



УДК 911.6

DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-3-427-440

Особенности геоэкологического функционального зонирования отдельных сельских поселений и территорий

¹Бударина В.А., ²Лисецкий Ф.Н., ¹Косинова И.И., ¹Курышев А.А.

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

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: liset@bsu.edu.ru; kosinova777@yandex.ru

Аннотация. Значительную часть центра европейской территории России занимает сложившаяся система сельского расселения населения, которое вносит весомый вклад в социально-экономическое развитие муниципальных образований. Их трансформация обусловлена многими причинами, включая социально-экономические, экологические, демографические, инфраструктурные факторы, а также изменения в сельском хозяйстве и сельскохозяйственной политике. Актуальность проведенных исследований определяется тем, что функциональное зонирование способствует оптимизации использования земельных ресурсов, создает условия для развития сельского хозяйства, туризма, инфраструктуры и других сфер жизнедеятельности, а также способствует сохранению природных ресурсов и экологической устойчивости сельской территории. Цель работы – функциональное зонирование одного из типичных сельских поселений (Быковского) для выделения границ геоэкологических систем и определения особенностей трансформации функциональных зон за последние 30 лет. В данной работе для выделения функциональных зон использован визуально-интерактивный метод обработки данных дистанционного зондирования Земли с привлечением кадастровой информации и результатов полевого рекогносцировочного обследования территории. В результате исследований установлено, что большую часть Быковского сельского поселения занимают сельскохозяйственная (44 %), селитебная (19 %) и рекреационная (16 %) зоны. Для наиболее крупных типов геоэкологических систем проведена оценка трансформации функциональной структуры по четырем временным срезам через десятилетний интервал (1993, 2003, 2013, 2023 гг.). По результатам оценки изменения функциональных зон установлен рост площади геоэкологических систем сельскохозяйственного и лесотехнического типа и уменьшение площади геоэкологической системы водохозяйственного типа. Подобные изменения связаны с искусственным осушением территорий для дальнейшего их использования в сельском хозяйстве и высадкой лесных полос.

Ключевые слова: функциональное зонирование, геоэкологические системы, материалы дистанционного зондирования Земли, мультиспектральные изображения, классификация мультиспектральных изображений, *Landsat Collection 2 Level-1*, агроландшафты, сельские поселения

Благодарности: проект № 20180180 «Управление процессом воспроизводства экосистем в агроландшафтах» программы «Приоритет – 2030»

Для цитирования: Бударина В.А., Лисецкий Ф.Н., Косинова И.И., Курышев А.А. 2024. Особенности геоэкологического функционального зонирования отдельных сельских поселений и территорий. Региональные геосистемы, 48(3): 427–440. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-3-427-440

Geocological Functional Zoning Features of Individual Rural Settlements and Territories

¹Victoria A. Budarina, ²Fedor N. Lisetskii, ¹Irina I. Kosinova, ¹Alexander A. Kuryshev

¹Voronezh State University,

1 Universitetskaya Pl., Voronezh 394018, Russia

²Belgorod State National Research University,

85 Pobedy St, Belgorod 308015, Russia

E-mail: liset@bsu.edu.ru; kosinova777@yandex.ru

Abstract. The existing rural population system occupies a significant part of the center of the European territory of Russia and makes a significant contribution to the socio-economic development of



municipalities. Their transformation is due to many reasons, including the main ones are socio-economic, environmental, demographic, and infrastructural factors, as well as changes in agriculture and agricultural policy. The relevance of the research is determined by the functional zoning ability to optimize the land resources use. As a result, conditions are created for the development of agriculture, tourism, infrastructure, and other life spheres, facilitating the conservation of natural resources and environmental sustainability in rural areas. The work purpose is the functional zoning of Bykovsky rural settlement to identify the boundaries of ecological and geological systems and determine the direction of functional areas transformation over the past 30 years. A visually interactive method of processing Earth remote sensing data was used to identify functional zones. The decryption accuracy was improved by using cadastral information and field reconnaissance survey results. The research revealed the predominance of agricultural, residential, and recreational zones within Bykovsky rural settlement. The functional structure transformation assessment for 1993, 2003, 2013, 2023 was carried out. The assessment of changes in functional zones showed an increase in the area of agricultural and forestry type systems and a decrease in the water management type system area. Such changes may be associated with the artificial drainage of territories for their further use in agriculture and the planting of forest strips.

Keywords: functional zoning, geocological systems, Earth remote sensing materials, multispectral images, multispectral images classification, Landsat Collection 2 Level-1, agricultural landscapes, rural settlements

Acknowledgements: Project No. 20180180 “Management of ecosystem reproduction in agricultural landscapes” of the Priority 2030 program.

For citation: Budarina V.A., Lisetskii F.N., Kosinova I.I., Kuryshev A.A. 2024. Geocological Functional Zoning Features of Individual Rural Settlements and Territories. *Regional Geosystems*, 48(3): 427–440 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-3-427-440

Введение

Значительная часть центра европейской территории России является сельской местностью. По результатам проведения Всероссийской переписи населения 2021 года зафиксировано 153157 сельских населенных пунктов, в 83,84 % из них постоянно проживают люди [Всероссийская перепись ..., 2024]. Несмотря на определенную инертность в своем развитии и устойчивость к изменяющимся условиям, сельские поселения трансформируются. Трансформации имеют много причин и обусловлены различными факторами, включая социально-экономические, экологические, демографические, инфраструктурные, а также изменения в сельскохозяйственной политике и самом сельском хозяйстве. Экономические факторы играют ключевую роль в этом процессе, так как они определяют направление развития и адаптацию сельских поселений к изменяющимся социально-экономическим условиям. Но в современном мире не менее важным фактором являются и экологические условия [Асмус и др., 2009].

Сельские поселения – это основные центры сельскохозяйственного производства, исторически предназначенные для обеспечения продовольственной безопасности и удовлетворения потребностей населения. Однако с течением времени произошли значительные изменения в сельском хозяйстве, что привело к трансформации их функциональных зон. Сельское хозяйство в прошлом было основным источником дохода для многих сельских жителей. Сельскохозяйственные угодья занимали большую часть территории сельских общин, а сельскохозяйственные предприятия были главными работодателями. Однако с развитием промышленности и сектора услуг сельское хозяйство потеряло свою привлекательность как основной источник дохода.

Экономические факторы, такие как изменение спроса на сельскохозяйственную продукцию и развитие новых технологий, способствовали изменению функциональных зон сельских поселений. Иногда наблюдается процесс обратный урбанизации, так как сельские поселения привлекают рабочую силу из городов, что приводит к развитию новых районов с жилыми зонами и инфраструктурой для работников. Функциональные зоны

разделяются на промышленные, жилые и коммерческие. Требуется большее развитие инфраструктуры [Гаева, 2010].

Антропогенные факторы могут влиять как на положительную трансформацию функциональных зон, так и на отрицательную [Мананков, 2019]. Например, сельское хозяйство может быть источником дохода и улучшения жизненного уровня сельского населения. Кроме того, развитие промышленности и туризма может привлекать инвестиции и способствовать развитию инфраструктуры. Однако антропогенные факторы также могут негативно сказываться на функциональных зонах сельских поселений. Промышленная деятельность является причиной загрязнения окружающей среды, что в свою очередь может негативно сказываться на здоровье животных, растений и состоянии водных ресурсов.

Экологические факторы являются не менее важным аспектом, влияющим на изменение функциональных зон сельских поселений, с их богатыми ресурсами и природными условиями.

Одним из основных экологических факторов является климат. Температура, осадки и ветры имеют значительное влияние на сельское хозяйство и функциональные зоны сельских поселений. Например, избыток осадков может привести к затоплению полей и нанести ущерб сельскохозяйственным культурам, разрушить сельскую инфраструктуру, а нехватка влаги может вызвать засуху, привести к сокращению в продаже сельскохозяйственных продуктов и повышению их цены.

Еще одним экологическим фактором, оказывающим влияние, является растительный покров. С различными типами растительности связаны разные функциональные зоны в сельских поселениях. Например, лесные участки могут быть использованы для лесничества и лесозаготовок, а открытые пространства благоприятствуют развитию сельскохозяйственного производства [Морозова и др., 2017]. Ключевым экологическим фактором является наличие и качество водных ресурсов.

Современная климатическая тенденция, приводящая к его аридизации, может привести к негативной трансформации продуктивности почв и понижению урожайности сельскохозяйственных культур. Более высокая температура может создавать подходящие условия для развития вредителей и болезней, что может привести к сокращению сельскохозяйственного производства и потере доходов [Груздев, 2014].

Социально-экономические факторы, с одной стороны, связаны с уровнем развития экономики и социальной сферы сельских поселений. Например, наличие разнообразных организаций и предприятий по оказанию услуг, таких как магазины, школы, медицинские учреждения, спортивные площадки и др., может привлекать новых жителей и способствовать развитию населенного пункта. С другой стороны, социально-экономические факторы влияют на структуру и функции поселений в сельской местности. Например, сельскохозяйственные предприятия могут определять основной вид трудовой деятельности и функцию сельской территории. При этом, изменение экономической ситуации и сдвиг в структуре сельского хозяйства может привести к изменениям в функциональных зонах данной местности.

Биологические аспекты влияния на функциональные зоны сельских поселений, такие как сокращение площади лесных и сельскохозяйственных угодий, приводят к снижению численности и разнообразия местных видов животных и растений. Биологические факторы также могут оказывать влияние на здоровье и благополучие жителей сельских поселений. Например, распространение инфекционных болезней, передающихся через насекомых, таких как комары и клещи, может быть связано с экологическими изменениями в окружающей среде. Как показывают исследования, неконтролируемый рост некоторых видов насекомых может привести к росту распространения инфекционных заболеваний.

Однако биологические аспекты также могут предложить возможности для развития сельских поселений. Например, использование устойчивых методов сельского хозяйства и



охраны природных ресурсов может способствовать сохранению биоразнообразия и созданию новых источников дохода для местных жителей.

Яковлевский район Белгородской области (муниципальное образование с 2018 года – Яковлевский городской округ), как и многие другие районы России, сталкивается с рядом экологических проблем [Атлас «Природные ресурсы ...», 2005; Официальный сайт органов ..., 2024]. Непосредственное влияние на геоэкологическую обстановку оказывают природные особенности изучаемой территории. Преобладающими почвами на территории района являются черноземы. По гранулометрическому составу они преимущественно суглинистые и способны аккумулировать загрязняющие вещества [Косинова и др., 2009].

Кроме природных факторов, оказывающих влияние на геоэкологическую обстановку, значительный ущерб приносит и антропогенная деятельность. Применение пестицидов, удобрений и прочих химических веществ в сельском хозяйстве приводит к загрязнению почв и неблагоприятно сказывается на здоровье растений, а затем и животных. Вырубка лесов для сельскохозяйственных или промышленных целей приводит к утрате биоразнообразия и ухудшению экологической ситуации в регионе [Голеусов и др., 2003; Авраменко и др., 2007; Сельское хозяйство ..., 2024].

Промышленные предприятия сосредоточены в определенных районах, что способствует формированию устойчивых зон загрязнения окружающей среды. В течение многих лет объем отходов от животноводческих комплексов, а также использование ядохимикатов и пестицидов продолжают увеличиваться, нанося непоправимый ущерб агроландшафтам. Влияние крупных животноводческих комплексов на окружающую среду сравнимо с воздействием промышленных объектов. Воздушное пространство вокруг этих комплексов и на несколько километров вокруг них значительно загрязнено пылью и вредными выбросами, создавая непригодные условия для проживания местного населению [Завгородняя, 2018].

Объекты и методы исследования

Объект исследования: территория Быковского сельского поселения Яковлевского района Белгородской области, которое с 2018 года было упразднено при преобразовании Яковлевского района в городской округ.

Целью исследования является функциональное зонирование территории Быковского сельского поселения (58,06 км²) для выделения границ геоэкологических систем и определения направления трансформации функциональных зон за последние 30 лет.

Функциональное зонирование является важным инструментом для планирования и управления территорией [Бударина, Умывакин, 2016; Бударина и др., 2022; 2023; Зарубин и др., 2023; Лептюхова, Сергеева, 2024] и проводится с целью выявления специфики техногенного воздействия, испытываемого геоэкологическими системами района. Оно позволяет определить наиболее рациональное использование природных ресурсов, создать благоприятные условия для проживания, работы и отдыха жителей, а также разработать эффективные стратегии развития сельского поселения [Градостроительный кодекс, 2004; Костина, 2022]. Опыт применения функциональной модели рекреационной оценки сельской местности [Королева, 2018] показал, что, рассматривая типизацию сельского туризма в зависимости от наличия туристических ресурсов, целесообразно обосновать дифференцированные индикаторы рекреационной оценки ресурсов и земельных угодий для развития туризма. При использовании функционального зонирования удастся максимально учесть ландшафтно-климатические особенности проектируемой территории, что также позволяет ограничить трансформацию земель в областях с наивысшими экологическими приоритетами и сетевой связностью [Kukkala, Moilanen, 2017; Jalkanen et al., 2020].

Как правило, [МУ 2.1.7.730-99, 1999; Косинова и др., 2009] выделяют следующие основные зоны использования:

- селитебная (Cs);
- промышленная (Cp);
- водохозяйственная (Cw);
- сельскохозяйственная (Cc);
- лесохозяйственная (Cl);
- транспортная (Ct);
- складирования отходов (Co);
- рекреационная (Cr).

В данной работе для выделения функциональных зон использован визуально-интерактивный метод обработки данных, так как данный метод обладает достаточной объективностью и доступностью [Картавцева, 2021; Всероссийская перепись ..., 2024].

Основные этапы работы:

1. Подборка материалов дистанционного зондирования Земли для заданной территории из *Landsat Collection 2 Level-1* [Силкин и др., 2017].
2. Создание мультиспектральных изображений. В данной работе использовались каналы 4, 3, 2; 5, 4, 3, для *Landsat 5–7* и каналы 5, 4, 3; 6, 5, 4 для *Landsat 8*, а также тепловой канал. Данные каналы позволяют более подробно рассмотреть динамику изменения сельскохозяйственных земель.
3. Выбор эталонных участков на основе кадастровых данных и результатов полевых исследований, классификация мультиспектральных изображений.
4. Разработка картосхемы функционального зонирования территории.

Результаты и их обсуждение

Функциональные зоны Быковского сельского поселения представляют собой различные территории, каждая из которых выполняет определенные функции и обладает своими особенностями. В ходе выполнения работы по кадастровым данным была построена карта с выделением функциональных зон (рис. 1).

Рассмотрим основные функции и особенности каждой из этих зон.

Селитебная зона (жилая).

Общая площадь селитебной зоны относительно всего Быковского поселения занимает 16 %. Основная концентрация жилой застройки в поселении располагается в северо-восточной части исследуемой территории. В нее входят такие объекты, как зоны отдыха, мини-парки, частные и многоквартирные дома, рестораны, школы, офисы, аптеки и прочая инфраструктура, необходимая для комфортных условий проживания и трудовой деятельности населения.

Промышленные зоны.

Главной задачей промышленных зон является обеспечение бесперебойных производственных процессов и предоставления рабочих мест. В рамках Быковского сельского поселения также имеются промышленные зоны, расположены они на востоке исследуемой территории. Там сосредоточены предприятия таких отраслей, как пищевая промышленность и машиностроение. Данная функциональная зона занимает 0,5 % всей территории.

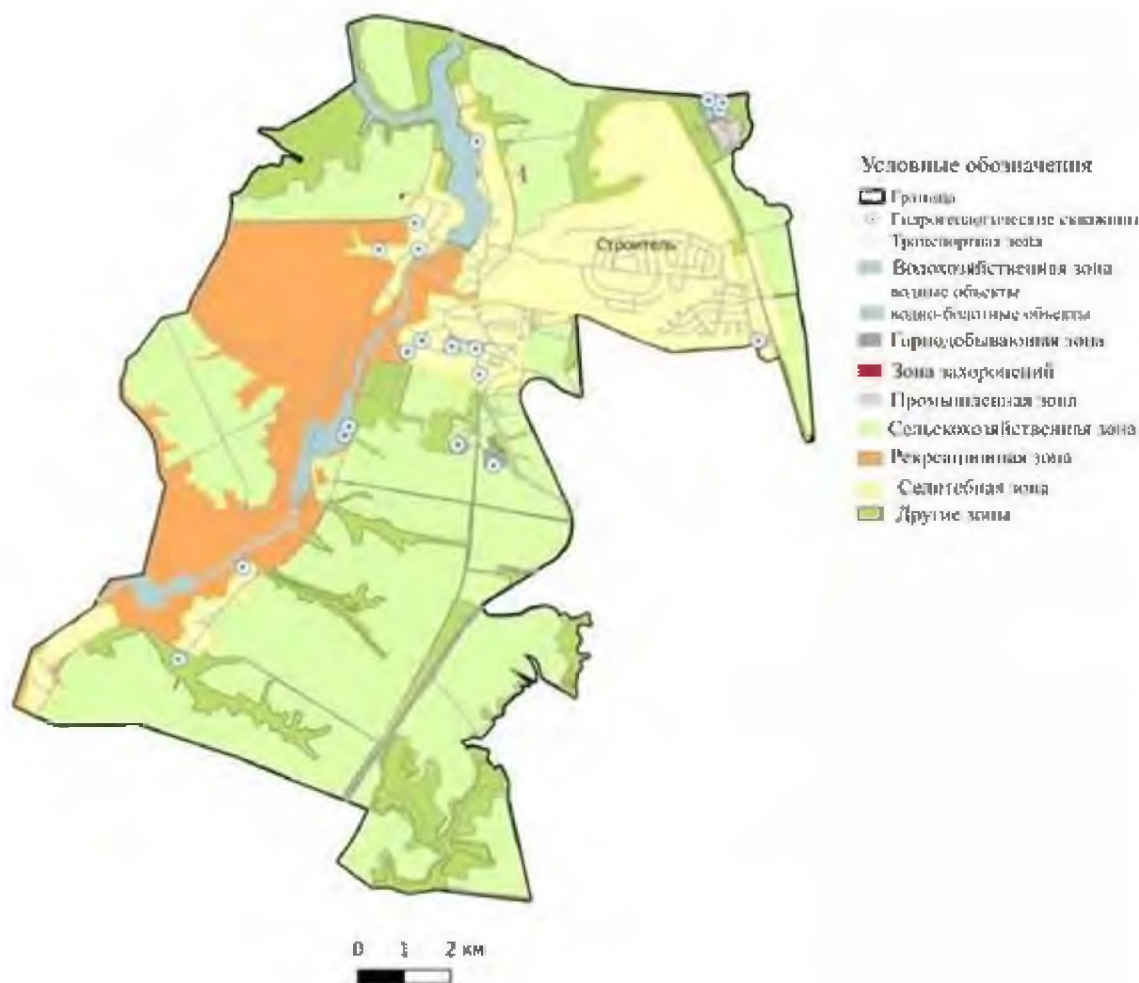


Рис. 1. Карта функциональных зон Быковского сельского поселения на 2023 год
Fig. 1. Map of functional zones of Bykovsky rural settlement for 2023

Сельскохозяйственные зоны.

Сельскохозяйственные зоны занимают основную часть Быковского сельского поселения и располагаются повсеместно. Доля данной функциональной зоны в сельском поселении составляет 44 %. Их основная функция заключается в обеспечении продовольственной безопасности региона производством сельскохозяйственной продукции высокого качества. В этих зонах располагаются луга, теплицы, пастбища, сельскохозяйственные дворы, фермы, садоводческие товарищества, где выращивается широкий спектр культур. Развитие сельскохозяйственных зон крайне важно для Быковского сельского поселения, так как оно обеспечивает экономическое благополучие района, снабжает рабочими местами и обеспечивает высококачественной сельскохозяйственной продукцией.

Рекреационные зоны.

Эта функциональная зона занимает 16 % территории и находится на западе сельского поселения. Рекреационная зона довольно развита, здесь находятся пляжи, стадионы, скверы. Есть зона особо охраняемой территории Государственного заказника «Триречье», организованная в целях сохранения, воспроизводства и повышения численности зайца-русака, европейской косули и благородного оленя. На территории заказника произрастает большое количество лекарственных и занесенных в Красную книгу растений, таких как пион тонколистный, адонис весенний, шалфей лекарственный [Государственные природные заказники ..., 2024]. Ранее было показано [Лопина и др. 2012], что при картографировании экологического каркаса региона использование функционального зонирования территории, позволяет определить место особо охраняемых природных территорий в структуре муниципальных образо-

ваний. Развитие инфраструктуры рекреационных зон способствует улучшению качества жизни местного населения, а также привлечению туристов из других регионов, совершенствованию туристической отрасли и созданию новых рабочих мест.

Водохозяйственная зона.

Эта зона включает в себя все водные объекты, а среди них Ворскла – главная река Быковского сельского поселения. Кроме того, это водно-болотные объекты, ручьи, гидро-геологические скважины и дренажные каналы.

Транспортные зоны.

На этих территориях находится транспортная инфраструктура, включающая в себя дороги федерального назначения, железные дороги, дорожную сеть. Основное предназначение транспортных зон – обеспечение транспортной доступности и связь между различными частями территории. В Быковском сельском поселении находятся автомобильные дороги, которые соединяют населенные пункты и промышленные зоны, а также железнодорожные станции, обеспечивающие железнодорожное сообщение с другими регионами.

Другие зоны.

К «другим зонам» отнесены неиспользуемые территории, растительный покров на таких участках в основном представлен кустарниками и травами [Морозова и др., 2017].

На основе сопоставления площадей можно сделать вывод, что большую часть Быковского сельского поселения занимает сельскохозяйственная зона (44 %), а также селитебная (19 %) и рекреационная (16 %) (рис. 2).

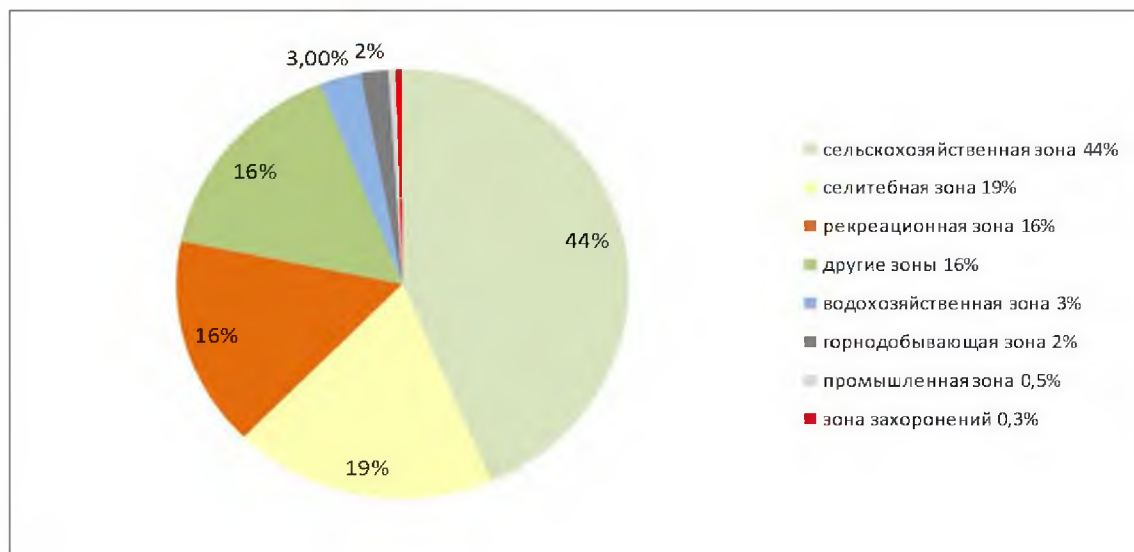


Рис. 2. Диаграмма процентного соотношения функциональных зон Быковского сельского поселения на 2023 год

Fig. 2. Percentage chart of functional zones of Bykovsky rural settlement for 2023

Для наиболее представительных типов геоэкологических систем было выполнено определение их изменения за последние 30 лет, т. к. именно в эти годы отмечался активный рост сельских поселений, что приводило к изменению агроландшафтов и структуры функциональных зон. При оценке трансформации функциональной структуры выбрано четыре временных среза через десятилетний интервал (1993, 2003, 2013, 2023 гг.). В ходе обработки используемых данных были выделены функциональные зоны, соотношенные с геоэкологическими системами. Выделено три основных типа геоэкологических систем [Косинова и др., 2009].

Зоны сельскохозяйственного использования. Они относятся к геоэкологической системе сельскохозяйственного типа. Агротехнический класс геоэкологической системы характеризуется своим собственным набором изменений литосферы. Среди них



особую роль играет деградация почв, формирующаяся в результате сельскохозяйственной деятельности. Наблюдается процесс общего снижения содержания органического вещества и плодородия почв в целом. Прежде используемые индустриальные агротехнологии приводили к загрязнению почв и развитию неблагоприятных геодинамических процессов, таких как поверхностная и линейная эрозия, суффозия, а также техногенное пыление почв. Помимо деградированных почв, агротехнические геозекологические системы включают в себя и почвы с восстановленным плодородием. Экологическая роль данного класса геозекологической системы проявляется в преобладании агроценозов и агробиогеноценозов. Первые представляют собой искусственные экосистемы, поддерживаемые с помощью агротехнологий, таких как обработка почв, внесение удобрений и средств защиты растений. Агроценозы являются результатом деятельности крупных сельскохозяйственных предприятий. Агробиогеноценозы в данном случае представляют собой неустойчивые экосистемы с искусственно обедненными видами природных биотических сообществ.

Лесотехнический класс геозекологической системы играет ключевую роль в существовании биосферы. В процессе фотосинтеза зеленые растения вырабатывают органические вещества и выделяют кислород в атмосферу. Одним из основных негативных факторов является вырубка лесов. Процесс лесовоспроизводства представляет собой замену отмирающей лесной растительности новым лесом. Лесовозобновление может включать создание новых лесных массивов или посадку лесных полос разного назначения. Эффективная схема лесовозобновления способна предотвратить различные процессы, такие как эрозия почв и оползни. Фитосфера способствует созданию благоприятного экологического баланса.

Зоны заболоченных территорий приурочены к долине реки Ворсклы и повторяют конфигурацию речного русла, протягиваясь с севера на юг при общем расстоянии около 13 км. Водные объекты, выделенные в результате обработки данных, отнесены к водохозяйственному классу геозекологической системы. Характеризуется данный класс строительством и эксплуатацией водозаборных и дренажных сооружений. В зависимости от их размеров формируются депрессионные воронки радиусом от нескольких метров до десятков километров. В результате происходит отработка, а иногда и необратимая деградация водоносных горизонтов. Эксплуатация водозаборных скважин также способствует увеличению скорости перемещения растворенных веществ. Часто это приводит к существенному увеличению гидрохимических и гидрогеохимических аномалий. В пределах самой депрессионной воронки образуется зона высушенных почв и грунтов, что отрицательно сказывается на корнях растений, особенно древесных. Геозекологические системы водохозяйственного типа также формируются при строительстве искусственных водоемов, создании оросительных систем и техногенных водотоков. На территории Быковского сельского поселения находится 44 гидрогеологические скважины.

Анализ данных таблицы показывает, что в 1993 году большую часть территории занимала геозекологическая система сельскохозяйственного типа. К 2003 году стала увеличиваться площадь заболоченных территорий, относящихся к водохозяйственному типу, наряду с этим отмечался рост площадей переувлажненных земель. Данные изменения, говорят о том, что на данных участках протекают неблагоприятные геозекологические процессы. Подтопление может быть связано с увеличением количества осадков, при избыточном увлажнении происходит заболачивание территории из-за плохой водопроницаемости приповерхностных отложений. Площадь лесохозяйственного типа геозекологической системы увеличилась к 2023 году, теперь она занимает территории, которые в 2003 году относились к влажным почвам.

Площади земель Быковского сельского поселения по данным визуально-интерактивного дешифрирования за 1993, 2003, 2013, 2023 гг.
The land area of the Bykovsky rural settlement according to the data of visual interactive decryption for 1993, 2003, 2013, 2023.

Наименование землепокрытий	2023 год		2013 год		2003 год		1993 год	
	площадь, км ²	%	площадь, км ²	%	площадь, км ²	%	площадь, км ²	%
Влажные почвы	6,7	10	4,2	7	15,5	24	4,9	8
Сухие почвы	6,6	10	13,6	22	13,7	21,5	22,0	35
Лесопокрытые площади	14,6	23	6,8	11	9,3	14,5	4,6	7
Акватории	1,1	2	1,2	2	1,0	1,5	1,0	1,5
Зоны с.-х. использования	35,1	55	33,4	53	16,5	26	23,7	38
Заболоченные территории	–	–	3,9	6	8	12,5	6,7	10,5

К 2013 году отмечается увеличение доли геоэкологической системы сельскохозяйственного типа, а также уменьшение количества заболоченных территорий и влажных почв. На территориях незадействованных влажных и сухих почв теперь сформированы сельскохозяйственные угодья.

В 2023 году преобладающим типом на всей территории Быковского сельского поселения остается геоэкологическая система сельскохозяйственного типа. Количество заболоченных территорий из-за зарастания сократилось до минимума. Выявлено, что за последние 30 лет в рамках геоэкологических систем происходит плавное преобразование функциональных зон поселения. Особенности этого процесса за 30 лет наблюдений отражены на рис. 3.



Рис. 3. Трансформация функциональных зон Быковского сельского поселения в период 1993–2023 гг.

Fig. 3. Transformation of functional zones of Bykovsky rural settlement in the period 1993–2023



Зона лесотехнического типа с 2013 года значительно увеличилась, что может быть связано с возобновлением леса путем создания новых лесных массивов и лесных полос.

Уменьшение зоны водохозяйственного типа, по-видимому, связано с осушением под влиянием лесных массивов и расширения использования земель под сельскохозяйственные угодья.

Значительно увеличилась зона сельскохозяйственного типа. Данные изменения связаны с увеличением спроса на сельскохозяйственную продукцию, что способствовало более активному вовлечению земель в хозяйственный оборот.

Заключение

Проведенные геоэкологические исследования по выявлению динамики трансформации функциональных зон территории Быковского сельского поселения Яковлевского района Белгородской области позволили сделать следующие выводы.

На исследуемой территории выделены и рассмотрены такие типы геоэкологических систем, как:

- сельскохозяйственный (с.-х. угодья, инфраструктура АПК);
- водохозяйственный (реки, ручьи, водно-болотные объекты, гидрогеологические скважины);
- селитебный (жилая застройка, общественные центры (административные, медицинские, спортивные и др.), улицы и площади, зоны зеленых насаждений общего пользования);
- лесной (природные леса; леса, возобновленные путем создания новых лесных массивов; высадки лесных полос);
- промышленный (промышленные предприятия).

Для наиболее представительных типов геоэкологических систем проведено исследование их динамики на основе визуально-интерактивного метода обработки материалов дистанционного зондирования Земли за период с 1993 по 2023 год. При оценке трансформации функциональной структуры выбрано 4 временных среза через десятилетний интервал (1993, 2003, 2013, 2023 гг.).

Выявлено увеличение площади геоэкологических систем сельскохозяйственного и лесотехнического типа при уменьшении площади водохозяйственного типа. Подобные изменения связаны с увеличением аграрных потребностей региона, что способствует увеличению площади сельскохозяйственных территорий. Увеличение такого типа геоэкологических систем, как лесохозяйственные, связано с высадкой лесных полос и созданием новых лесных массивов. Уменьшение геоэкологической системы водохозяйственного типа связано с искусственным осушением территорий для дальнейшего использования их в сельском хозяйстве.

Закономерности трансформации геоэкоосистем под влиянием изменяющихся условий природной среды проявляются в перестройке территориальной организации природно-хозяйственных систем даже за короткие промежутки времени, что удается объективно детектировать путем обработки разновременных данных дистанционного зондирования Земли.

Список источников

Атлас «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области». 2005. Под ред. Ф.Н. Лисецкого, В.А. Пересадыко, С.В. Лукина, А.Н. Петина. Белгород, Белгородский государственный университет, 180 с.



- Всероссийская перепись населения 2020–2021 годов. Электронный ресурс. URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Всероссийская_перепись_населения_\(2020–2021\)](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Всероссийская_перепись_населения_(2020–2021)) (дата обращения 20.05.2024).
- Голеусов П.В., Гусев А.В., Дегтярь А.В., Лисецкий Ф.Н., Марциневская Л.В., Петин А.Н., Петина В.И., Удянская Е.А., Чендев Ю.Г., Юдина Ю.В. 2003. География Белгородской области. М., Издательство МГУ, 64 с.
- Государственные природные заказники – Яковлевский район. Электронный ресурс. URL: <https://beluprles.ru/dokumenty/interaktivnye-karty-oopt/gosudarstvennye-prirodnye-zakazniki-borisovskij/> (дата обращения 01.04.2024).
- Градостроительный кодекс Российской Федерации: от 29.12.2004 (ред. от 31.12.2017) № 190-ФЗ. Электронный ресурс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/?ysclid=iz1aqm4ny952678951 (дата обращения 01.04.2024).
- Груздев В.М. 2014. Территориальное планирование. Теоретические аспекты и методология пространственной организации территории. Нижний Новгород, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 147 с.
- Картавцева Е.Н. 2021. Графическая обработка результатов полевых измерений с использованием САПР и ГИС-технологий. Томск, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 140 с.
- Мананков А.В. 2019. Урбанизация территорий и пределы техносферы. Томск, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 165 с.
- МУ 2.1.7.730-99. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. 1999. Москва, ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 19 с.
- Официальный сайт органов местного самоуправления Яковлевского городского округа. Электронный ресурс. URL: <https://yakov-go.ru/o-rajone/istoricheskaya-spravka/> (дата обращения 22.02.2024).
- Сельское хозяйство Белгородской области. Электронный ресурс. URL: <https://specagro.ru/news/202104/selskoe-khozyaystvo-belgorodskoy-oblasti/> (дата обращения 24.02.2024).
- Силкин К.Ю., Валяльщикова А.А., Курышев А.А. 2017. Дистанционное зондирование Земли при геоэкологических исследованиях. Воронеж, Воронежский государственный университет, 64 с.

Список литературы

- Авраменко П.М., Акулов П.Г., Атанов Ю.Г., Белоусова А.И., Вакуленко А.Г., Верютина О.С., Волынкин Ю.А., Гайворонская Н.И., Григорьев Т.Н., Дегтярь А.В., Дунаев В.А., Евдокимов В.И., Колмыков С.Н., Колчанов А.Ф., Конорева А.А., Корнилов А.Г., Красавин Н.М., Куприенко И.В., Лазебная Г.В., Лебедева М.Г., Лукин С.В., Мартыненко С.Н., Марциневская Л.В., Меленцова С.В., Пашков В.С., Петин А.Н., Петина В.И., Полякова Т.А., Присный А.В., Присный Ю.А., Селзнева Н.В., Сиротин А.А., Снегин Э.А., Соловиченко В.А., Соловьев А.Б., Степина С.Г., Таволжанская А.М., Терентьев М.В., Чендев Ю.Г., Чугунова Н.В., Шаповалов А.С., Шевченко В.П. 2007. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области. Белгород, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 556 с.
- Асмус В.В., Бучнев А.А., Пяткин В.П. 2009. Кластерный анализ и классификация с обучением многоспектральных данных дистанционного зондирования Земли. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии, 2(1): 23–31.
- Бударина В.А., Умывакин В.М. 2016. Методологические аспекты интегральной оценки эколого-геологического риска эрозионной деградации речных водосборов. Геориск, 1: 30–35.
- Бударина В.А., Косинова И.И., Лисецкий Ф.Н. 2022. Преобразование эколого-ресурсной и эколого-геохимической функций литосферы в пределах Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района КМА. Горный журнал, 11: 57–62.
- Бударина В.А., Игнатенко И.М., Косинова И.И. 2023. Особенности загрязнения почв и грунтов сельских поселений центральной части Белгородской области тяжелыми металлами.



- Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология, 4: 113–121. <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2023/4/113-121>
- Гаева И.В. 2010. Влияние функций сельских населенных пунктов на развитие сельской местности (Еврейская автономная область). Вестник Бурятского государственного университета. Биология, География, 4: 20–25.
- Завгородняя Л.И. 2018. Воздействие человека на окружающую среду в Белгородской области. В кн.: Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2018. Белгород, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ: 3–4.
- Зарубин О.А., Кирюшин А.В., Агеева А.Р., Рычкова О.В. 2023. Каркасный подход в функциональном геоэкологическом зонировании метагеосистем культурного ландшафта региона. Московский экономический журнал, 8(8). https://doi.org/10.55186/2413046X_2023_8_8_409.
- Королева И.С. 2018. Функциональная модель рекреационной оценки сельской местности. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 42(4): 587–598. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2018-42-4-587-598>.
- Косинова И.И., Барабошкина Т.А., Косинов А.Е., Ильяш В.В. 2009. Экологическая геология Курской магнитной аномалии (КМА). Воронеж: Воронежский государственный университет, 216 с.
- Костина Д.С. 2022. Цели и задачи функционального зонирования территории города. Studnet, 5(6): 44.
- Лептухова О.Ю., Сергеева И.А. 2024. Функциональное зонирование: вчера и сегодня. Экология урбанизированных территорий, 1: 82–92. <https://doi.org/10.24412/1816-1863-2024-1-82-92>.
- Лопина Е.М., Стаценко Е.А., Корнилов А.Г., Тохтарь В.К. 2012. Геоэкологическое обоснование функционального зонирования территории ботанического сада НИУ «БелГУ». Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 21(140): 174–178.
- Морозова Д.Е., Дроздова Е.А., Курганская К.А. 2017. Изучение лесопокрываемых территорий с использованием данных дистанционного зондирования (на примере Белгородской области). В кн.: теория и практика современных географических исследований. Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика современных географических исследований», Санкт-Петербург, 07–09 апреля 2017. Санкт-Петербург, Свое издательство: 572–576.
- Jalkanen J., Toivonen T., Moilanen A. 2020. Identification of Ecological Networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. Landscape Ecology, 35: 353–371. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00950-4>
- Kukkala A.S., Moilanen A. 2017. Ecosystem services and connectivity in spatial conservation prioritization. Landscape Ecology, 32: 5–14. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0446-y>

References

- Avramenko P.M., Akulov P.G., Atanov Yu.G., Belousova A.I., Vakulenko A.G., Veryutina O.S., Volynkin Yu.A., Gayvoronskaya N.I., Grigoryev T.N., Degtyar A.V., Dunayev V.A., Evdokimov V.I., Kolmykov S.N., Kolchanov A.F., Konoreva A.A., Kornilov A.G., Krasavin N.M., Kupriyenko I.V., Lazebnaya G.V., Lebedeva M.G., Lukin S.V., Martynenko S.N., Martsinevskaya L.V., Melentsova S.V., Pashkov V.S., Petin A.N., Petina V.I., Polyakova T.A., Prisnyy A.V., Prisnyy Yu.A., Selezneva N.V., Sirotin A.A., Snegin E.A., Solovichenko V.A., Solovyev A.B., Stepina S.G., Tavolzhanskaya A.M., Terentyev M.V., Chendev Yu.G., Chugunova N.V., Shapovalov A.S., Shevchenko V.P. 2007. Prirodnye resursy i okruzhayushchaya sreda Belgorodskoy oblasti [Natural Resources and Environment of the Belgorod Region]. Belgorod, Publ. Belgorodskiy gosudarstvennyy natsionalnyy issledovatel'skiy universitet, 556 p.
- Asmus V.V., Buchnev A.A., Pyatkin V.P. 2009. The Cluster Analysis and Classification with Training of Multispectral Data of Earth Remote Sensing. Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 2(1): 23–31 (in Russian).
- Budarina V.A., Umyvakin V.M. 2016. Methodological Aspects of Integrated Assessment of the Ecological-Geological Risk of Erosion Degradation of River Basins. Georisk, 1: 30–35 (in Russian).



- Budarina V.A., Kosinova I.I., Lisetskii F.N. 2022. Transformation of Ecological-Resource and Ecological-Geochemical Functions of the Lithosphere within the Starooskolsko-Gubkinsky Mining District of the KMA. *Gornyi Zhurnal*, 11: 57–62 (in Russian).
- Budarina V.A., Ignatenko I.M., Kosinova I.I. 2023. Features of Soil Contamination of Rural Settlements in the Central Part of the Belgorod Region with Heavy Metals. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 4: 113–121 (in Russian). <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2023/4/113-121>
- Gaeva I.V. 2010. The Influence of Functions of the Rural Settlements on the Development of Rural Area (Jewish Autonomous Region). *Bulletin of Buryat State University. Biology, Geography*, 4: 20–25 (in Russian).
- Zavgorodnyaya L.I. 2018. Vozdeystvie cheloveka na okruzhayushchuyu sredu v Belgorodskoy oblasti [Human Impact on the Environment in the Belgorod Region]. In: *Organicheskoe sel'skoe khozyaystvo: problemy i perspektivy* [Organic Agriculture: Problems and Prospects]. *Proceedings of the XXII international scientific and production conference, Maisky, 28–29 May 2018. Belgorod, Publ. FGBOU VO Belgorod SAU: 3–4.*
- Zarubin O.A., Kiryushin A.V., Ageeva A.R., Rychkova O.V. 2023. Framework Approach in Functional Geoecological Zoning of Metageosystems in the Cultural Landscape of the Region. *Moscow economic journal*, 8 (8) (in Russian). https://doi.org/10.55186/2413046X_2023_8_8_409.
- Koroleva I.S. 2018. Functional Model of the Recreation Assessment Countryside. *Belgorod state university scientific bulletin. Natural sciences series*, 42(4): 587–598 (in Russian). <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2018-42-4-587-598>.
- Kosinova I.I., Baraboshkina T.A., Kosinov A.E., Iliash V.V. 2009. *Ekologicheskaya geologiya Kurskoy magnitnoy anomalii (KMA)* [Ecological Geology of the Kursk Magnetic Anomaly (KMA)]. Voronezh, Publ. Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet, 216 p.
- Kostina D.S. 2022. Goals and Objectives of Functional Zoning of the City Territory. *Studnet*, 5(6): 44 (in Russian).
- Leptyukhova O.Y., Sergeeva I.A. 2024. Functional Zoning: Yesterday and Today. *Ecology of urban areas*, 1: 82–92 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/1816-1863-2024-1-82-92>
- Lopina E.M., Statsenko E.A., Kornilov A.G., Tokhtar V.K. 2012. Geoecological Study of the Belgorod National Research University Botanical Garden Functional Zoning. *Belgorod state university scientific bulletin. Natural sciences series*, 21(140): 174–178 (in Russian).
- Morozova D.E., Drozdova E.A., Kurganskaya K.A. 2017. Study of Forested Areas Using Remote Sensing Data (on the Example of the Belgorod Region). In: *Theory and Practice of Modern Geographical Research. International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists "Theory and practice of modern geographical research"*, St. Petersburg, 7–9 April 2017. St. Petersburg, Publ. Svoye izdatelstvo: 572–576 (in Russian).
- Jalkanen J., Toivonen T., Moilanen A. 2020. Identification of Ecological Networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. *Landscape Ecology*, 35: 353–371. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00950-4>
- Kukkala A.S., Moilanen A. 2017. Ecosystem services and connectivity in spatial conservation prioritization. *Landscape Ecology*, 32: 5–14. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0446-y>

*Поступила в редакцию 15.07.2024;
поступила после рецензирования 11.08.2024;
принята к публикации 20.08.2024*

*Received July 15, 2024;
Revised August 11, 2024;
Accepted August 20, 2024*

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

Бударина Виктория Александровна, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологической геологии, Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Victoria A. Budarina, Candidate of Legal Sciences, Associate Professor of the Department of Ecological Geology of Voronezh State University, Voronezh, Russia



Лисецкий Федор Николаевич, доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

Fedor N. Lisetskii, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Nature Management and Land Cadastre, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Косинова Ирина Ивановна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой экологической геологии, Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

Irina I. Kosinova, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Head of the Department of Ecological Geology of Voronezh State University, Voronezh, Russia

Курьшев Александр Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры экологической геологии, Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

Alexander A. Kuryshhev, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecological Geology of Voronezh State University, Voronezh, Russia