этого они занимались ремонтом экотроп, покраской элементов обустройства (беседок, аншлагов, входных групп) защитным покрытием, маркировкой туристических маршрутов, удалением вандальных надписей со скал, установкой и ремонтом аншлагов и указателей, уборкой и выносом мусора с туристических маршрутов, посадкой саженцев на деградированных участках.

Природный парк «Ергаки» стал единственной из региональных ООПТ трижды ставшей победителем Общероссийского конкурса заповедных волонтеров «Бурундук» в номинации «Лучшая региональная заповедная территория по работе с волонтерами»: в 2013, 2014, 2018 годах [Эковолонтерство в России, 2020]. В 2020 году, несмотря на сложную ситуацию с COVID-19, был проведен очередной эковолонтерский проект «Ветер перемен», который стал победителем III Всероссийского конкурса «Лучший эковолонтерский отряд» [Эковолонтерский лагерь..., 2023].

3. Взаимодействие со средствами массовой информации.

Следующим ключевым направлением ЭПД на ООПТ является взаимодействие со средствами массовой информации, направленное на распространение информации об ООПТ и формирование положительного отношения населения к ним. Это направление включает такие показатели, как количество публикаций об ООПТ, количество самостоятельно издаваемых дирекцией ООПТ изданий, объем онлайн-взаимодействия в сети Интернет и в соцсетях и т. д.

3.1. Количество публикаций.

С момента создания природный парк «Ергаки» активно работает как в направлении взаимодействия с внешними СМИ, так и создания собственного контента. Рисунок 4 демонстрирует динамику статистики опубликованных статей согласно отчетам по работе КГБУ «Дирекции природного парка «Ергаки» за 2009–2020 гг., которая показывает постепенное увеличение публикационной активности в разных СМИ с 2011 года.

Данные отчетов дают понять, что в 2009 году кроме 81 статьи, опубликованной в федеральных, краевых и местных газетах, информация о парке была представлена в 22 выступлениях по ТВ и радио.

В 2020 году было опубликовано 50 статей о деятельности дирекции парка в печатных и электронных СМИ, зачастую размещенных параллельно на 4 информационных площадках с явным преобладанием электронных площадок (3 краевых сайта и 1 газета). Отметим, что нельзя считать эту статистику по количеству публикаций объективной, поскольку она не учитывает статьи, входящие в информационный Бюллетень «Ергаки – жемчужина Саян».

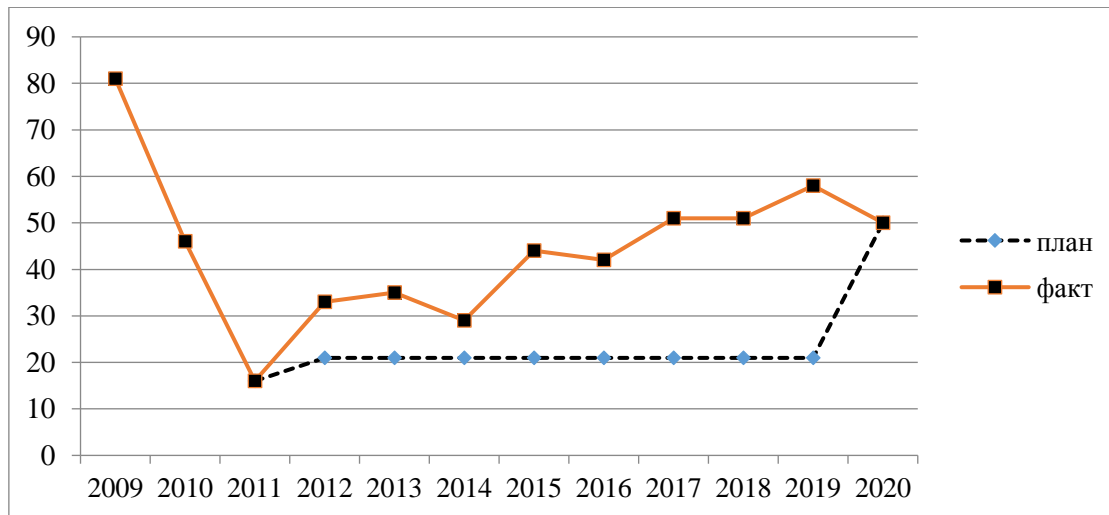


Рис. 4. Количество публикаций сотрудников КГБУ «Дирекция природного парка «Ергаки» в СМИ за 2009–2020 гг. (составлено авторами по данным [Отчеты ..., 2023])

Fig. 4. Number of publications made in the media by Ergaki Nature Park in 2009–2020 (compiled by authors according to reports of Directorate of Ergaki Nature Park [Otchety ..., 2023])

3.2. Количество издаваемых ООПТ информационных бюллетеней.

Практически с самого основания природного парка «Ергаки» самостоятельно издается информационный бюллетень «Ергаки – жемчужина Саян». Первый номер бюллетеня был опубликован в 2006 году. Ежегодно издаются шесть выпусков бюллетеня тиражом от 500 экз. (2009 г.) до 900 экз. (2020 г.). На конец 2021 года был опубликован 101 выпуск. Кроме увеличения количества экземпляров в тираже выросло и количество страниц с 6 до 8 в каждом тираже, а, следовательно, увеличилось и количество опубликованного эколого-просветительского материала. Бюллетень также выходит в электронной версии.

3.3. Объем онлайн-взаимодействия.

Еще в 2007 году в природном парке «Ергаки» был создан и постепенно усовершенствовался официальный сайт природного парка «Ергаки» под доменным именем «ergaki-park.ru» [Природный парк..., 2023]. Для посетителей представлена актуальная информация об условиях посещения, достопримечательностях парка, туристической инфраструктуре, работе визит-центра, о турах и экскурсиях. Здесь же можно получить информацию о проходящих в парке и на сопредельной территории мероприятиях и о базах отдыха. Присутствуют, в том числе, ссылки на галерею, карту парка. В ходе работы у сайта несколько раз менялся интерфейс. Сейчас у сайта есть единый стиль и насыщенность информацией. Кроме того, есть англоязычная версия сайта парка, что крайне редко встречается на сайтах региональных ООПТ.

Сайт парка имеет около 4000 активных пользователей, а на один пост приходится охват в среднем в около 300 человек. Статистика показывает, что в несезон сайт ежедневно посещают около 95 человек и просматривают 3–4 статьи. Так как для любого сайта типично ситуативное использование, то в высокий сезон (летом), когда наибольшее количество потенциальных посетителей заходят в поисках информации о парке, мероприятиях, событиях, турах и т. п. – это число увеличивается как минимум втрое и достигает 300 чел. в сутки с просмотром 900 информационных блоков, что суммарно составляет около 123600 просмотров в год.

Дирекцией природного парка «Ергаки» ведутся страницы в социальной сети «ВКонтакте» (https://vk.com/ergaki_park). На момент анализа (21.11.2020) в группе ВК было 745 фотографий, 23 видео, 4 контактных лица, являющихся модераторами группы, 2 обсуждения и краткое описание территории и задач дирекции парка. Страница ВКонтак-



те имела довольно высокий охват в 7400 участников и рейтинг просмотра новостей от 900 до 18300 просмотров публикаций), хорошим визуальным контентом.

4. Количество объектов эколого-просветительской инфраструктуры.

Нельзя не отметить, что для уровня ООПТ регионального значения природный парк «Ергаки» представлен хорошо оборудованными центрами интерпретации культурного и природного наследия, а также продуманной сетью оборудованных троп, совмещающих природоохранные, менеждерские и эколого-просветительские функции.

4.1. Количество визит-центров и музеев природы.

К 2020 году на территории природного парка «Ергаки» обустроено несколько эколого-просветительских объектов. К ним относятся два центра интерпретации природного и культурного наследия:

– Визит-центр природного парка, включающий в себя многофункциональную информационную стойку для взаимодействия с посетителями и музей природы с постоянными и сменными экспозициями, конференц-зал для эколого-просветительских мероприятий и демонстрации фильмов о парке.

– Музей сибирского охотника, являющийся интегральной частью экологической тропы «Тропа сибирского охотника».

4.2. Количество экологических троп, элементов их обустройства, их километраж.

К эколого-просветительской инфраструктуре парка относятся три благоустроенных экологических тропы [Ремхе, 2019]:

– экологическая тропа «Каменный город» (оборудована в 2009–2015 гг.; 1,49 км полотна тропы оборудовано из 3,2 км общей длины; ежегодно посещают до 4500 чел.);

– экологическая тропа «Тропа сибирского охотника» (оборудована в 2009–2012 гг.; 1,28 км полотна тропы оборудовано из 2,7 км общей длины; посещают до 200 чел. в год);

– экологическая тропа «оз. Радужное – Висячий Камень» (оборудована в 2013–2021 гг.; 4,5 км полотна тропы оборудовано из 5,5 км общей длины; ежегодно посещают до 35000 чел.).

Поэтапное благоустройство экологических троп ведется силами инспекторов, волонтеров и подрядчиков. В итоге в условиях короткого сибирского лета и сложного рельефа создана сеть оборудованных экотроп. Суммарная протяженность составляет 8880 м оборудованных экотроп с твердым покрытием разного вида в зависимости от рельефа (железные лестницы, щебеночное полотно, деревянные настилы, тропы с опилочной подушкой, отбортовкой и отсыпанные щебнем). Ежегодно оборудуются новые участки протяженностью 500–600 м. Кроме того, на 3 тропах обустроены входные группы и информационные аншлаги, маркировка, туалеты, места отдыха и прочие элементы. Общая протяженность оборудованных туристических маршрутов, которые мы не относим к «экологическим тропам», насчитывает более 160 км (маркировка, указатели пропилены деревьев, расчистка). Карты позволяют проследить масштаб охвата территории рекреационной и эколого-просветительской инфраструктурой в хозяйственной и туристско-рекреационной зоне парка.

Последние годы лидерство по посещаемости держит «Тропа оз. Радужное». Ориентировочное количество человек, прошедших по этой тропе в 2020 году, составило 35 тыс. человек. В 2020 году в выходные дни в июле на этой экотропе одновременно находилось до тысячи человек [Эковолонтерство в России, 2020].

5. Степень удовлетворенности посетителей эколого-просветительской деятельностью парка.

В 2008, 2016, 2019 годах авторами [Шестакова, 2009, 2010; Шестакова и др., 2016] был проведен ряд социологических исследований на территории природного парка «Ергаки» с целями определения социологического портрета посетителя природного парка и выявления удовлетворенности посетителей парка и выявлением их потребностей.

5.1. Степень удовлетворенности посетителей ЭПД парка.

Для целей данной работы нами были отобраны вопросы, позволяющие определить у посетителей потребности в эколого-просветительской работе парка и выявить предпочтения в области эколого-просветительских услуг и инфраструктуры.

5.2. Предпочтения посетителей в области эколого-просветительских услуг и инфраструктуры.

В рамках соцопроса в 2008 году было проведено комплексное исследование предпочтений форм проведения досуга на природе, которые показали, что в группу лидеров входят три категории (табл. 1). Необходимо отметить, что эти данные отражали не реальную, а желаемую ситуацию, поскольку в 2008 году такие виды деятельности еще не практиковались в парке, а показывали те виды деятельности, которыми туристы хотели бы заниматься, если бы они существовали. Походы одного дня с обязательным познавательным компонентом выбирали 57 % всех опрошенных. Второе место заняли экологические акции, предпочтение которым отдали чуть меньше трети респондентов. На третье место вышла номинация «виртуальные походы», представляющая собой виртуальные экскурсии, проводимые в лагере с помощью фотографий и ноутбуков. Данный вид «походов» активно практикуется в зарубежной практике. Высокий процент выбора этой категории объясняется частыми плохими погодными условиями, которые делают реальные походы на некоторый период непривлекательными.

Таблица 1
Table 1

Предпочитаемые формы проведения организованного досуга
в природном парке «Ергаки» в 2008 году
Preferred forms of environmental educational activities in Ergaki Nature Park in 2008

Формы проведения организованного досуга	Кол-во посетителей, %
ежедневные радиальные походы с информационным сопровождением	57
участие в экологических акциях по сбору мусора	27
виртуальные походы	25
тренинги на природе	16
многодневные походы с информационным сопровождением	13
индивидуальные прогулки в сопровождении гида	10
экологические лекции в визит-центре	7
индивидуальные прогулки без сопровождения гида	4
пассивный отдых в экологическом лагере	3
многодневные походы без информационного сопровождения	2

Достаточно высокие показатели у таких видов предложенной деятельности, как образовательные программы и психологические тренинги, проводимые на природе (16 %), которые могут содержать в себе экологическую составляющую, и у многодневных походов в сопровождении гида (13 %). Следует отметить, что все предложенные формы проведения досуга практически стопроцентно (кроме пассивного отдыха) напрямую связаны с экологическим просвещением. Большинство из указанных пожеланий были впоследствии приняты в актив работы отдела экологического просвещения.

В 2016 году по мере появления маркированных троп, инфраструктуры и расширения услуг и форм работы парка, видоизменились и пожелания посетителей. Полученные данные помогают определить сферы, развитие которых привлекло бы туристов к парку и определить слабые места, требующие дополнительного внимания для повышения attractiveness для туристов. Почти половина всех рекреантов в этот период хотели видеть обустроенные тропы, бивуаки, места отдыха и туалеты для удобства перемещения по территории парка и минимизации ущерба, наносимого природе (табл. 2).



Таблица 2
Table 2

Пожелания туристов природному парку «Ергаки» в 2016 году
Recommendations of visitors to Ergaki Nature Park in 2016

Пожелания туристов природному парку «Ергаки»	Кол-во туристов, %
Обустройство стоянок, туалетов, троп	43
Развитие информационной составляющей (карты, сайт, буклеты, гиды, аншлаги)	40
Все хорошо	18
Обеспечение чистоты, порядка и безопасности	10
Организация и проведение туров	6
Решение проблемы с дровами	5
Затрудняюсь ответить	2

В 2019 году туристы особенно отметили важность информационной составляющей, в которую входят «информационные услуги на базе / в визит-центре», «полиграфическая продукция о парке» [Ремхе, 2019]. В ходе исследования были выявлены основные тематические мероприятия, которые интересны для туристов, ими стали: вечера бардовской песни, астрономические вечера с мини-лекциями и практикой у телескопа под открытым ночным небом, квизы после выходов с экскурсоводом, поэтические вечера, волонтерские экошколы, йога-туры, многодневные горные походы, экскурсии, связанные с историей парка, спортивные праздники, курсы по фото и видеомонтажу, интерактивные мероприятия (викторины, квесты).

Анализируя результаты социологического исследования, проведенного в 2019 году, авторы не могли не обратить внимание, на то, что многие туристы, неоднократно посещающие парк, отмечают качественные положительные изменения предоставления услуг в природном парке «Ергаки» с момента открытия визит-центра (49 %), к которым относят возможность оставить вещи на хранение, получить инструктаж и справочную информацию (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Оценка посетителями деятельности природного парка «Ергаки»
в области эколого-просветительских услуг и инфраструктуры в 2019 г.
Assessment of Ergaki Nature Park environmental education services
and infrastructure made by visitors in 2019

Виды деятельности в области эколого-просветительских услуг и инфраструктуры	Кол-во туристов, %
Оборудованные экотропы в «Каменный Город» и тропу на озеро Радужное	51
Услуги гидов-экскурсоводов	50,4
Услуги визит-центра (возможность получить инструктаж и справочную информацию, оставить вещи на хранение)	49
Интересная экспозиция в визит-центре и квалифицированные экскурсоводы	38
Охраняемые палаточные лагеря с настилами и электроизгородью от медведей	25
Тематические мероприятия	23,3
Система навигации на тропах (маркировка, указатели и информационные аншлаги)	17
Полиграфическая продукция о парке	16
Оборудованные около визит-центра настилы для палаток	10
Лесное кафе на базе «Жемчужина Саян»	8
Волонтер со знанием английского языка, прошедший экскурсию по экспозиции визит-центра / Буклет на английском языке	2

Набольший процент отзывов посетителей (51 %) касается состояния троп. Тропу на «Озеро Радужное» выделяют как пример хорошо оборудованного маршрута, который следует масштабировать с точки зрения внешнего вида и удобства. Ранее в этой части парка преобладала болотистая местность и добраться до озера Радужного и других достопримечательностей в этом направлении было проблематично.

Блок IV. Рекомендации по результатам анализа.

На текущем этапе дирекции ООПТ необходимо уделять особое внимание постоянному развитию и укреплению методической базы для проведения эффективной ЭПД на современном уровне – аккумулировать соответствующий отечественный и зарубежный опыт, разрабатывать собственные методические материалы с учетом специфических местных условий. Необходимо усиливать создание единого информационного пространства, обеспечивающего оперативный обмен эколого-просветительской информацией как внутри системы ООПТ, так и между всеми заинтересованными лицами. Для наиболее эффективной эколого-просветительской деятельности посредством сети Интернет природному парку «Ергаки» важно активно использовать разные инструменты информирования и взаимодействия в виде информационных ресурсов, а именно – официальный сайт и аккаунты в социальных сетях.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать выводы об эффективности эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки» по всем направлениям и показателям, благодаря системной организации деятельности, целенаправленной работе и дифференцированному подходу к работе с разными целевыми группами; сотрудничеству с образовательными учреждениями, органами государственной власти и местного самоуправления и прочими заинтересованными организациями; формированию необходимой методической, организационной и материально-технической базы (визит-центр, музей, экотропы) эколого-просветительской деятельности. Как количественные, так и качественные показатели ЭПД дирекции природного парка «Ергаки» в 2009–2019 годах выросли/изменились в положительную сторону.

Анализ качественных показателей подтверждает высокую заинтересованность посетителей парка в его ЭПД. Более того, многие туристы, неоднократно посещающие парк, отмечают качественные положительные изменения ЭПД и эколого-просветительской инфраструктуры парка. Нельзя не отметить выявленную прямую взаимосвязь между усовершенствованием туристской и эколого-просветительской инфраструктуры (визит-центр, экотропы, сайт и страницы в социальных сетях) с увеличением посещаемости парка и процентом удовлетворенности посетителей. Разнообразие оборудованных маршрутов и тематических экскурсий, повышение доступности достопримечательных объектов приводит к расширению возрастных и географических границ посетителей.

Кроме того, анализ эколого-просветительской деятельности природного парка «Ергаки» позволяет дать ряд рекомендаций для повышения ее эффективности:

1. К настоящему времени в природном парке «Ергаки» сформирован комплекс эколого-просветительских мероприятий и обеспечивающая их инфраструктура парка, но отдельные элементы оснащения инфраструктуры требуют усовершенствования (обновления, приведения к единому стилю, насыщение информационной составляющей).

2. Учитывая успешный опыт федеральных ООПТ (Кроноцкий заповедник, национальный парк «Красноярские Столбы»), природному парку «Ергаки» рекомендовано ввести программу подготовки гидов и экскурсоводов.

3. Кроме того, для формирования положительного образа ООПТ следует активизировать ведение официальных страниц природного парка «Ергаки» в социальных сетях (ВКонтакте и др.).



4. Для изучения эффективности эколого-просветительской и других видов деятельности природного парка «Ергаки» рекомендуется регулярно проводить социологические исследования.

Исследование проблемы анализа эффективности в теоритическом и методическом плане привело авторов к следующим выводам:

1. В современной заповедной науке не сформировано общепринятых методик анализа и оценки ЭПД ООПТ.

2. Необходима разработка и утверждение нормативно-правовых актов и рекомендательных документов в сфере ЭПД для ООПТ регионального и местного значения (посредством адаптации комплекса нормативно-правовых актов для федеральных ООПТ).

3. Разработанный алгоритм анализа эффективности ЭПД позволяет разнопланово проанализировать комплекс ЭПД ООПТ.

4. Часто используемые количественные показатели не позволяют объективно проанализировать эффективность эколого-просветительской деятельности (суммарное количество посетителей, километраж троп) и требуют введения дополнительных качественных показателей работы посредством получения обратной связи социологическими методами (интервьюирование, анкетирование).

Список источников

- ГОСТ Р ИСО 14031-2016. Экологический менеджмент. Руководство по оценке экологической эффективности: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2016 г. № 1941-ст. М., Стандартинформ, 43 с.
- Ковалев В.В., Ковалев Вит. В. 2006. Учет, анализ и финансовый менеджмент. М., Финансы и статистика, 687 с.
- Концепция развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года: Правительство Российской Федерации от 22 декабря 2011 года № 2322-р. Электронный ресурс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902322381> (дата обращения: 20.10.2022).
- Методические рекомендации по организации и ведению эколого-просветительской деятельности в государственных природных заповедниках и национальных парках: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18.06.2007 № 170. Электронный ресурс. URL: <https://pandia.ru/text/77/170/21763.php> (дата обращения: 20.10.2022).
- Методические рекомендации по организации эколого-просветительской деятельности федеральными государственными бюджетными учреждениями, осуществляющими управление особо охраняемыми природными территориями федерального значения, находящимися в ведении Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации: Распоряжение Минприроды России от 22.12.2020 № 37-р. Электронный ресурс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_400858/ (дата обращения: 20.10.2022).
- Непомнящий В.В., Завадская А.В. 2020. Рекреационное природопользование. Новосибирск, Издательство СО РАН, 108 с.
- Об особо охраняемых природных территориях: Федеральный закон от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ. Электронный ресурс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (дата обращения: 20.02.2023).
- Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ. Электронный ресурс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 20.10.2022).
- Об экологическом просвещении и экологической культуре населения: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств – участников Содружества Независимых Государств. Приложение к постановлению МПА СНГ от 27 марта 2017 года № 46–18. Электронный ресурс. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39446219 (дата обращения: 20.01.2023).

- Отчеты. КГБУ «Дирекция природного парка «Ергаки». Электронный ресурс. URL: <http://www.ergaki-park.ru/192/work/reports.html> (дата обращения: 19.02.2023)
- Об утверждении Схемы развития и размещения особо охраняемых природных территорий в Красноярском крае на период до 2015 года: Постановление Совета администрации Красноярского края от 02.11.2006 № 341-п (ред. от 14.07.2008). Электронный ресурс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/422436980?ysclid=ll22hx4ipw927593385> (дата обращения: 20.01.2023).
- Об образовании особо охраняемой природной территории – природного парка краевого значения «Ергаки (вместе с «Положением об особо охраняемой природной территории краевого значения – природном парке «Ергаки»)). Постановление Совета администрации Красноярского края от 04.04.2005 N 107-п (ред. от 30.12.2008). Электронный ресурс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/444704635?ysclid=ll22jhvj15214596201> (дата обращения: 20.01.2023).
- Природный парк «Ергаки» Электронный ресурс. URL: <http://www.ergaki-park.ru> (дата обращения: 09.02.2023).
- Рекомендации по организации и ведению эколого-просветительской деятельности в государственных природных заповедниках: утверждены Председателем Госкомэкологии России В.И. Даниловым-Данильяном 3 августа 1999 г. Электронный ресурс. URL: https://www.biodiversity.ru/publications/books/lawzap/r8_3.html#4 (дата обращения: 29.10.2022).
- Ремхе К.А. 2019. Разработка рекомендаций по управлению туристскими потоками на территории природного парка «Ергаки». Красноярск, СФУ, 113 с.
- Территориальное планирование природного парка «Ергаки». Электронный ресурс. URL: <http://www.krasgp.ru/ru/projects/generalnye-plany-i-proekty> (дата обращения: 09.02.2023).
- Эковолонтерский лагерь в природном парке «Ергаки» признан лучшим в России. Электронный ресурс. URL: https://gornovosti.ru/news/veter-stranstvij/item/a3e70adb-faba-40ed-8e36-0a95fea38035/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (дата обращения: 09.01.2023).

Список литературы

- Грязин И.В. 2022. Регулирование туристического потока путем обустройства экологических троп в природном парке «Ергаки». В кн.: Экологический туризм: современные векторы развития. Екатеринбург, Уральский государственный педагогический университет: 399–405.
- Шестакова Е.С. 2006. Экологический туризм в природном парке Ергаки: история, проблемы, перспективы. В кн.: Наука, образование в системе культуры: Сибирь и Россия: освоение, развитие, перспективы. Материалы IV Всероссийской научной конференции, Красноярск, 04–05 мая 2006, Красноярск, Красноярский государственный аграрный университет: 358–361.
- Шестакова Е.С. 2009. Экологический туризм: сегментация рынка как фактор устойчивого развития в природном парке «Ергаки». В кн.: Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование – 2009. Международная конференция. Красноярск, 1–7 июля 2009. Красноярск, Сибирский Федеральный университет: 624–640.
- Шестакова Е.С. 2010. К вопросам рекреационного воздействия на природные комплексы в природном парке «Ергаки». В кн.: Научные труды Ассоциации заповедников и национальных парков Алтае-Саянского экорегиона. Вып. 3. Мониторинг биоразнообразия и функциональная структура природных комплексов на особо охраняемых территориях Алтае-Саянского экорегиона. Новосибирск, Изд-во СО РАН: 115–121.
- Шестакова Е.С., Рудык А.Н., Берлякова А.В., Грязин И.В. 2016. Анализ социально-экологических характеристик посетителей природного парка «Ергаки» (Красноярский край). Использование и охрана природных ресурсов в России, 3(147): 99–107.
- Эковолонтерство в России: лучшие практики. 2020. Под ред. Е.С. Шестаковой, Е.И. Давыдовой. Симферополь, Издательский дом КФУ, 118 с.
- Baumgartner C. 2013. Environmental Education in Protected Areas along the Danube Report of the Assessment Tour and quality guidelines for environmental education. DANUBEPARKS, 64 p.



- Ars M.S. 2013. Assessment of Environmental Education Indicators in Triglav National Park, Slovenia. In: Nationalpark Hohe Tauern. 5th Symposium Conference for Research in Protected Areas, Mittersill, 10–12 June 2013. Mittersill, Hohe Tauern National Park: 751–754.
- Sureda J., Oliver M.F., Castells M. 2004. Indicators for the Evaluation of Environmental Education, Interpretation and Information in Protected Areas. Applied Environmental Education & Communication, 3(3): 171–181. DOI: 10.1080/15330150490485967

References

- Gryazin I.V. 2022. Regulirovaniye turistichestogo potoka putem obustroystva ekologicheskikh trop v prirodnom parke «Ergaki» [Regulation of the Tourist Flow Through the Arrangement of Ecological Paths in the Natural Park "Ergaki"]. In: Ekologicheskij turizm: sovremennyye vektory razvitiya [Ecological Tourism: Modern Vectors of Development]. Ekaterinburg, Publ. Uralskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet: 399–405.
- Shestakova E.S. 2006. Ekologicheskij turizm v prirodnom parke Ergaki: istoriya, problemy, perspektivy» [Ecotourism in Ergaki Nature Park: History, Problems and Prospects]. In: Nauka, obrazovanie v sisteme kul'tury: Sibir' i Rossiya: osvoenie, razvitie, perspektivy [Science, Education in the Cultural System: Siberia and Russia: Mastering, Development, Prospects]: Proceedings of the IV All-Russian Scientific Conference, Krasnoyarsk, 04–05 May 2006, Krasnoyarsk, Publ. Krasnoyarskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet: 358–361.
- Shestakova E.S. 2009. Ekologicheskij turizm: segmentaciya rynka kak faktor ustojchivogo razvitiya v prirodnom parke «Ergaki» [Ecotourism: Market Segmentation as a Factor of Sustainable Development in Ergaki Nature Park]. In: Resursnaya ekonomika, izmenenie klimata i racional'noe prirodopol'zovanie – 2009 [Resource Economy, Climate Change and Rational Nature Management – 2009]. International Conference. Krasnoyarsk, 1–7 July 2009, Krasnoyarsk, Publ. Sibirskiy Federalnyy universitet: 624–640.
- Shestakova E.S. 2010. K voprosam rekreacionnogo vozdejstviya na prirodnye komplekсы v prirodnom parke «Ergaki» [The Issues of Recreational Impact on Natural Complexes in the Ergaki Nature Park]. In: Nauchnye trudy Associacii Zapovednikov i nacional'nyh parkov Altae-Sayanskogo ekoregiona. Vyp. 3. Monitoring bioraznobraziya i funkcional'naya struktura prirodnih kompleksov na osobo ohranyaemyh territoriyah Altae-Sayanskogo ekoregiona [Papers of the Association of Nature Reserves and National Parks of the Altai-Sayan Ecoregion. Issue 3. Monitoring of Biodiversity and Functional Structure of Natural Complexes in Protected Areas of the Altai-Sayan Ecoregion]. Novosibirsk, Publ. SO RAN: 115–121.
- Shestakova E.S., Rudyk A.N., Berlyakova A.V., Gryazin I.V. 2016. Analysis of the Socio-Ecological Characteristics of Visitors of the Ergaki Nature Park (Krasnoyarsk Region). Use and Protection of Natural Resources of Russia, 3(147): 99–107 (in Russian).
- Ekovolonterstvo v Rossii: luchshie praktiki [Eco-Volunteering in Russia: Best Practices]. 2020. Ed by Shestakova E.S., Davydova E.I. Simferopol, Publ. KFU, 118 p.
- Baumgartner C. 2013. Environmental Education in Protected Areas along the Danube Report of the Assessment Tour and quality guidelines for environmental education. DANUBEPARKS, 64 p.
- Ars M.S. 2013. Assessment of Environmental Education Indicators in Triglav National Park, Slovenia. In: Nationalpark Hohe Tauern. 5th Symposium Conference for Research in Protected Areas, Mittersill, 10–12 June 2013. Mittersill, Hohe Tauern National Park: 751–754.
- Sureda J., Oliver M.F., Castells M. 2004. Indicators for the Evaluation of Environmental Education, Interpretation and Information in Protected Areas. Applied Environmental Education & Communication, 3(3): 171–181. DOI: 10.1080/15330150490485967

*Поступила в редакцию 03.04.2023;
поступила после рецензирования 04.07.2023;
принята к публикации 13.07.2023*

*Received April 03, 2023;
Revised July 04, 2023;
Accepted July 13, 2023*

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

Шестакова Елена Сергеевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры иностранных языков № 1 Института филологии, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

Рудык Александр Николаевич, старший преподаватель кафедры геоэкологии, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

Грязин Игорь Валентинович, директор, КГКУ «Туристский информационный центр Красноярского края», г. Красноярск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena S. Shestakova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Foreign Languages No. 1 of the Institute of Philology, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

Aleksandr N. Rudyk, Senior Lecturer, Department of Geoecology, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

Igor V. Gryazin, Director, Tourist and Information Center of Krasnoyarsk kray, Krasnoyarsk, Russia



УДК 504.05:581.151 (470.324)
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-3-472-488

Биоиндикационная оценка техногенного загрязнения урбанизированной среды по реакциям тополя итальянского (*Populus italica* (Du Roi) Moench)

Клевцова М.А., Михеев А.А.

Воронежский государственный университет,
Россия, 394018, г. Воронеж, Университетская пл, 1
E-mail: klevtsova@geogr.vsu.ru

Аннотация. Биоиндикационные исследования являются неотъемлемой частью современного мониторинга окружающей среды урбанизированных зон. Цель данных исследований состояла в оценке экологического состояния территории г. Воронежа с использованием методов биоиндикации. В летний период 2023 года было проведено обследование 26 пунктов на территории города. В качестве вида-индикатора выступал тополь итальянский (*Populus italica* (Du Roi) Moench). В ходе исследования определяли следующие морфометрические параметры листовых пластинок: длина, ширина, площадь, а также количество пылевидных частиц, осажденное на листовой поверхности. Выявлена корреляционная достоверная связь между длиной и шириной листьев. Наблюдается уменьшение размеров листовых пластинок в зонах с высокой степенью техногенного прессинга, в особенности в промышленных районах Левобережья, а также в транспортных узлах (на пересечениях крупных магистральных улиц). Зольность листовых пластинок возрастает в промышленно-транспортных зонах по сравнению с жилыми и рекреационными. Кластерный анализ на основе четырех показателей позволил сгруппировать сходные по экологическим условиям участки города. Накопление пыли на листовых пластинках связано с наличием пылевидных частиц в воздухе, а также факторами, способствующими поступлению пыли с поверхности почвы (отсутствие травянистого покрова, длительный бездождный период и другие). Максимальная запыленность листьев тополя итальянского зафиксирована в промышленно-транспортных районах. Результаты исследования позволили выявить территории с высоким уровнем техногенного загрязнения.

Ключевые слова: биоиндикация, урбанизированная среда, загрязнение окружающей среды, тополь итальянский, листовая пластинка, запыленность, зольность

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 20-17-00172, <https://rscf.ru/project/20-17-00172>

Для цитирования: Клевцова М.А., Михеев А.А. 2023. Биоиндикационная оценка техногенного загрязнения урбанизированной среды по реакциям тополя итальянского (*Populus italica* (Du Roi) Moench). Региональные геосистемы, 47(3): 472–488. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-472-488

Bioindicative Assessment of Technogenic Pollution of the Urbanized Environment According to the Reactions of *Populus italica* (Du Roi) Moench

Marina A. Klevtsova, Aleksey A. Mikheev
Voronezh State University,
1 Universitetskaya pl., Voronezh, 394018, Russia
E-mail: klevtsova@geogr.vsu.ru

Abstract. Carrying out regular research to assess the ecological state of urbanized areas is an important scientific direction. To obtain reliable information, in addition to instrumental methods, bioindication

methods are used. In this case, the set of bioindicative features plays an important role. We used such indicators as length, width, area, ash content of leaves. The content of dust on the leaves of the indicator species of *Populus italica* (Du Roi) Moench was determined. Such comprehensive studies for the territory of the city of Voronezh were carried out for the first time. 26 points with different environmental conditions were surveyed. Comparison of industrial, transport, residential and recreational areas according to bioindicative parameters of woody plants was carried out. In the course of using cluster analysis of data, zones with a high level of stress factors for the growth of woody plants were identified. With an increase in environmental pollution, the size of leaf blades decreases and their ash content increases. There is an excess of bioindicative parameters at all sampling points compared to the control plot. Areas with a high content of dust-like particles on leaf blades were identified. The research results allow us to give recommendations for further monitoring of urban areas.

Key words: bioindication, urbanized environment, environmental pollution, *Populus italica* (Du Roi) Moench, leaf blade, dust content, ash content

Acknowledgments: The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 20-17-00172, <https://rscf.ru/project/20-17-00172/>.

For citation: Klevtsova M.A., Mikheev A.A. 2023. Bioindicative Assessment of Technogenic Pollution of the Urbanized Environment According to the Reactions of *Populus italica* (Du Roi) Moench. *Regional Geosystems*, 47(3): 472–488. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-3-472-488

Введение

В настоящее время негативным фактором, влияющим на экологическую обстановку в крупных населенных пунктах, является загрязнение окружающей среды. При этом качество среды обеспечивает устойчивое функционирование урбоэкосистем. Вследствие чего оценка состояния территории городов, в частности их разных функциональных зон, является актуальным направлением современных исследований в данной области.

В научной сфере достаточно часто применяют методы биоиндикации, позволяющие непосредственно выявить разноаспектные качества окружающей среды, а также влияние стрессовых факторов на жизнедеятельность живых организмов. Биоиндикационные методы не предполагают предварительной идентификации конкретных химических соединений или физических воздействий, однако они отличаются доступностью в применении, не требуют существенных финансовых затрат и дают возможность осуществлять мониторинг в постоянном режиме [Биологический контроль..., 2007]. При этом биоиндикация представляет собой выявление и анализ экологически существенных природных и антропогенных нагрузок на основе ответных реакций на них живых организмов и чаще всего непосредственно в среде их обитания.

В качестве объектов исследования часто выступают виды-индикаторы, в частности древесные растения, произрастающие в тех или иных экологических условиях. Для диагностики состояния окружающей среды используют такие биоиндикационные показатели, как площадь листовых пластинок, флуктуирующая асимметрия, зольность тех или иных органов, пылеудерживающая способность. Так, среди современных отечественных работ, основанных на данных индикационных признаках, можно отметить результаты исследований по г. Красноярску [Скрипальщикова и др., 2012], г. Москве [Чернышенко, 2012], г. Омску [Денисова, 2014], г. Улан-Удэ [Лыкшитова, Ловцова, 2014], г. Петрозаводску [Июффе, 2014], г. Тольятти [Беляева, 2015], Нижегородской области [Бессчетнов, Бессчетнова, 2019], г. Волгограду [Глинянова и др., 2019]. В зарубежной литературе данная проблематика поднимается в разных странах и регионах: в США [Nowak et al., 2006], Казахстане [Кентбаева, 2018], Венгрии [Hrotkó et al., 2021], Индии [Chaturvedi et al., 2012; Meravi et al., 2021], Великобритании [Corada et al., 2021], Китае [Chen et al., 2016], Республике Корея [Kim et al., 2023].



Для г. Воронежа – самого крупного областного центра Центрального Черноземья – биоиндикационные исследования приведены в ряде работ таких ученых, как Якушева А.Б. [2011], Разинковой А.К. и Перельгиной Е.Н. [2016], а также наших трудах [Клевцова, Доброва, 2019; Клевцова, Михеев, 2020].

Якушев А.Б. в 2010–2011 гг. рассчитал эффективность газопоглощения озелененными территориями общего пользования на основе данных о выбросах от автотранспорта и видовом составе насаждений по крупным улицам города [Якушев, 2011]. При этом в работе не приводятся сведения о влиянии эмиссии промышленных предприятий, а также о пылеулавливающей способности древесных растений.

Разинкова А.К. и Перельгина Е.Н. [2016] изучали видовой состав насаждений общего пользования, возраст, жизненное состояние и наличие патологических признаков. При этом отсутствует анализ факторов, влияющих на жизнедеятельность древесных растений, произрастающих в разных экологических условиях на территории города.

Последние десятилетия мы занимаемся проблемой оценки состояния урбанизированной среды г. Воронежа на основе методов биоиндикации. При этом современные комплексные данные по сравнительной характеристике разных экологических условий с учетом загрязнения среды взвешенными частицами отсутствуют.

Целью настоящего исследования является анализ некоторых биоиндикационных параметров листовых пластинок тополя итальянского (*Populus italica* (Du Roi) Moench), произрастающего на территории крупного промышленного центра – г. Воронежа.

Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- осуществлено рекогносцировочное обследование территории города с последующим отбором растительных образцов в разных функциональных зонах, а также проведена серия анализов по определению биоиндикационных параметров на базе эколого-аналитической лаборатории Воронежского государственного университета;
- сделан сравнительный анализ различных функциональных зон города по комплексу биоиндикационных признаков у вида-индикатора;
- выявлены территории города со стрессовыми экологическими условиями для произрастания древесных растений.

Объекты и методы исследования

В зеленых зонах значительного числа городов России от европейской части до Дальнего Востока массово представлены насаждения тополей [Борзенкова и др., 2022]. Экземпляры рода *Populus* лучше всего подходят для озеленения магистралей, живых массивов, мемориальных комплексов и других объектов. Продолжительность жизни тополя во многом зависит от правильных условий выращивания и может достигать 80 лет. Представители данного рода зарекомендовали себя в качестве достоверных видов-индикаторов, что подтверждено многочисленными исследованиями разных ученых в области биоиндикации тех или иных территорий [Федорова и др., 2010; Бессчетнов, Бессчетнова, 2019].

На территории России наиболее широко распространены тополь черный (*Populus nigra* L.), осина (*Populus tremula* L.), тополь белый (*Populus alba* L.), тополь лавролистный (*Populus laurifolia* Ledeb.), тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.), а также многочисленные гибриды. В Воронеже среди древесных растений в искусственных насаждениях преобладают представители рода *Populus*, а на отдельных территориях города (Левобережный и Советский районы) составляют 60–70 %. Таким образом, получается, что лидирующими породами по встречаемости и доле участия являются именно тополя. Тополь итальянский считается одной из наиболее подходящих пород для озеленения г. Воронеж [Федорова и др., 2010]. При этом тополя в последние десятилетия используются довольно редко в качестве посадочного материала.

Воронеж является динамично развивающимся городом-миллионером европейской части России. Основным источником загрязнения воздушной среды остается автомобильный транспорт (более 85 % от валового выброса). При этом специфические компоненты поступают от промышленных предприятий, формируя зоны повышенного экологического риска, в частности в левобережной части города – окрестности АО «Воронежсинтезкаучук» и ЗАО «Воронежский шинный завод».

Согласно официальным данным Воронежского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», осуществляющего мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на пяти станциях наблюдения, уровень загрязнения в Воронеже в 2021 году был высоким. Концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, формальдегида и марганца выше санитарно-гигиенических норм. Средняя за год концентрация взвешенных веществ в целом по городу составляет 1,1 ПДК. Наибольшая запыленность воздуха отмечена в Левобережном районе вблизи автотранспортной магистрали, где среднегодовая концентрация достигает 1,4 ПДК (ПНЗ № 7 – ул. Лебедева, 2), максимальная разовая составляет – 1,4 ПДК [Ежегодник состояния..., 2022].

В ходе выполнения рекогносцировочных работ нами определено 25 точек отбора растительного материала в разных функциональных зонах города Воронежа. В качестве контрольной (фоновой) точки выбрана территория санатория им. Горького. В табл. 1 указаны пункты мониторинга, в которых в течение летнего периода 2023 года проводился отбор образцов для последующего анализа.

Таблица 1
Table 1Места отбора листовых пластинок тополя итальянского
Places of selection of leaves of *Populus italica*

№ точки отбора	Местоположение	Функциональная зона
1	ул. 9 Января, 49	промышленная
2	ул. Л. Рябцевой, 51 б	-/-
3	ул. 9 января, 180	-/-
4	ул. Лебедева, 2	-/-
5	ул. Ростовская, 58/4	-/-
6	ул. Героев Стратосферы, 18б	-/-
7	ул. Красный Октябрь, 2/1	-/-
8	ул. Менделеева, 1л/1	-/-
9	ул. Циолковского, 27	-/-
10	ул. Ильюшина, 12б	-/-
11	ул. Богдана Хмельницкого, 35	-/-
12	ул. 60-й Армии, 27	транспортная
13	пр-т Патриотов, 24	-/-
14	ул. Дарвина, 1	-/-
15	перекресток Московского проспекта и ул. Хользунова	-/-
16	перекресток ул. 9 Января и ул. Антонова-Овсеенко	-/-
17	Ленинский пр-т, 149	-/-
18	перекресток Ленинского проспекта и ул. Брусилова	-/-
19	перекресток ул. Димитрова и ул. Волгоградской	-/-
20	ул. Вл. Невского, 53	жилая
21	ул. Лизюкова, 73 а	-/-
22	ул. Ломоносова, 114/4	-/-
23	ул. Депутатская, 10	-/-
24	ул. Циолковского, 127	-/-
25	ботанический сад ВГУ	рекреационная
26	санаторий им. Горького	фон



Следует отметить, что морфометрические параметры листьев данного вида-индикатора в этих точках мы определяли последние пять лет, а пылеулавливающую способность впервые с 2018 года.

В каждом пункте произрастает не менее 10 экземпляров тополя итальянского. В выборку включали листовые пластинки без визуальных повреждений случайным образом, отобранные по всему периметру дерева с нижней части до высоты 2 м от поверхности почвы. В целом проанализировано более 1200 образцов.

После отбора растительный материал транспортировали в лабораторию и последовательно определяли следующие биоиндикационные параметры: длина, ширина, площадь, зольность листовых пластинок, а также количество, накопившейся на их поверхности пыли.

Следует отметить, что для определения запыленности листовых пластинок необходимо соблюдать следующее правило: отбор проводится не ранее, чем через три дня после выпадения атмосферных осадков, в резиновых перчатках в чистые пластиковые пакеты с последующей транспортировкой в лабораторию и анализом в течение суток.

В стационарных условиях количество осевшей на листьях пыли определяли гравиметрическим методом с точностью 0,0001 г. Для этого дистиллированной водой осуществляли смыв с поверхности каждой листовой пластинки на предварительно высушенный фильтр. После чего фильтр снова высушивался в сушильном шкафу до абсолютно сухого состояния при температуре 105 °С. Количество пыли определяли в расчете на 1 см² поверхности листовой массы тополя итальянского. Кроме того, осуществлен расчет скорости осаждения пыли за сутки по методике, изложенной в одной из наших работ [Клевцова, Доброва, 2019].

На втором этапе проведения измерений определяли длину, ширину и площадь листовых пластинок тополя итальянского. В последние годы мы используем для оценки данного параметра компьютерные технологии. Листья сканируются с разрешением 600 dpi, а затем обрабатывается полученное черно-белое изображение в программе *APFill Ink&Toner Coverage Meter*. Расчет средней площади листовых пластинок (см²) по каждой точке осуществлялся по разработанной нами формуле, подробно описанной в работе за 2020 год [Клевцова, 2020].

Последним определяемым биоиндикационным параметром служила зольность листовых пластинок. На аналитических весах бралась навеска воздушно-сухого материала (1 г). Далее проводилось озоление сначала с доступом кислорода при открытой дверце в двухкамерной печи с последующим озолением при температуре 450–500 °С до постоянного веса. После чего образцы хранились в эксикаторе до полного остывания и снова взвешивались.

Точность данных, полученных в результате наших лабораторных исследований, подтверждена с помощью методов статистического анализа в программе *Statistica 10.0* и *Microsoft Excel 2016*.

Результаты и их обсуждение

Определение морфометрических параметров листовых пластинок тополя итальянского показало, что на рассматриваемой территории г. Воронежа длина варьировала от 54 до 79 мм, а ширина от 48 до 82 мм. Все данные были статистически обработаны и проверены на соответствие закону нормального распределения, степень варьирования данных биоиндикационных показателей средняя или малая, а репрезентативность их высокая (табл. 2). Максимальные значения зафиксированы в точке № 14 (ул. Дарвина, 1), а минимальные по длине – в точке № 10 (ул. Ильюшина, 12б), по ширине – № 6 (ул. Героев Стратосферы, 18 б).

Таблица 2
Table 2Морфометрические параметры листовых пластинок тополя итальянского
Morphometric parameters of leaves *Populus italica*

Точка отбора	Длина				Ширина			
	$M \pm m_M$, мм	$\pm \sigma$	V, %	P_r , %	$M \pm m_M$, мм	$\pm \sigma$	V, %	P_r , %
1	69,2 ± 2,37	11,85	17,14	3,43	64,5 ± 2,68	13,42	20,82	4,16
2	57,9 ± 1,87	9,34	16,13	3,23	50,1 ± 1,58	7,90	15,77	3,15
3	68,3 ± 2,09	10,47	15,33	3,07	58,1 ± 1,58	7,88	13,55	2,71
4	61,1 ± 1,53	7,63	12,48	2,50	54,2 ± 1,33	6,67	12,31	2,46
5	66,3 ± 1,97	9,83	14,83	2,97	63,9 ± 1,70	8,49	13,29	2,66
6	65,2 ± 1,86	9,29	14,25	2,85	48,9 ± 1,49	7,43	15,20	3,04
7	55,7 ± 1,58	7,90	14,17	2,83	57,4 ± 1,57	7,84	13,66	2,73
8	60,0 ± 2,08	10,42	17,35	3,47	53,3 ± 1,76	8,78	16,47	3,29
9	60,8 ± 1,41	7,03	11,56	2,31	63,9 ± 1,29	6,44	10,09	2,02
10	53,9 ± 1,10	5,48	10,17	2,03	55,0 ± 1,27	6,36	11,56	2,31
11	58,6 ± 1,32	6,61	11,28	2,26	60,9 ± 2,10	10,51	17,26	3,45
12	68,1 ± 1,25	6,24	9,16	1,83	73,6 ± 2,20	10,28	14,92	2,98
13	54,6 ± 1,05	5,23	9,58	1,92	61,4 ± 1,38	6,88	11,20	2,24
14	79,5 ± 1,39	6,97	8,77	1,75	82,0 ± 2,00	9,98	12,18	2,44
15	71,6 ± 1,53	7,64	10,67	2,13	66,2 ± 2,62	13,08	19,74	3,95
16	64,2 ± 1,22	6,10	9,51	1,90	58,6 ± 1,42	7,12	12,14	2,43
17	65,0 ± 1,68	8,42	12,95	2,59	53,7 ± 1,15	5,76	10,72	2,14
18	61,0 ± 1,43	7,17	11,75	2,35	52,7 ± 1,61	8,03	15,23	3,05
19	75,6 ± 3,03	15,15	20,03	4,04	70,8 ± 2,85	14,25	20,13	4,03
20	69,1 ± 2,10	10,50	15,20	3,04	68,8 ± 1,65	8,27	12,02	2,40
21	73,6 ± 1,81	9,04	12,27	2,45	64,1 ± 1,88	9,42	14,70	2,94
22	64,2 ± 1,88	9,39	14,63	2,93	60,5 ± 1,01	5,07	8,37	1,67
23	67,4 ± 1,58	7,91	11,74	2,35	69,0 ± 1,54	7,27	11,18	2,24
24	65,0 ± 1,21	6,04	9,29	1,86	62,4 ± 1,81	9,06	14,52	2,90
25	64,9 ± 1,55	7,47	11,92	2,38	75,8 ± 1,26	6,29	8,29	1,66
26	76,6 ± 2,69	13,44	17,55	3,51	71,3 ± 2,83	14,16	19,86	3,97

Примечание. Номера точек в таблице приведены согласно научному проекту. $M \pm m_M$ – среднее арифметическое \pm ошибка среднего арифметического; $\pm \sigma$ – среднее квадратическое отклонение; V – коэффициент вариации; P_r , % – точность данных.

Нами подтверждена положительная достоверная корреляционная связь средней силы между длиной и шириной листа ($r \pm m_r = 0,67 \pm 0,15$) [Куролуп и др., 2008]. Коэффициент детерминации составил 45 %, что указывает на то, что почти половина изменений одного признака обусловлено изменениями другого. Данная закономерность прослеживалась нами и в предыдущие годы [Клевцова, Михеев, 2020].

Согласно методическим указаниям профессора Куролапа С.А. с коллегами [Куролап и др., 2008] степень варьирования длины и ширины листьев малая или средняя, точность данных достаточная $P_r \leq 5\%$.

Информативным биоиндикационным параметром, позволяющим оценить благоприятность условий произрастания, является площадь листовых пластинок (рис. 1). Данный морфометрический признак изменяется от 14,01 до 28,9 см². При этом максимальное среднее значение отмечено в ботаническом саду (28,19 см²), минимальное – по ул. Ильюшина, 126 (14,18 см²). Для промышленной зоны средние показатели составляют 18,5 см², для транспортной – 21,8 см², для жилой – 25,2 см², для рекреационной – 28,3 см².

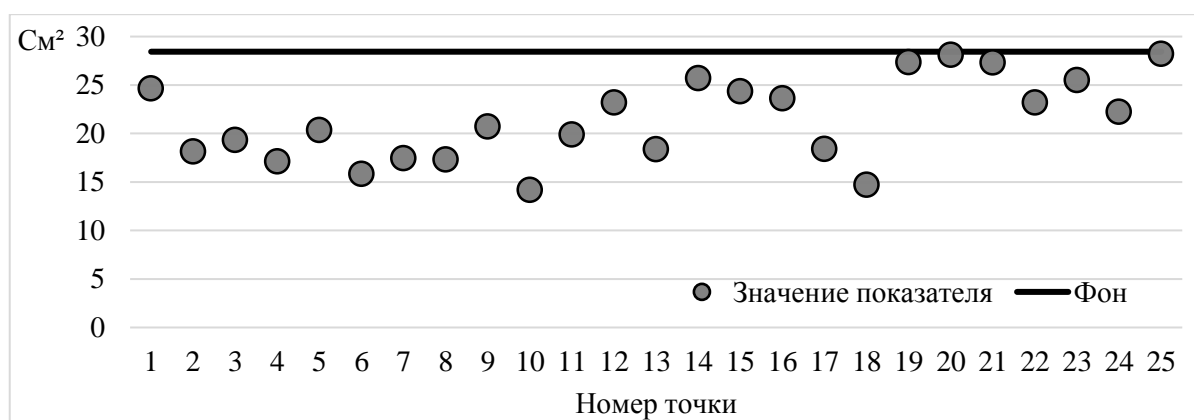


Рис. 1. Разброс среднеарифметических значений площади листовых пластинок относительно фона
 Fig. 1. Scatter of the arithmetic mean values of the leaf area relative to the control

Таким образом, наблюдается уменьшение размеров фотосинтезирующего аппарата при усилении стрессовых факторов внешней среды. Прежде всего, влияет наличие загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и почвенном покрове, а также дефицит влаги, который затрудняет поступление влаги в летний период и влияет на процессы жизнедеятельности. Признаки минимизации листовых пластинок в урбанизированных условиях у тополя итальянского обычно не проявляются в визуально различимых повреждениях в виде, например, хлорозов и некрозов. При этом в целом уменьшение площади листьев, а также их массы влечет за собой ухудшение жизненного состояния древесных растений. Так, в промышленно-транспортных зонах встречается на 10–15 % больше сухостойных экземпляров, изреженность кроны отдельных экземпляров достигает 30 % и более, наблюдается явление суховершинности. При этом деревья, произрастающие в жилых районах, имеют меньший процент повреждений кроны и ассимилирующих органов. Реже встречаются и поражения листового аппарата вредителями и фитопатогенами.

Содержание минеральных элементов (зольность) определялось путем сжигания биомассы и удаления органических веществ. В результате озоления остается зола, или зольный остаток, количество которого зависит от разных факторов как внутренних, так и внешних. К первым относятся видовые особенности растений, их возраст, а также специфичность того или иного органа, ткани. Так, например, зольность листьев больше, чем коры деревьев. К внешним факторам, определяющим зольный состав растительных тканей, относятся условия произрастания древесных растений, в частности климатические и почвенные, наличие загрязнителей в воздушной среде и почвенном покрове [Кавеленова и др., 2001].

В ходе исследования нами выявлено, что во всех точках отбора средние значения зольности листьев тополя превышают фоновые (рис. 2).

Минимальные значения зафиксированы в ботаническом саду ВГУ (9,7 %) и по ул. Дарвина (9,81 %). Максимальное содержание золы отмечено в промышленных зонах Левобережья города: в зоне влияния АО «Воронежсинтезкаучук» и ЗАО «Воронежский шинный завод», а также на перекрестках магистральных улиц (зольность более 20 %).

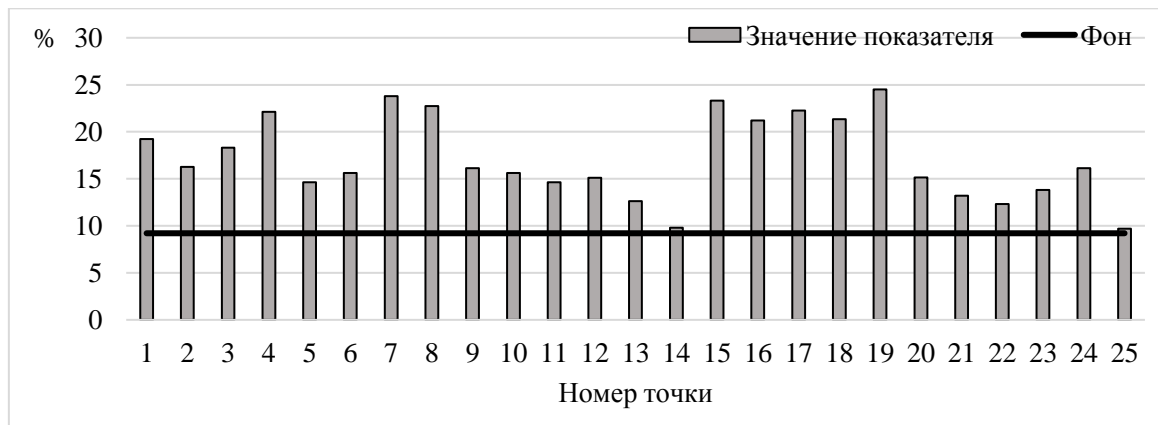


Рис. 2. Зольность листовых пластинок тополя итальянского на территории города Воронежа
Fig. 2. Ash content of leaves of *Populus italica* in the territory of Voronezh city

Атмосферный воздух в городской среде содержит различные химические соединения, в том числе и тяжелые металлы. Поступление их на территории г. Воронежа происходит как за счет стационарных источников, так и передвижных (преимущественно автомобильного транспорта). Кроме фолиарного пути, ксенобиотики проникают в растения и через корневые системы из почвы. При этом происходит их накопление в надземной биомассе. Как отмечает профессор Опекунова М.Г. с коллегами [2015] при благоприятных гидрометеорологических условиях (теплая весна и обильные осадки в начале лета) происходит усиление процессов жизнедеятельности, а, следовательно, переход ряда микроэлементов из почвенного покрова в надземную часть растений. Так, в июне 2023 года в Воронеже выпало 179 % месячной нормы осадков.

Таким образом, наблюдается увеличение среднего содержания зольных элементов в листовых пластинках тополя итальянского при произрастании древесных растений в функциональных зонах в следующей последовательности: транспортная зона (18,78 %) > промышленная (18,10 %) > жилая (14,13 %) > рекреационная (9,46 %). В целом показатель зольности можно использовать для оценки загрязнения окружающей среды, что подтверждено и другими исследованиями [Кавеленова и др., 2001].

Для сравнения экологических условий произрастания, а, следовательно, степени благоприятности/экстремальности среды обитания для растений, нами проведен кластерный анализ по четырем признакам: длина, ширина, площадь и зольность листьев. С использованием программы *STATISTICA 10.0* данные обработаны методом Варда. Для наглядного представления результатов построена дендрограмма (рис. 3), показывающая графически связь точек, где производился отбор растительного материала. В качестве метрики, т. е. функции расстояния, было выбрано Хеммингово расстояние, или манхэттенское расстояние (расстояние городских кварталов), или сити-блок расстояние. Оно рассчитывается как среднее разностей по координатам. Данная мера подобия имеет меньшую степень влияния отдельных значений признака.

По данным параметрам точки отбора сгруппированы в два крупных кластера, каждый из которых состоит из двух кластеров поменьше. В первый кластер входят пункты №№ 4, 8, 7, 10, 18 – все они расположены на левом берегу в основном в промышленной зоне.

Второй кластер состоит из двух групп: первая включает точки №№ 6, 16, 17, а вторая – №№ 2, 3, 15, 19. Здесь наблюдается сочетание территорий с высокой транспортной нагрузкой (например, перекрестки ул. 9 Января, Ленинского пр-та, Московского пр-та, ул. Димитрова) и ряд участков с повышенной эмиссией стационарных источников загрязнения (например, точка № 6, расположенная на ул. Героев Стратосферы).

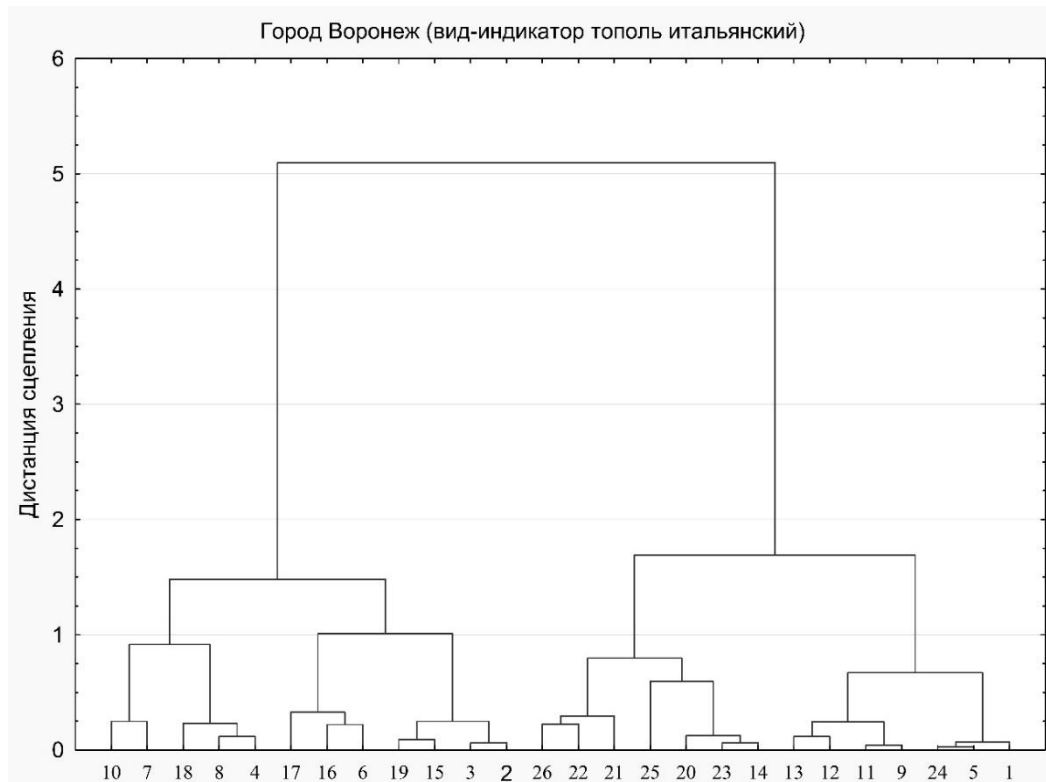


Рис. 3. Дендрограмма иерархической кластеризации в четырехмерном пространстве признаков листовых пластинок тополя итальянского по методу Варда (манхэттенское расстояние, стандартизированные данные)

Fig. 3. Dendrogram of hierarchical clustering in a four-dimensional space of features of leaves of *Populus italica* according to the Ward method (Manhattan distance, standardized data)

Третий кластер образуют две группы. Первая объединяет пункты №№ 21 и 22 – это жилые зоны, а также № 26 (фоновый участок). Вторая группа включает точки №№ 14, 20, 23, 25, из которых все, за исключением № 14, относятся к жилой. Все пункты данного кластера расположены на правобережной части города Воронежа.

Четвертый кластер объединяет две группы. В первую входят точки №№ 9, 11–13. Во вторую – №№ 1, 5, 24. В последней группе наблюдается сочетание двух точек на левом берегу с высокой степенью связи (ул. Ростовская, 58/4 и ул. Циолковского, 127), хоть и расположенных в разных функциональных зонах, а также точки № 1 (ул. 9 Января, 49). Вероятнее всего данные пункты сходны по экологическим условиям.

Количество пыли, оседающей на поверхности листьев, является величиной динамичной и зависит от многих факторов. Так, в ходе исследования нами получены следующие результаты. Во всех точках отбора наблюдается превышение запыленности листовых пластинок тополя по сравнению с фоновым участком от 2 до 5 раз (рис. 4).

В промышленно-транспортных зонах наблюдается увеличение количества пылевидных частиц как за счет эмиссии предприятий, так и за счет выбросов автотранспорта. Показательно увеличение в несколько раз запыленности в точках № 7 (ул. Красный Октябрь, 2/1) и № 8 (ул. Менделеева, 1л/1). Данная территория

непосредственно примыкает к промышленным площадкам АО «Воронежсинтезкаучук», а также имеет высокую транспортную нагрузку, причем как легковым, так и грузовым транзитным транспортом. Это объясняется тем, что здесь проходит участок Европейского автомобильного маршрута (Е38).

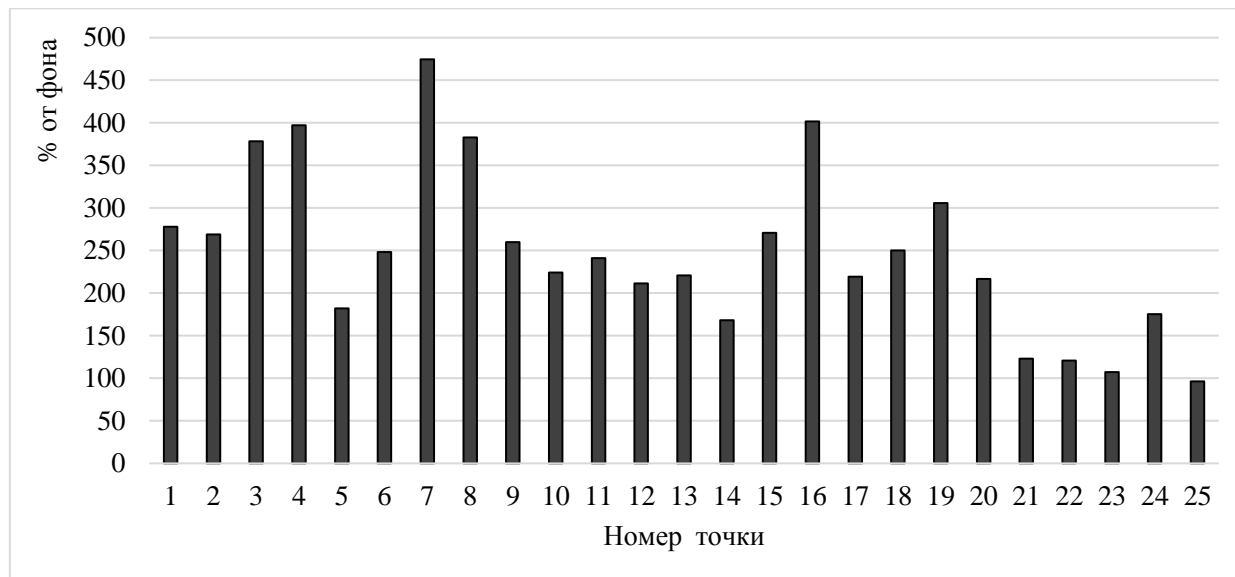


Рис. 4. Превышение количества пыли на листовых пластинках тополя итальянского по сравнению с фоновым участком

Fig. 4. Excess of the amount of dust on the leaves of *Populus italica* in comparison to the control

Наши результаты подтверждаются и другими исследователями. Так, Скрипальщикова Л.Н. с коллегами [Скрипальщикова и др., 2012] отмечает, что накопление и вариабельность химических элементов на поверхности растительности происходит в основном вблизи источников эмиссий в атмосферный воздух (карьеров, ТЭЦ, цементных заводов, автомагистралей) по сравнению с фоновыми участками.

Следует обратить внимание, что отбор образцов нами проводился в нижней части кроны, что является более информативным. Так, при исследовании территории г. Тольятти Беляева Ю.В. [Беляева, 2015] указывает на то, что максимальная запыленность наблюдается на листьях древесных растений в нижней части кроны. Количество оседающей пыли зависит как от наличия источника загрязнения, так и от ветровых потоков и физиологических особенностей самих деревьев. Промышленные территории характеризуются большим содержанием пылевидных частиц на листовой поверхности, чем в парковых зонах.

К аналогичным выводам приходит Иоффе А.О. [2014]. Она установила, что количество пыли на листьях изменяется на различной высоте, при этом на распределение оказывают влияние направление и сила ветровых потоков, расстояние до соседних зданий, а также архитектура самого здания. При этом запыленность воздуха зависит не только от наличия источников загрязнения, но и типа озеленения. Профессор Кентбаева Б.А. [2018] отмечает, что в более засушливые летние месяцы увеличивается количество пыли на листовых пластинках. Наибольшая концентрация наблюдается на высоте 1,5–2 м от поверхности почвы.

Следует отметить, что зеленые насаждения, исследуемые нами на территории г. Воронежа, являются одно-двурядными, состоящими преимущественно из монокультуры (тополя итальянского), реже групповые (в основном во дворах). При этом живые изгороди в виде кустарников, как правило, отсутствуют.

Еще одним фактором, влияющим на накопление пыли, являются погодные условия. Количество осадков, температура и ветер изменяют количество пылевидных частиц на листовой поверхности. Поэтому, нами была определена скорость осаждения пыли (рис. 5). Чем больше содержится пыли в воздухе, тем больше осажается ее на листьях.

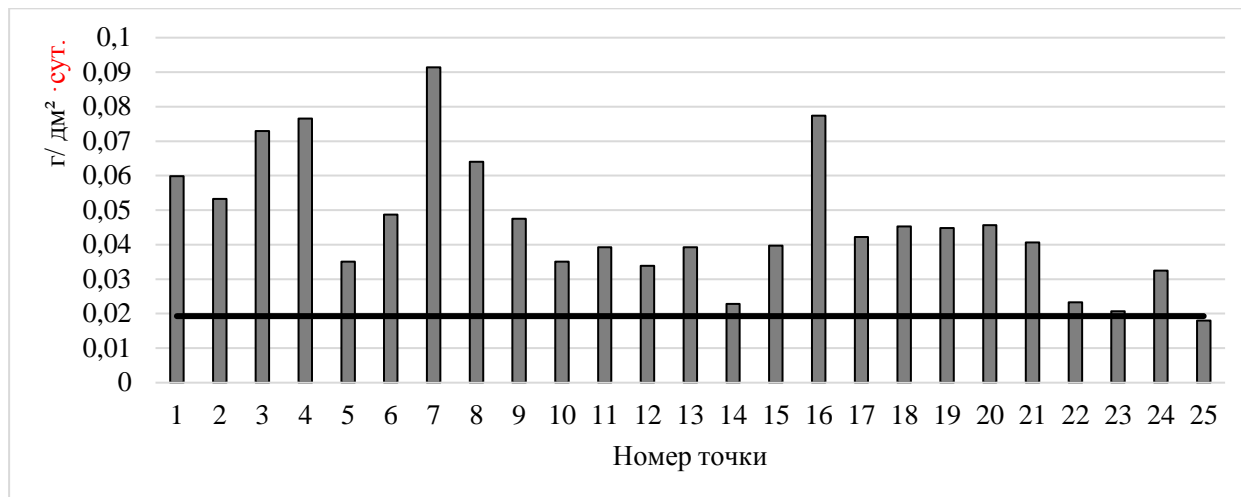


Рис 5. Скорость осаждения листовыми пластинами тополя итальянского по сравнению с фоновым участком

Fig. 5. The rate of deposition of leaves of *Populus italica* compared to control

Минимальные значения нами отмечены в селитебной и рекреационной зонах, максимальные – в промышленной. Следует отметить, что градация по функциональным зонам весьма условная, т. к. многие участки можно отнести сразу к нескольким. Например, промышленная часто включает и транспортные узлы, примыкающие к предприятиям.

Высокими значениями по скорости осаждения выделяется точка № 16, расположенная на пересечении ул. Антонова-Овсеенко и ул. 9 Января. Это один из самых высокозагрязненных участков окружной дороги города Воронежа, где автомобильный трафик составляет более 2,5 тыс. в час.

При этом, как отмечалось ранее, для определения запыленности листовых пластинок нужно учитывать погодные условия – минимум три дня без осадков до времени отбора. В противном случае часть накопленных пылевидных частиц смывается с листьев. В наших исследованиях мы учитывали этот аспект: в связи с довольно большим количеством осадков в течение июня – июля 2023 года временной лаг составлял именно три дня.

Так, Денисова Е.С. [2014] при изучении влияния выбросов предприятия ООО «Омсктехуглерод» показала, что сажа влияет на водный режим растений, увеличивая дефицит воды. При этом пылеулавливающая способность сильно зависит от видовых особенностей растений. Кроме того, на количество оседающей пыли влияют погодные условия: ветер и количество осадков. Лыкшитова Л.С. и Ловцова Н.М. [2014] пришли к аналогичным выводам при исследовании разных пород деревьев в г. Улан-Удэ: атмосферные осадки частично смывают пыль с листовой поверхности, а, следовательно, уменьшают их запыленность. При этом разные виды древесных растений проявляют отличную пылеулавливающую способность: так, например, сирень (*Syringa vulgaris* L.) в сравнении с яблоней (*Malus baccata* (L.) Borkh.) и вязом (*Ulmus pumila* L.) накапливает меньше пылевидных частиц, т. к. имеет гладкие листья.

Малинина Т.А. [2016], изучая запыленность воздуха на территории промышленных отвалов железорудного бассейна Курской магнитной аномалии, указывает на то, что

пылезадерживающая способность лесных насаждений зависит от погодных условий: жаркая и сухая погода способствует увеличению количества оседающей пыли на листьях, а пасмурная и влажная, наоборот, уменьшает процесс ее разноса и усиливает процесс смывания. Кроме того, запыленность листьев зависит от густоты и плотности древостоев. Чем выше густота и плотность лесных насаждений, тем выше количество осажденной пыли под пологом по сравнению с открытыми участками.

Следовательно, важное значение для оценки пылеулавливающей способности древесных растений имеет учет морфологических особенностей самих листовых пластинок. Используемый нами вид-индикатор (тополь итальянский) имеет простые цельные листья с гладкой поверхностью. Молодые листья клейкие, поэтому исследования проводятся после окончания ростовых процессов и в выборку не попадают листья на вершине побегов.

Ученые из Лондона [Corada et al., 2021] пытались установить, какие именно характеристики листовых пластинок способствуют улавливанию пылевидных частиц. Они пришли к выводу, что нет однозначной картины того, какие признаки являются ключевыми. При этом ученые отмечают, что листья с шероховатой, ворсистой или липкой поверхностью с тонким восковым слоем и большими и плотными устьицами, по-видимому, более эффективно накапливают твердые частицы, чем крупные, гладкие и неопушенные листья, покрытые толстым восковым слоем.

Следовательно, количество улавливаемой пыли зависит от строения поверхности листьев, так опушение способствует удержанию пылевидных частиц и тяжелых металлов. Это подтверждено Hrotkó K. с коллегами [Hrotkó et al., 2021] при исследовании территории г. Будапешта: липа серебристая больше накапливает пыль, чем клен остролистный и ясень обыкновенный, т. к. ее листья имеют опушение. К аналогичным выводам пришла группа ученых из Южной Кореи [Kim et al., 2023]: изогнутые микроструктуры волосатых трихом листьев растений увеличивают способность улавливать твердые частицы за счет увеличения напряженности электрического поля непосредственно вблизи трихом.

Профессор Чернышенко О.В. [2012], сравнивая ряд видов, произрастающих на территории г. Москвы, отмечает, что ключевыми критериями для оценки пылефильтрующей способности древесных растений являются следующие: морфологические характеристики листьев, их биомасса, количество и качество частиц пыли. Данные показатели имеют важное санитарно-гигиеническое значение при проектировании зеленых насаждений урбанизированных территорий [Chaturvedi et al., 2012].

При изучении запыленности листьев древесных растений необходимо учитывать, что частицы, которые оседают на их поверхности имеют разные размеры, а, следовательно, по-разному влияют на жизнедеятельность самих организмов. Это подтверждают результаты, полученные для территории г. Волгограда Глиняновой И.Ю. с коллегами [2019]. Ученые показали, что на поверхности листьев абрикоса обыкновенного накапливаются частицы разных размеров, в том числе и самые опасные для здоровья живых организмов – PM_{2.5}, PM₁₀. Количество мелкодисперсной пыли превышает фоновые значения во всех зонах, в том числе и селитебных, в связи с чем необходимо более детально изучать факторы, влияющие на распределение пылевидных частиц в воздухе и процессы ее удаления растениями.

Таким образом, необходимо помнить, что, несмотря на положительную роль в очищении атмосферного воздуха от пылевого загрязнения, растения при этом страдают. Так, угнетается в первую очередь процесс фотосинтеза [Meravi et al., 2021], а, следовательно, снижаются в целом процессы жизнедеятельности.

По запыленности листовых пластинок тополя итальянского выделены территории с высокими значениями показателя: на Левобережье – участки, примыкающие к промышленным площадкам АО «Воронежсинтезкаучук» (точки №№ 4, 7, 8); на Правобережье –



участки вдоль окружной автодороги (точка № 16). Примечательно, что пункт № 4 является местом мониторинговых наблюдений Воронежского ЦГМС – филиала ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС», которые также фиксируют превышение ПДК по взвешенным веществам в последние годы.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Во-первых, наблюдается уменьшение размеров листовых пластинок вида-индикатора почти во всех точках отбора растительного материала на территории г. Воронежа по сравнению с фоновым участком. Выявлена положительная достоверная прямая корреляционная связь между изменением длины и ширины листа ($r \pm m_r = 0,67 \pm 0,15$).

Во-вторых, определение содержания зольных элементов в листьях тополя итальянского подтвердило закономерность большей зольности листьев деревьев, произрастающих в промышленно-транспортной зоне ($> 18,78\%$), по сравнению с рекреационными территориями ($9,46\%$) и жилыми районами ($14,13\%$). Зольный остаток во всех пунктах отбора выше фоновых значений.

В-третьих, кластерный анализ по четырем признакам показал, что более тесную связь имеют пункты, расположенные либо в одной функциональной зоне, либо территориально близкие. Между отдельными группами и кластерами связь более слабая. При этом тесная связь далеко расположенных точек объясняется сходными экологическими условиями. А связь ряда точек из разных функциональных зон свидетельствует о довольно условном делении по данному признаку точек отбора.

В-четвертых, количество пыли, оседающей на поверхности листьев тополя итальянского, зависит от многих факторов: погодных условий, наличия источников пылевого загрязнения, высоты расположения листвы и других. При этом, наличие в зоне произрастания древесных растений техногенных источников пылевидных частиц в воздухе обуславливает увеличение количества оседающей пыли на поверхности листьев. Наибольшее содержание пыли зафиксировано на Левобережье в зонах, прилегающих к промышленным площадкам и прохождения крупных транспортных магистралей, на Правобережье города Воронежа вблизи окружной автодороги (участок ул. Антонова-Овсенко). Эти данные сопоставимы с результатами мониторинговых наблюдений официальных служб.

Таким образом, мы наблюдаем дуалистическую роль древесных растений на урбанизированных территориях. С одной стороны, древесные растения в городской среде удаляют ряд загрязняющих веществ из атмосферного воздуха (в частности пыль), что способствует очищению и улучшению его качества. В связи с чем озеленение является одним из дополнительных методов оздоровления урбанизированных территорий. С другой стороны, ответные реакции самих растений могут быть маркерами экологического состояния окружающей среды. Поэтому подобные исследования позволяют выявить зоны с экстремальными условиями среды обитания, прежде всего, для растений, которые, в первую очередь, очень чувствительны к состоянию атмосферного воздуха.

Список источников

- Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. 2007. Под ред. Мелеховой О.П., Егоровой Е.И. М., Издательский центр «Академия», 288 с.
- Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2021 год. 2022. Электронный ресурс. URL: http://voeikovmgo.ru/images/stories/publications/2022/ejegodnik_zagr_atm_2021+.pdf (дата обращения: 10.08.2023).

Куролап С.А., Нестеров Ю.А., Фетисов Ю.М. 2008. Практикум по информационным технологиям. Воронеж, Воронежский государственный университет, 265 с.

Список литературы

- Беляева Ю.В. 2015. Распределение показателей количества пыли на листовых пластинках *Betula pendula* Roth., произрастающей в г.о. Тольятти. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 17(4–5): 989–993.
- Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н.Н. 2019. Тополь белый (*Populus alba* L.) в объектах озеленения Нижегородской области: корреляция и регрессия параметров листового аппарата. Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, 2(22): 25–31.
- Борзенкова Т.Г., Костина М.В., Насимович Ю.А. 2022. Культивируемые тополя (*Populus*, *Salicaceae*) Хабаровска. Социально-экологические технологии, 12(1): 9–21. DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-1-9-21
- Глинянова И.Ю., Азаров В.Н., Фомичев В.Т. 2019. Фитомониторинг как метод оценки загрязнения атмосферного воздуха городской среды мелкодисперсной пылью. Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 1(25): 42–53. DOI: 10.21869/23-11-1518-2019-25-1-42-53
- Денисова Е.С. 2014. Аккумуляция некоторыми сельскохозяйственными растениями техногенной пыли сажевых заводов. Омский научный вестник, 2(134): 196–199.
- Иоффе А.О. 2014. Определение уровня запыленности на территории г. Петрозаводска. Фундаментальные исследования, 6–4: 753–759.
- Кавеленова Л.М., Здетовский А.Г., Огневенко А.Я. 2001. К специфике содержания зольных веществ в листьях древесных растений в городской среде в условиях лесостепи (на примере Самары). Химия растительного сырья, 3: 85–90.
- Кентбаева Б.А. 2018. Пылеулавливающая способность листовых пластинок боярышника. Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 3(363): 20–27. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.20
- Клевцова М.А. 2020. Создание тематической геоинформационной системы «Городская биота»: этапы, методики, критерии оценки. В кн.: Региональная экологическая диагностика состояния воздушной среды промышленных городов. Воронеж, Цифровая полиграфия: 148–161.
- Клевцова М.А., Доброва Е.А. 2019. Биоиндикационная оценка пылеулавливающей способности листовых пластинок тополя итальянского в условиях техногенного загрязнения городской среды. В кн.: Оценка и геоинформационное картографирование медико-экологической ситуации на территории города Воронежа. Воронеж, Цифровая полиграфия: 147–160.
- Клевцова М.А., Михеев А.А. 2020. Экодиагностика урбанизированной среды по морфометрическим показателям листовых пластинок *Betula pendula* Roth. Региональные геосистемы, 44(4):432–445. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-432-445
- Лыкшитова Л.С., Ловцова Н.М. 2014. Морфологическая адаптация деревьев и кустарников к загрязнению атмосферного воздуха г. Улан-Удэ. Вестник Бурятского государственного университета. Биология, География, 4–1: 51–54.
- Малинина Т.А. 2016. Санитарно-гигиеническая роль лесных насаждений на отвалах Курской магнитной аномалии. Лесотехнический журнал, 6(1(21)): 20–27. DOI: 10.12737/18724
- Опекунова М.Г., Сомов В.В., Сокульская Ю.С., Кукушкин С.Ю., Цапарина Л.Ю., Папаян Э.Э. 2015. Воздействие природных и антропогенных факторов на элементный состав растения Башкирского Зауралья. Биосфера, 7(2): 181–198.
- Разинкова А.К., Перельгина Е.Н. 2016. Видовое разнообразие и патологическое состояние уличных придорожных посадок г. Воронежа. Лесотехнический журнал, 6(2(22)): 36–46. DOI: 10.12737/19952
- Скрипальщикова Л. Н., Стасова В.В., Татаринцев А.И., Пляшечник М.А. 2012. Аккумуляция техногенной пыли березняками разнотравными в зоне воздействия известняковых карьеров г. Красноярска. Вестник КрасГАУ, 10(73): 96–100.
- Федорова А.И., Шунелько Е.В., Михеева М.А. 2010. Причины суховершинности и усыхания пирамидальных тополей в г. Воронеже. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация, 2: 106–114.



- Чернышенко О.В. 2012. Пылефильтрующая способность древесных растений. Лесной вестник, 3: 7–10.
- Якушев А.Б. 2011. Значение зеленых насаждений в очищении воздушного бассейна г. Воронежа. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 21(116): 12–18.
- Chaturvedi R.K., Prasad S., Savita R., Obaidullah S.M., Pandey V., Singh H. 2012. Effect of Dust Load on the Leaf Attributes of the Tree Species Growing Along the Roadside. Environmental monitoring and assessment, 185(1): 383–391. DOI: 10.1007/s10661-012-2560-x
- Chen L., Liu C., Zou R., Yang M., Zhang Z. 2016. Experimental Examination of Effectiveness of Vegetation as Bio-Filter of Particulate Matters in the Urban Environment. Environmental Pollution, 208 (A): 198–208. DOI: 10.1016/j.envpol.2015.09.006
- Corada K., Woodward H., Alaraj H., Collins C.M., Nazelle A. 2021. A Systematic Review of the Leaf Traits Considered to Contribute to Removal of Airborne Particulate Matter Pollution in Urban Areas. Environmental Pollution, 269: 116104. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.116104
- Hrotkó K., Gyeveki, M., Sütöriné, D.M., Magyar L., Mészáros R., Honfi P., Kardos L. 2021. Foliar Dust and Heavy Metal Deposit on Leaves of Urban Trees in Budapest (Hungary). Environ Geochem Health, 43: 1927–1940. DOI: 10.1007/s10653-020-00769-y
- Kim J., Kim J., Kim Y., Taesik GT., Lee S.J. 2023. Accelerated Settling Velocity of Airborne Particulate Matter on Hairy Plant Leaves. Journal of Environmental Management, 332: 117313. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.117313
- Meravi N., Singh P.K., Prajapati S.K. 2021. Seasonal Variation of Dust Deposition on Plant Leaves and Its Impact on Various Photochemical Yields of Plants. Environmental Challenges, 4: 100166. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100166
- Nowak D.J., Crane D.E., Stevens J.C. 2006. Air Pollution Removal by Urban Trees and Shrubs in the United States. Urban Forestry & Urban Greening, 1(3–4): 115–123. DOI: 10.1016/j.ufug.2006.01.007

References

- Belyaeva Yu.V. 2015. Distribution Indicator of the Number of Dust on the Leaf Blade *Betula pendula* Roth., Growing in Togliatti. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 17(4–5): 989–993 (in Russian).
- Besschetnov P.V., Besschetnova N.N. 2019. Topol' belyy (*Populus alba* L.) v ob"ektakh ozelene-niya Nizhegorodskoy oblasti: korrelyatsiya i regressiya parametrov listovogo apparata [White Poplar (*Populus alba* L.) in Landscaping Objects of the Nizhny Novgorod Region: Correlation and Regression of Leaf Apparatus Parameters]. Vestnik Nizhegorodskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii, 2(22): 25–31.
- Borzenkova T.G., Kostina M.V., Nasimovich Yu.A. 2022. Cultivated Poplars (*Populus*, *Salicaceae*) of Khabarovsk. Environment and Human: Ecological Studies, 12(1): 9–21 (in Russian). DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-1-9-21
- Glinyanova I.Yu., Azarov V.N., Fomichev V.T. 2019. Phytomonitoring as a Method of the Assessment of Atmospheric Air Pollution by Urban Environment by Fine Dust. Biospheric compatibility: human, region, technologies, 1(25): 42–53 (in Russian). DOI: 10.21869/23-11-1518-2019-25-1-42-53
- Denisova E.S. 2014. The Accumulation of Some Crop Plants Anthropogenic Dust of Carbon Factories. Omsk Scientific Bulletin, 2(134): 196–199 (in Russian).
- Ioffe A.O. 2014. Determination of Dustiness Level on the Territory of Petrozavodsk. Fundamental research, 6–4: 753–759 (in Russian).
- Kavelenova L.M., Zdetovetskiy A.G., Ognevenko A.Ya. 2001. K spetsifike sodержaniya zol'nykh veshchestv v list'yakh drevesnykh rasteniy v gorodskoy srede v usloviyakh lesostepi (na primere Samary) [On the Specificity of the Content of Ash Substances in the Leaves of Woody Plants in an Urban Environment in Forest-Steppe Conditions (on the Example of Samara)]. Khimiya rastitelnogo syria, 3: 85–90.
- Kentbaeva B.A. 2018. Dust-Catching Capacity of the Hawthorn Leaf Blade. Bulletin of Higher Educational Institutions. Russian Forestry Journal, 3(363): 20–27 (in Russian). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.20

- Klevtsova M.A. 2020. Sozdanie tematicheskoy geoinformatsionnoy sistemy "Gorodskaya biota": etapy, metodiki, kriterii otsenki [Creation of the Thematic Geoinformation System "Urban Bio-Ta": Stages, Methods, Evaluation Criteria]. In: Regional'naya ekologicheskaya diagnostika sostoyaniya vozduшной sredey promyshlennykh gorodov [Regional Ecological Diagnostics of the State of the Air Environment of Industrial Cities]. Voronezh, Publ. Tsifrovaya poligrafiya: 148–161.
- Klevtsova M.A., Dobrova E.A. 2019. Bioindikatsionnaya otsenka pyleulavlivayushchey sposobno-sti listovykh plastinok topolya ital'yanskogo v usloviyakh tekhnogennogo zagryazneniya gorodskoy sredey [Bioindicative Assessment of the Dust-Capturing Capacity of Italian Poplar Leaf Blades Under Conditions of Technogenic Pollution of the Urban Environment]. In: Otsenka i geoinformatsionnoe kartografirovaniye mediko-ekologicheskoy situatsii na territorii goroda Voronezha [Assessment and Geoinformation Mapping of the Medical and Environmental Situation in the City of Voronezh]. Voronezh, Publ. Tsifrovaya poligrafiya: 147–160.
- Klevtsova M.A., Mikheev A.A. 2020. The ecodiagnosics of the urbanized environment by morphometric indicators of the leaves *Betula pendula* Roth. Regional Geosystems, 44(4): 432–445 (in Russian). DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-432-445
- Lykshitova L.S., Lovtsova N.M. 2014. Morphological Adaptation of Trees and Shrubs to Atmosphere and Air Pollution in Ulan-Ude. Bulletin of Buryat State University. Biology, Geography, 4–1: 51–54 (in Russian).
- Malinina T.A. 2016. Sanitary-Hygienic Role of Forest Plantations on the Blade of the Kursk Magnetic Anomalies. Forestry Engineering Journal, 6(1(21)): 20–27 (in Russian). DOI: 10.12737/18724
- Opekunova M.G., Somov V.V., Sokul'skaya Yu.S., Kukushkin S.Yu., Tsaparina L.Yu., Papyan E.E. 2015. Vozdeystvie prirodnykh i antropogennykh faktorov na elementnyy sostav raste-niya Bashkirskogo Zaural'ya [The Impact of Natural and Anthropogenic Factors on the Elemental Composition of the Plant of the Bashkir Trans-Urals]. Biosfera, 7(2): 181–198.
- Razinkova A.K., Pereyagina E.N. 2016. Species Diversity and Pathological States Landings Roadside Street in Voronezh. Forestry Engineering Journal, 6(2(22)): 36–46 (in Russian).
- Skripalshchikova L.N., Stasova V.V., Tatarintsev A.I., Plyashechnik M.A. 2012. Anthropogenic Dust Accumulation by Grassy Type Birch Forests in Lime Pits Influence Zone Near Krasnoyarsk City. the Bulletin of KrasGAU, 10(73): 96–100 (in Russian).
- Fedorova A.I., Shunelko E.V., Mikheeva M.A. 2010. The Reasons of Dry Tops and Drying of Voronezh City. Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2: 106–114 (in Russian).
- Chernyshenko O.V. 2012. Pylefil'truyushchaya sposobnost' drevesnykh rasteniy [Dust Filtering Capacity of Woody Plants]. Lesnoy vestnik, 3: 7–10.
- Yakushev A.B. 2011. The Value of Green Spaces in the Purification of the Air Basin of the City of Voronezh. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 21(116): 12–18 (in Russian).
- Chaturvedi R.K., Prasad S., Savita R., Obaidullah S.M., Pandey V., Singh H. 2012. Effect of Dust Load on the Leaf Attributes of the Tree Species Growing Along the Roadside. Environmental monitoring and assessment, 185(1): 383–391. DOI: 10.1007/s10661-012-2560-x
- Chen L., Liu C., Zou R., Yang M., Zhang Z. 2016. Experimental Examination of Effectiveness of Vegetation as Bio-Filter of Particulate Matters in the Urban Environment. Environmental Pollution, 208(A): 198–208. DOI: 10.1016/j.envpol.2015.09.006
- Corada K., Woodward H., Alaraj H., Collins C.M., Nazelle A. 2021. A Systematic Review of the Leaf Traits Considered to Contribute to Removal of Airborne Particulate Matter Pollution in Urban Areas. Environmental Pollution, 269: 116104. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.116104.
- Hrotkó K., Gyeviki, M., Sütöriné, D.M., Magyar L., Mészáros R., Honfi P., Kardos L. 2021. Foliar Dust and Heavy Metal Deposit on Leaves of Urban Trees in Budapest (Hungary). Environ Geochem Health, 43: 1927–1940. DOI: 10.1007/s10653-020-00769-y
- Kim J., Kim J., Kim Y., Taesik GT., Lee S.J. 2023. Accelerated Settling Velocity of Airborne Particulate Matter on Hairy Plant Leaves. Journal of Environmental Management, 332: 117313. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.117313
- Meravi N., Singh P.K., Prajapati S.K. 2021. Seasonal Variation of Dust Deposition on Plant Leaves and Its Impact on Various Photochemical Yields of Plants. Environmental Challenges, 4: 100166. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100166



Nowak D.J., Crane D.E., Stevens J.C. 2006. Air Pollution Removal by Urban Trees and Shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 1(3–4): 115–123.
DOI: 10.1016/j.ufug.2006.01.007

Поступила в редакцию 03.08.2023;
поступила после рецензирования 02.09.2023;
принята к публикации 10.09.2023

Received August 03, 2023;
Revised September 02, 2023;
Accepted September 10, 2023

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

Клевцова Марина Александровна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды, Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Михеев Алексей Александрович, преподаватель кафедры рекреационной географии, страноведения и туризма, Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Marina A. Klevtsova, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Aleksey A. Mikheev, Lecturer, Department of Recreational Geography, Regional Studies and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russia