



УДК 502.7:581.526

DOI 10.52575/2712-7443-2025-49-1-169-183

Площадь и фрагментированность природного каркаса в Краснолиманском, Славянском и Константиновском районах Донецкой Народной Республики

Блакберн А.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донецкий ботанический сад»
Россия, 283023, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, пр-т Ильича, 110
blackburn.fox@mail.ru

Аннотация. Сравнительный анализ Краснолиманского, Славянского и Константиновского административных районов ДНР в направлении север – юг, от дальней периферии республики к ее центру, показал существенное различие в площади и фрагментированности их природного каркаса. Оценивалось наличие на территории районов природных и квазиприродных участков, представляющих основные типы растительного покрова региона: степные, лесопокрываемые участки, «лесостепные» и участки с болотно-луговой растительностью. В целом наблюдается четкая тенденция уменьшения относительной доли площади природных территорий в направлении от дальней периферии к центру республики, что отчасти подтверждает концепцию поляризованного ландшафта по Б.Б. Родману. Показатели фрагментации природных участков также отражают пространственный аспект их размещения на территории районов: наличие крупных лесных массивов на границе Краснолиманского и Славянского районов и более высокую долю степного компонента на юге рассматриваемого полигона.

Ключевые слова: Донецкая Народная Республика, природный каркас, природные и квазиприродные территории, показатели фрагментации, поляризованный ландшафт

Благодарности: работа выполнена по теме государственного задания ФГБНУ Донецкий ботанический сад «Исследование современного состояния растительного покрова на Донецкой возвышенности и в Северном Приазовье» (Регистрационный № 123101300195-2).

Для цитирования: Блакберн А.А. 2025. Площадь и фрагментированность природного каркаса в Краснолиманском, Славянском и Константиновском районах Донецкой Народной Республики. Региональные геосистемы, 49(1): 169–183. DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-1-169-183

The Area and Fragmentation of the Natural Framework in the Krasny Liman, Slavyansk, and Konstantinovka districts of the Donetsk People's Republic

Andrey A. Blackburn

Federal State Budgetary Scientific Institution “Donetsk Botanical Garden”,
110 Ilyich Ave., Donetsk, Donetsk People’s Republic 283023, Russia
blackburn.fox@mail.ru

Abstract. The comparative analysis of the structure of the natural framework in three administrative districts of the DPR selected in the north – south direction showed a clear tendency toward a reduction in natural and quasi-natural sites’ area – from the far periphery toward the region’s center. In the course of the study, we assessed the presence of sites representing the main types of regional vegetation cover in these districts: steppes, forests, forest-steppes, and sites with marsh-meadow vegetation, as well as their areas and indicators of their fragmentation. To some extent, this trend proves the concept of a “polarized landscape”. The indicators of natural framework fragmentation also reflect the spatial aspect of their location within the districts: the presence of large forests in the north and a higher proportion of the steppe component in the south. In terms of the ecological network of the studied sites, we can state that there are large and very large natural cores represented mainly by forests in the Krasny Liman and Slavyansk districts. There are practically no large natural cores in the Konstantinovka district, with the exception of a few steppes.

© Блакберн А.А., 2025



Keywords: Donetsk People's Republic, ecological framework, natural and quasi-natural territories, fragmentation indicators, polarized landscape

Acknowledgements: the work was carried out on the topic of the state assignment of the Donetsk Botanical Garden Federal State Budgetary Institution "Study of the current state of vegetation cover in the Donetsk upland and in the Northern Azov region" (Registration number 123101300195-2).

For citation: Blackburn A.A. 2025. The Area and Fragmentation of the Natural Framework in the Krasny Liman, Slavyansk, and Konstantinovka Districts of the Donetsk People's Republic. Regional Geosystems, 49(1): 169–183 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-1-169-183

Введение

Сохранение природного каркаса любой территории требует, прежде всего, точного знания, где, в каком виде и в каком состоянии он имеется и какие условия необходимы для его охраны и/или оптимизации его структуры. Особенно это актуально для таких густонаселенных и промышленно концентрированных регионов, как Донбасс. Согласно Международной Стратегии сохранения биологического разнообразия Земли, необходимо к 2050 году обеспечить представленность не менее 50 % территории суши природными и полуприродными (квазиприродными) экосистемами [Explore the Worlds Protected Areas, 2021]. Это условие, в свою очередь, предполагает достаточно точную оценку на разных уровнях геосистемной организации (планетарном (глобальном), региональном и локальном) наличия таких территорий – природных и квазиприродных – и, по возможности, их качественного состава [Стишов, Дадли, 2018].

В настоящее время исследования пространственной структуры территорий различного ранга опираются в основном на методы дистанционного зондирования поверхности Земли (ДЗЗ), охватывая как целые страны и регионы [Захаров, 2015; Гусев и др., 2021; Терехин, 2021; Брагина, 2024; Давидович, Яцухно, 2024], так и отдельные локальные объекты [Верхотуров, 2020; Истомина, Холоденко, 2021; Jabrayilov, 2021; Зенгина и др., 2022]. Однако, при несомненно высоких технических возможностях, методы ДЗЗ пока еще не способны заменить визуальное дешифрирование растительного покрова и методы экспертной оценки объектов земной поверхности [Савин, Березуцкая, 2024]. Это обстоятельство становится особенно актуальным в свете сохранения природных и квазиприродных участков территории как основы ее природного каркаса и ландшафтного разнообразия [Мирзеханова, Климина, 2023].

В Донецкой Народной Республике (ДНР) нами уже проводились исследования по оценке ее природного каркаса в границах, существовавших еще до вхождения ДНР в Российскую Федерацию [Блакберн, 2022]. После этого были проведены такие же исследования и других частей (районов) республики. Как и на предыдущем этапе, *цель* исследования – оценка пространственной структуры природного каркаса Донецкого региона (в рамках Донецкой Народной Республики) в виде первичной инвентаризации природных и квазиприродных участков его территории как единого полигона. На данном этапе исследования была поставлена задача оценить структуру природного каркаса трех административных районов (далее районов) ДНР – Краснолиманского, Славянского и Константиновского, расположенных в указанном порядке с севера на юг – от крайне северной границы региона (Краснолиманский район) до границы с его центральной частью (Константиновский район). Если все три указанных района мысленно «вписать» в прямоугольник, то его высота в направлении север – юг составит 107 км, а в направлении запад – восток – 66 км (рис. 1).

Выполнение основной задачи данного этапа исследования включало:

- получение сравнительной характеристики исследуемых районов по наличию в них основных типов природных и квазиприродных участков, а именно – их число, общую и среднюю площадь, относительную долю площади (в %) от общей площади исследуемых районов;
- оценку степени фрагментации всех типов природных и квазиприродных территорий;

• сравнительную оценку исследованных районов по вышеназванным количественным характеристикам, а также по диапазонам занимаемых площадей рассматриваемых природных и квазиприродных участков.

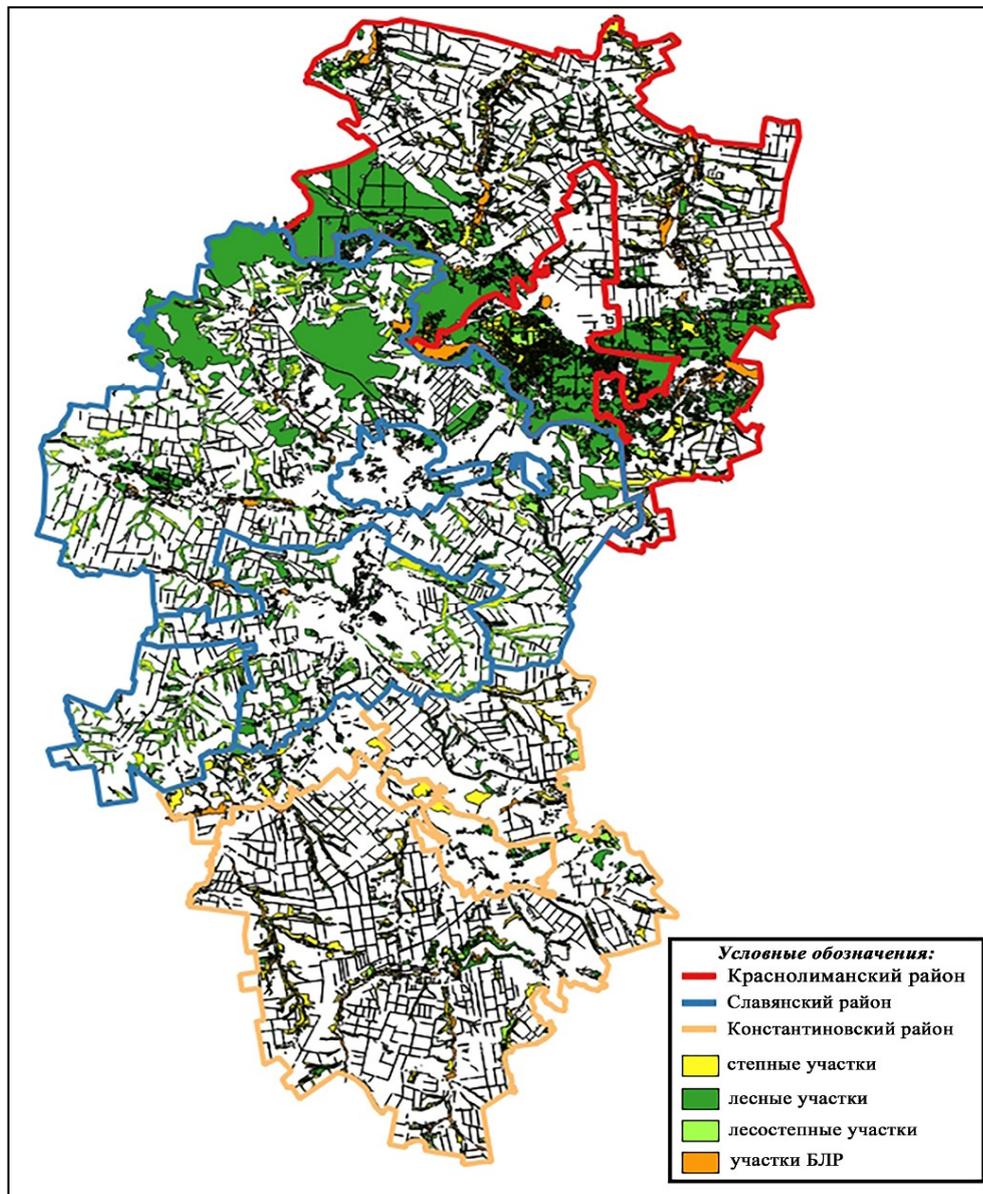


Рис. 1. Картосхема исследованных районов ДНР[‡]
Fig. 1. Cartography of the explored areas of the DPR

Объекты и методы исследования

В качестве основных элементов экологического каркаса исследуемых районов рассматриваются основные типы природных и квазиприродных территорий (далее природных участков), которые характерны для Донецкого региона:

– условно степные и квазистепные участки (далее степные), под которыми понимаются территории с преимущественно травяной растительностью (*grassland habitat*), не распашанные на данный момент, не имеющие селитебных, промышленных и других инфраструктурных элементов антропогенного ландшафта. На данном этапе исследования выделенные нами степные участки не дифференцировались на подтипы степей (степной растительности),

[‡] Границы муниципальных городов включены в общие границы рассматриваемых районов.



равно как и по их происхождению (природного или антропогенного), стадии восстановительной сукцессии (возрастные категории залежей и/или пастбищной дигрессии);

– лесопокрытые участки (далее лесные) – участки территории с преобладанием древесно-кустарниковой растительности, также независимо от их происхождения (природного или антропогенного), подтипа и класса растительной формации, размера, конфигурации, местонахождения;

– участки с болотно-луговой растительностью (БЛР) – участки территории с явно выраженной гидрофильной растительностью, главным образом тростниковые заросли, а также прилегающие к ним участки с луговой растительностью.

Кроме трех выше указанных типов растительности, нами был взят еще один, условно названный как «лесостепной». Под этим типом были приняты участки, которые сложно идентифицировать как «степные» или «лесные», поскольку в большинстве случаев они представлены территориями, покрытыми разреженной древесной и древесно-кустарниковой растительностью на фоне явного преобладания травяных сообществ.

Выбор трех выше названных административных районов ДНР продиктован тем, что они, располагаясь один за другим в направлении север – юг, отражают своего рода «географический срез» Донецкого региона от крайнего его севера (удаленная периферия) до центральной его части. В данном аспекте можно проследить, как меняется структура природного каркаса этой части Донецкого региона и в некоторой степени проверить, насколько она соответствует концепции «поляризованного ландшафта» по Б.Б. Родоману [2021], на примере конкретных территорий.

Аналізу пространственной структуры земной поверхности посвящено большое количество исследований [Turner, Gardner, 1991; Forman, Moore, 1992; Brown, Fagerholm, 2015; Waters, 2018; Самсонов, 2019; Grekousis, 2020; Колбовский, 2022; Hansen et al., 2022]. Многие из них касаются проблем охраны природы или конкретных природных объектов [Noss et al., 2013; Gibson, 2015; Velázquez et al., 2017; EcoServ-GIS ..., 2018; Ergüner et al., 2019]. Ряд источников посвящен вопросам сравнительной оценки визуального и автоматизированного дешифрирования ДЗЗ при решении картографических задач [Lowell, 1990; Nijhuis et al., 2011; Jiang, 2015; Forman, 2016].

В данном исследовании природный каркас выделялся на основе визуального дешифрирования космических снимков (мозаики снимков сверхвысокого пространственного разрешения из GoogleMap 2018–2019 года) с их векторизацией в программе QGIS 3.4.18 [QGIS Development Team, 2019]. В качестве дешифровочных признаков использовался цвет и текстура изображения анализируемых участков.

Показатели фрагментации выделенных природных участков определялись по методикам, широко распространенным в подобных исследованиях [Jaeger, 2000; Esswein, Schwarz von Raumer, 2006; Jaeger et al., 2011; Walz, 2011].

Результаты и их обсуждение

Значения количественных характеристик природных участков территории исследованных районов приведены в таблице.

Поскольку основным показателем природного каркаса территории являются площади составляющих его природных участков, то логично по этому же параметру давать сравнительную характеристику исследуемых районов. Диаграммы площадей каждого типа растительного покрова – природных и квазиприродных участков Краснолиманского, Славянского и Константиновского районов и их совокупности представлены на рис. 2. Сравнительный анализ по значениям занимаемых площадей показывает, что по площади степных участков Краснолиманский и Славянский районы практически равны между собой (7650,22 га и 7643,15 га, соответственно). Константиновский район в этом отношении несколько уступает им (6167,68 га).

По лесопокрытым территориям их площадь в Краснолиманском районе уже существенно превышает аналогичный показатель в Славянском районе (34064,18 га и 29549,05 га, соответственно), и значения этих двух районов в несколько раз (в 4,7 и 4 раза) превышают аналогичный показатель Константиновского района (7253,55 га).

Количественные характеристики природных и квазиприродных участков в Краснолиманском, Славянском и Константиновском районах ДНР и показатели их фрагментации
Quantitative characteristics of natural and quasi-natural sites in the Krasny Liman, Slavyansk, and Konstantinovka districts of the DPR and indicators of their fragmentation

Тип территории	Количественные показатели						
	N	S _{об} (га) / в % от площади АТП	S _{ср} (га)	C	m _{eff}	m _{eff} / S _{ср}	LDI
Краснолиманский район (121082,12 га)							
<i>Участки:</i>							
степные	949	7650,22 / 6,32	8,06	0,000028	3,36	0,42	0,0032
лесные	5338	34064,18 / 28,13	6,38	0,00152	183,85	28,81	–
БЛР	725	3778,97 / 3,12	5,21	0,000046	5,57	1,07	0,0022
лесостепные	926	3756,81 / 3,10	4,06	0,0000089	1,08	0,27	0,0035
<i>Все участки:</i>	7938	49250,18 / 40,68	6,20	–	–	–	–
Славянский район (169316,73 га)							
<i>Участки:</i>							
степные	405	7643,15 / 4,51	18,87	0,000018	3,06	0,16	0,0020
лесные	6728	29549,05 / 17,45	4,39	0,001260	213,43	48,60	0,0051
БЛР	541	1695,04 / 1,00	3,13	0,0000019	0,33	0,105	0,0022
лесостепные	175	2216,23 / 1,31	12,66	0,0000032	0,53	0,042	0,0012
<i>Все участки:</i>	7818	40855,84 / 24,13	5,23	–	–	–	–
Константиновский район (121028,86 га)							
<i>Участки:</i>							
степные	377	6167,68 / 5,1	16,36	0,000029	3,55	0,22	0,0021
лесные	3739	7253,55 / 6,0	1,94	0,000013	1,54	0,80	0,0074
БЛР	589	2158,78 / 1,78	3,67	0,000007	0,84	0,23	0,0029
лесостепные	66	1071,84 / 0,89	16,24	0,000003	0,36	0,02	0,0008
<i>Все участки:</i>	4771	16651,85 / 13,76	3,49	–	–	–	–

Условные обозначения: N – количество участков; S_{об} – общая площадь участков; S_{ср} – средняя площадь участков; C – когерентность; m_{eff} – эффективный размер ячейки; LDI – индекс изрезанности ландшафта.

Сравнение площадей участков БЛР по исследованным районам показывает опять-таки существенное их превышение у Краснолиманского района (3778,97 га) по сравнению с двумя остальными. В Константиновском районе площадь участков БЛР составляет всего 2158,78 га, а в Славянском районе еще меньше – 1695,04 га.

Значения площадей «лесостепных» участков укладываются на диаграмме практически в прямую наклонную линию их уменьшения в ряду Краснолиманский район – Славянский район – Константиновский район (3756,81 га – 2216,23 га – 1071,84 га) (см. рис. 2).

Картина значений всей совокупности природных участков очень близка к таковой по лесопокрытым территориям, что и ожидаемо, учитывая тот факт, что количество лесопокрытых участков составляет абсолютное большинство среди всей совокупности природных участков всех трех исследованных районов.

Тем не менее, можно констатировать, что по всем без исключения типам природных территорий как по их числу, так и по занимаемым ими площадям, явно лидирует Краснолиманский район. За ним с небольшим отрывом по этим показателям следует Славянский район. На последнем месте и большим отставанием по совокупности всех природных территорий находится Константиновский район. Лишь по количеству и площади участков с БЛР этот район превосходит Славянский, но, тем не менее, сильно уступает Краснолиманскому району.

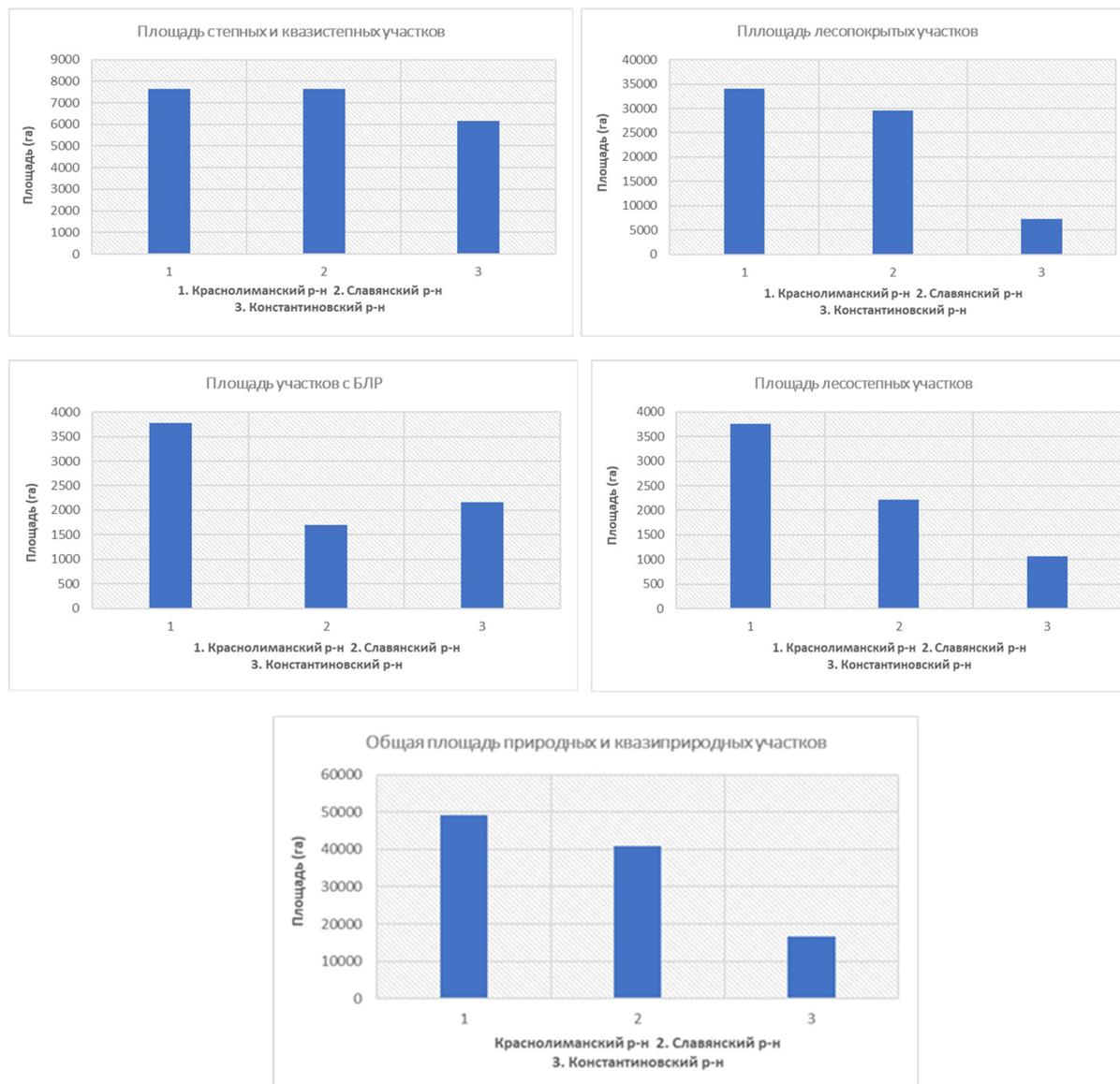


Рис. 2. Значения площадей (га) природных территорий Краснолиманского (1), Славянского (2) и Константиновского (3) районов

Fig. 2. Area values (ha) for the natural territories of the Krasny Liman district (1), the Slavyansk district (2), and the Konstantinovka district (3)

Еще более информативными являются значения по занимаемым площадям природных территорий в различном размерном их диапазоне. Это позволяет оценить, какие типы природных территорий и в каком количестве имеются в том или ином размерном классе в каждом из исследованных районов.

На рисунках 3, 4, 5 представлены диаграммы размерных классов (размерных диапазонов) по каждому типу природных территорий и их совокупности, соответственно в Краснолиманском, Славянском и Константиновском районах.

В Краснолиманском районе по всем типам природных территорий имеет место убывание количества природных участков в направлении увеличения диапазона их площади. Однако характер этого убывания в различных типах природных территорий разный. Так, например, по степным участкам в этом районе (см. рис. 3) убывание их количества в размерном ряду 0–1 га – 1–3 га – 3–10 га имеет вид почти что наклоненной вниз прямой линии, но уже следующий размерный диапазон (10–100 га) имеет почти что такое количество степных участков, как и предыдущий (170 и 173 соответственно).

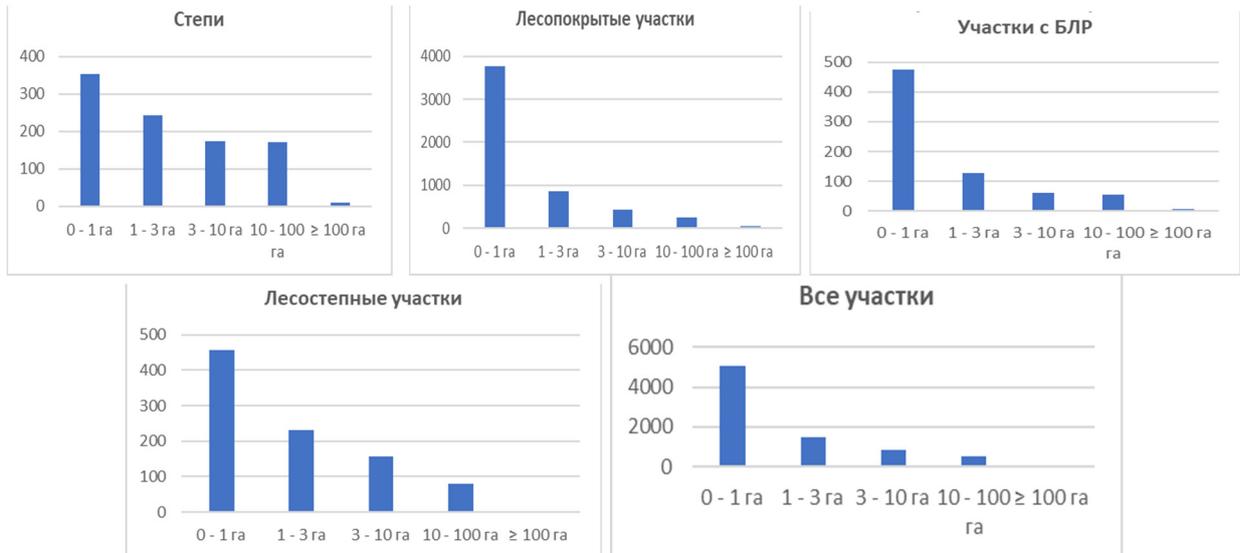


Рис. 3. Количественное распределение природных и квазиприродных участков Краснолиманского района по диапазону занимаемых площадей
Fig. 3. Quantitative distribution of natural and quasi-natural sites in the Krasny Liman district by the range of occupied areas

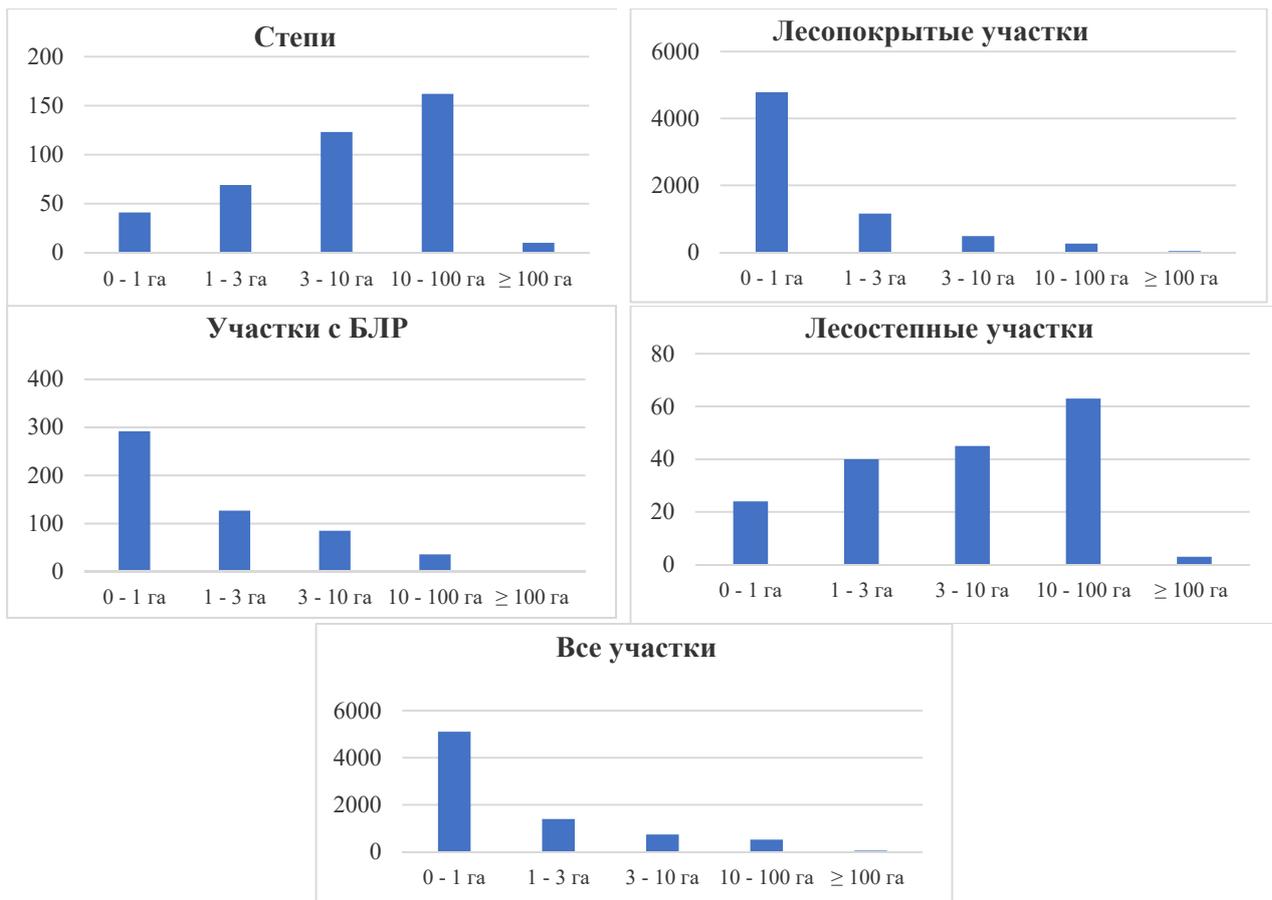


Рис. 4. Количественное распределение природных и квазиприродных участков Славянского района по диапазону занимаемых площадей
Fig. 4. Quantitative distribution of natural and quasi-natural sites in the Slavyansk district by the range of occupied areas

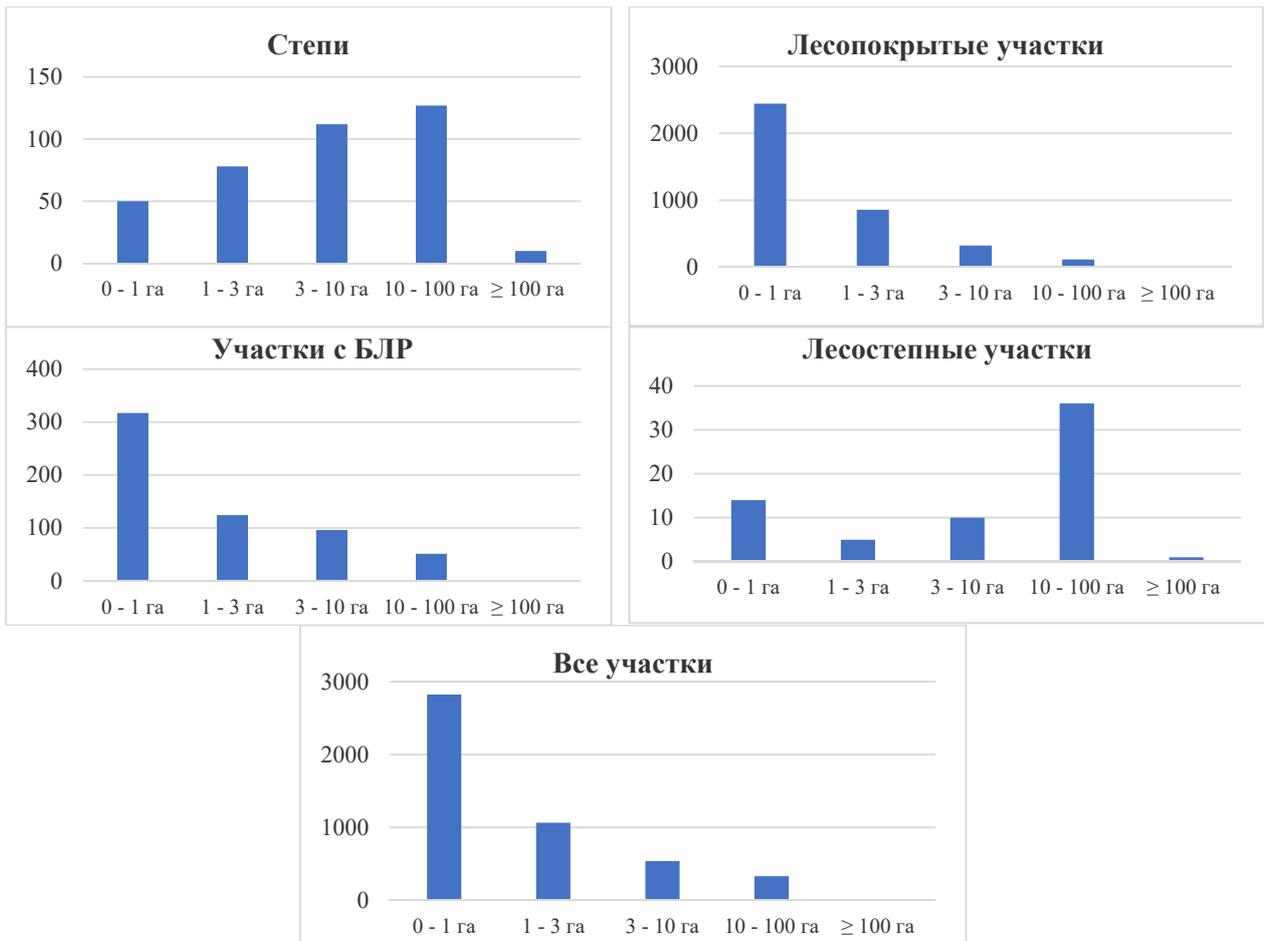


Рис. 5. Количественное распределение природных и квазиприродных участков Константиновского района по диапазону занимаемых площадей
 Fig. 5. Quantitative distribution of natural and quasi-natural sites in the Konstantinivka district by the range of occupied areas

Это говорит о том, что среди степных участков в Краснолиманском районе, при явном преобладании количества малоразмерных территорий, относительно велика доля средне-размерных участков. По остальным типам природных территорий наблюдается (за исключением «лесостепных» территорий) отрицательный экспоненциальный рост числа их участков с увеличением диапазона их площади. Для «лесостепных» территорий эта зависимость имеет скорее линейный характер. В целом в Краснолиманском районе наблюдается четкая тенденция уменьшения количества природных участков при увеличении диапазона их площади, только по степным и в меньшей степени по лесостепным участкам эта тенденция не так резко выражена, как у лесопокрытых территорий и участков с БЛР.

Совершенно иная картина в долевом распределении природных участков разного размерного диапазона наблюдается в Славянском районе (см. рис. 4). Здесь, напротив, количество степных участков почти что пропорционально растет с увеличением их размерного диапазона, и только на последнем размерном диапазоне (≥ 100 га) их число резко падает (до 10). Подобный, хотя и не такой резкий рост количества участков с увеличением их площади имеет место и для «лесостепных» территорий Славянского района. Для лесопокрытых участков и участков с БЛР в этом районе их относительное распределение по размерным диапазонам площадей имеет похожий вид, как и в Краснолиманском районе. Таким образом, можно заключить, что в пространственной структуре природных и квазиприродных территорий Славянского района относительная доля степных и «лесостепных»

(которые в своей основе являются степными по генезису) участков существенно выше, чем в Краснолиманском, поскольку среди них преобладают средне-размерные и крупно-размерные участки.

Похожая картина в количественном распределении природных территорий имеет место и в Константиновском районе. В нем также наблюдается прямолинейный рост числа степных участков с увеличением их размерного диапазона (см. рис. 5). Наибольшее количество степных участков в этом районе, так же как и в Славянском, имеет место в диапазоне площадей – 10–100 га (162 и 127, или 40 % и 33,7 % от их общего количества, соответственно). И затем резкое сокращение их числа в диапазоне ≥ 100 га. Что касается «лесостепных» участков Константиновского района, то характер их количественного распределения по диапазонам занимаемых площадей неоднороден. Наибольшее их количество также приходится на размерный диапазон 10–100 га (36 участков, или 54,5 % от общего их количества). Остальные два типа природных территорий – лесопокрываемые участки и участки с БЛР, как и вся совокупность всех природных территорий Константиновского района, показывают отрицательный экспоненциальный рост их количества в направлении увеличения диапазона их площадей.

В отношении показателей фрагментации природных территорий исследованных районов можно констатировать, что, за исключением лесопокрываемых территорий, они довольно высокие у всех типов природных территорий во всех трех районах (см. таблицу). Значения индексов фрагментации (C , m_{eff} , LDI) мало изменяются в зависимости от увеличения диапазонов площадей природных территорий. Однако обращает на себя внимание факт резкого уменьшения показателя отношения эффективного размера ячейки к средней площади размера природного участка данного типа территории (m_{eff} / S_{cp}) с увеличением ее размерного диапазона, что, собственно, закономерно, поскольку в каждом последующем размерном диапазоне их средние площади увеличиваются. Но в отношении *лесопокрываемых территорий* показатель m_{eff} / S_{cp} существенно больше 1,0 для Краснолиманского и Славянского районов (в таблице выделены полужирным шрифтом) для всех размерных диапазонов, кроме диапазона ≥ 100 га. Для всех остальных типов природных территорий, а также и для лесопокрываемых территорий Константиновского района данный показатель меньше 1,0. Это, на наш взгляд, говорит о неравномерном пространственном распределении лесопокрываемых территорий в Краснолиманском и Славянском районах. Действительно, если посмотреть на карту этих районов (см. рис. 1), то видно скопление крупных и относительно крупных лесных массивов на юге и западе Краснолиманского района и севере Славянского района, то есть вдоль физической их границы по руслу реки Северский Донец. Очевидно, что отношение m_{eff} / S_{cp} показывает пространственную неоднородность расположения того или иного типа природных территорий (в данном случае лесопокрываемых участков) на исследуемом пространстве (в данном случае в Краснолиманском и Славянском районах).

Таким образом, первичная инвентаризация природных и квазиприродных территорий Краснолиманского, Славянского и Константиновского районов показала существенную разницу в их количестве, занимаемой площади и пространственном распределении в этих административно-территориальных подразделениях (АТП) ДНР. По всем типам природных территорий по всем перечисленным количественным показателям явно лидирует Краснолиманский район. Славянский район несколько уступает Краснолиманскому. Константиновский район практически по всем показателям существенно уступает первым двум районам.

Среди четырех типов природных территорий в Краснолиманском и Славянском районах абсолютно преобладают лесопокрываемые территории (соответственно 28,13 % и 17,45 % от площади этих АТП). Напротив, в Константиновском районе лесопокрываемые территории по занимаемой общей площади лишь незначительно превышают степные участки (6,0 % и 5,1 % от площади района, соответственно). На втором месте по занимае-



мой площади во всех районах находятся степные территории. Доля «лесостепных» участков и участков с болотно-луговой растительностью существенно меньше, чем двух первых типов территорий.

Изменение количества природных участков в ряду увеличения диапазона занимаемой ими площади показывает отрицательный экспоненциальный рост или близкий к нему для лесопокрываемых территорий и участков с БЛР во всех исследованных АТП. Напротив, для степных и «лесостепных» участков наблюдается обратная тенденция увеличения их количества с увеличением их размерного диапазона в Славянском и в Константиновском районах. Это свидетельствует о том, что в двух последних районах существенна «степная компонента» в их ландшафтной структуре по сравнению с Краснолиманским районом.

Тем не менее, более полную картину о пространственной структуре природных и квазиприродных территорий в исследованных АТП могут дать показатели их фрагментации. В частности, отношение m_{eff} / S_{cp} для лесопокрываемых участков, имеющее значение в Краснолиманском и Славянском районах существенно больше единицы, свидетельствует о наличии в этих районах крупных и очень крупных лесных массивов, которые неравномерно распределены по их территории.

С точки зрения экосетевого характера природного каркаса исследованных АТП можно констатировать наличие крупных и очень крупных природных ядер, представленных главным образом лесопокрываемыми и в меньшей степени степными и «лесостепными» участками в Краснолиманском и Славянском районах. В Константиновском районе крупные природные ядра практически отсутствуют, за исключением небольшого числа степных участков.

Кроме того, характер пространственного распределения природных и квазиприродных участков в исследованных районах также отчасти подтверждает концепцию «поляризованного ландшафта» – увеличение количества и площади природных территорий в направлении «центр – периферия» (в данном случае от центральной части ДНР и ее столицы города Донецка – к дальней его периферии – Краснолиманскому району). Это в первую очередь связано с наличием в этой части региона крупнейшего природного ядра – реки Северский Донец, с самой крупной в регионе концентрацией лесных массивов, которые и образуют в совокупности с прилегающими природными участками крупнейшие ООПТ республики – национальный природный парк «Святые Горы» и природный государственный заповедник «Степь Донецкая» (его отделение «Меловая флора»).

Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Первичная инвентаризация природных и квазиприродных участков территории методом визуальной их идентификации на космоснимках позволяет достаточно достоверно оценивать структуру ее природного каркаса.

2. Сравнительный анализ состава природного каркаса части Донецкого региона в направлении север – юг (от дальней его периферии к центру) показал существенное различие в составе природных территорий трех исследуемых административных районов – Краснолиманского, Славянского и Константиновского, а именно: по всем типам природных территорий наблюдается тенденция уменьшения их совокупной площади в данном направлении, за исключением степных участков и участков с болотно-луговой растительностью. Особенно эта тенденция заметна для лесопокрываемых территорий. Этот факт отчасти подтверждает на конкретном примере концепцию «поляризованного ландшафта» в первую очередь в виде относительной доли (в %) природных и квазиприродных территорий в ряду трех выше названных районов – 40,7 : 24,1 : 13,7.

3. Анализ изменения количества природных участков в ряду увеличения диапазона занимаемой ими площади показал отрицательный экспоненциальный или близкий к нему

рост для лесопокрываемых территорий и участков с болотно-луговой растительностью во всех исследованных районах. Напротив, для степных и «лесостепных» участков наблюдается обратная тенденция увеличения их количества с увеличением их размерного диапазона в Славянском и в Константиновском районах. Это свидетельствует о том, что в двух последних районах существенна «степная компонента» в их ландшафтной структуре по сравнению с Краснолиманским районом.

4. Показатели фрагментации природных территорий дополняют оценку пространственной структуры природного каркаса региона. В частности, отношение m_{eff} / S_{cp} для лесопокрываемых участков, существенно превышающее единицу в Краснолиманском и Славянском районах, свидетельствует о наличии в этих районах крупных и очень крупных лесных массивов, которые неравномерно распределены по их территории.

5. С позиции экосетевого характера природного каркаса исследованных районов можно констатировать наличие крупных и очень крупных природных ядер, представленных главным образом лесопокрываемыми и в меньшей степени степными и «лесостепными» участками в Краснолиманском и Славянском районах. В Константиновском районе крупные природные ядра практически отсутствуют, за исключением небольшого числа степных участков.

Список источников

- Колбовский Е.Ю. 2022. Пространственный анализ в геоэкологии. М., МГУ, 820 с.
Самсонов Т.Е. 2019. Основы геоинформатики. М., Географический факультет МГУ, 543 с.
Explore the Worlds Protected Areas. Electronic resource. URL: <http://protectedplanet.net> (date of the application: 20.09.2021).
EcoServ-GIS v.3.3: A toolkit for mapping ecosystem services. 2018. A review of the tool's capabilities and possible applications. Scottish Natural Heritage.
QGIS Development Team. 2019. Electronic resource. URL: <https://qgis.org>. (date of the application: 20.09.2021).

Список литературы

- Блакберн А.А. 2022. Оценка экологического каркаса Донецкого региона на основе первичной инвентаризации его природных и квазиприродных территорий. Региональные геосистемы, 46(2): 267–283. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-2-267-283>.
Брагина Т.М. 2024. Развитие степной экологической сети Казахстана (2013–2023). В кн.: Степи Северной Евразии. Материалы X международного симпозиума, Оренбург, 27 мая – 02 июня 2024. Оренбург, Институт степи УрО РАН Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН: 205–209. <https://doi.org/10.24412/cl-37200-2024-205-209>.
Верхотуров А.А. 2020. Анализ изменений состояния экосистем на острове Атласова (Курильские острова). Вестник СГУГиТ, 25(3): 139–150. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2020-25-3-139-150>.
Гусев А.П., Шпилевская Н.С., Филончик Н.Н. 2021. Нормализованный дифференцированный вегетационный индекс охраняемых ландшафтов юга Беларуси. Вестник Воронежского Государственного Университета. Серия: География. Геоэкология, 2: 13–19. <https://doi.org/10.17308/geo.2021.2/3442>.
Давидович Ю.С., Яцухно В.М. 2024. Исследование и оценка фрагментации ландшафтов Беларуси с использованием методов дистанционного зондирования. В кн.: Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтоведения. Материалы I Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апреля 2024. Минск, БГУ: 81–87.
Захаров К.В. 2015. Оценка степени фрагментации местообитаний диких животных искусственными рубежами на примере Московского региона. Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический, 120 (2): 3–10.



- Зенгина Т.Ю., Пакина А.А., Муканова Н.Н. 2022. Геоинформационный анализ изменения показателей фрагментированности городских лесов Алматы. *ИнтерКарто. ИнтерГИС*, 28(1): 204–218. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-1-28-204-218>.
- Истомин С.А., Холоденко А.В. 2021. Изменение территориальной организации природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» с ростом антропогенной нагрузки в период с начала 2000-х годов до 2020 года. *Природные системы и ресурсы*, 11(3) 26–33. <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.4>.
- Мирзеханова З.Г., Климина Е.М. 2023. Сохранение ландшафтного разнообразия для региональной экологической политики: значимость и проблемы применения. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 1: 113–121. <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/1/113-121>.
- Родоман Б.Б. 2021. «Поляризованный ландшафт»: полвека спустя. *Известия Российской Академии Наук. Серия Географическая*, 85(3): 467–480. <https://doi.org/10.31857/S2587556621030122>.
- Савин И.Ю., Березуцкая Э.Р. 2024. Концепция наземного покрова (Land Cover) как основа дистанционного мониторинга земель. *Региональные геосистемы*, 48(1): 77–90. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2024-48-1-77-90>.
- Стишов М.С., Дадли Н. 2018. *Охраняемые природные территории Российской Федерации и их категории*. Москва, Всемирный фонд дикой природы (WWF), 248 с.
- Терехин Э.А. 2021. Особенности многолетней динамики вегетационного индекса залежных земель на территории Центрального Черноземья. *Региональные геосистемы*, 45(4): 505–515. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2021-45-4-505-515>.
- Brown Gr. Fagerholm N. 2015. Empirical PPGIS/PGIS Mapping of Ecosystem Services: A Review and Evaluation. *Ecosystem Services*, 13: 119–133. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007>
- Ergüner Y., Kumar J., Hoffman F.M., Dalfes H.N., Hargrove W.W. 2019. Mapping Ecoregions Under Climate Change: a Case Study from the Biological “Crossroads” of Three Continents. *Turkey. Landscape Ecology*, 34: 35–50. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0743-8>
- Esswein H., Schwarz von Raumer H.-G. 2006. Effektive Maschenweite und Unzerschnittene Verkehrsarme Räume über 100 km² als Umweltindikatoren für die BRD – GIS-Einsatz und vergleichende Analyse. In: *Angewandte Geoinformatik: Beiträge zum. Heidelberg, AGIT-Symposium Salzburg*, 18: 135–144.
- Forman R.T. 2016. Urban Ecology Principles: Are Urban Ecology and Natural Area Ecology Really Different? *Landscape Ecology*, 31: 1653–1662.
- Forman R.T.T., Moore P.N. 1992. Theoretical Foundations for Understanding Boundaries in Landscape Mosaics. Hansen A., di Castri F., eds. *Landscape boundaries*. New York, Springer, 236–258.
- Gibson J.J. 2015. *The Ecological approach to Visual Perception*. New York, NY. Psychology Press. Taylor & Francis: 347 p.
- Grekousis G. 2020. *Spatial Analysis Methods and Practice: Describe – Explore – Explain Through GIS*. New York, NY'Cambridge University Press, 518 p.
- Hansen M.C., Potapov P.V., Pickens A., Tyukavina A., Hernandez Sern A., Zalles V., Turubanova S., Kommareddy I., Stehman S.V., Song X-P. 2022. Global Land Use Extent and Dispersion within Natural Land Cover Using Landsat data. *Environmental Research Letters*, 17(3): 034050. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac46ec>
- Jabrayilov E.A. 2021. Ecological Network Model in Shahdagh National Park. *Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2: 61–69. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2021.2/3449>.
- Jaeger J. 2000. Landscape Division, Splitting Index, and Effective Mesh Size: New Measures of Landscape Fragmentation. *Landscape Ecology*, 15: 115–130.
- Jaeger et al., 2011; Jaeger J., Soukup T., Madriñán L.F. 2011. Landscape fragmentation in Europe. Joint EEA-FOEN report. EEA Report. 2. Veröffentlicht von der Europäischen Umweltagentur (EEA) und dem Schweizerischen Bundesamt für Umwelt (FOEN). Luxembourg, Publications Office of the European Union: 87 p.
- Jiang B. 2015. Geospatial Analysis Requires a Different way of Thinking: the Problem of Spatial Heterogeneity. *GeoJournal*, 80(1): 1–13.
- Lowell K.E. 1990. Differences Between Ecological Land Type Maps Produced Using GIS or Manual Cartographic Methods. *Photogrammetric. Engineering and Remote Sensing*, 56: 169–173.

- Nijhuis S., van Lammeren R.J. A., van der Hoeven F. 2011. Exploring the Visual Landscape: Advances in Physiognomic Landscape Research in the Netherlands. *Research in urbanism series*, 2. <https://doi.org/10.7480/rius.2>.
- Noss R.F., Cooperrider A., Schlickeise R. 2013. *Saving Nature's Legacy: Protecting And Restoring Biodiversity*. Island Press, 443 p.
- Turner M.G., Gardner R.H. 1991. *Quantitative Methods in Landscape Ecology*. New York, Springer, 536 p.
- Velázquez J., Gutiérrez J., Hernando A., García-Abril A. 2017. Evaluating Landscape Connectivity in Fragmented Habitats: Cantabrian Capercaillie (*Tetrao Urogallus Cantabricus*) in Northern Spain. *Forest Ecology and Management*, 389: 59–67.
- Walz U. 2011. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity. *Living Reviews in Landscape Research*, 5(3): 1–35.
- Waters N. 2018. Tobler's First Law of Geography. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg1011>.

References

- Blackburn A.A. 2022. The Assessment of Ecological Framework of the Donetsk Region Based on Primary Inventory of Its Natural and Quasi-Natural Territories. *Regional Geosystems*, 46(2): 267–283 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-2-267-283>.
- Bragina T.M. 2024. Development of the Steppe Ecological Network of Kazakhstan (2013–2023). In: *Steppes of Northern Eurasia. Proceedings of the X International Symposium, Orenburg, 27 May – 02 June 2024*. Orenburg, Publ. Institut stepi UrO RAN Orenburgskogo federalnogo issledovatel'skogo tsentra UrO RAN: 205–209 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/cl-37200-2024-205-209>.
- Verkhoturov A.A. 2020. Analysis of Changes in the State of Ecosystems on Atlasova Island (Kuril Islands). *Bulletin of the SSUGT*, 25(3): 139–150 (in Russian). <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2020-25-3-139-150>.
- Gusev A.P., Shpilevskaya N.S., Filonchik N.N. 2021. Normalized Difference Vegetation Index in Specially Protected Natural Areas of Southern Belarus. *Bulletin of the VSU. Series: Geography. Geoecology*, 2: 13–19 (in Russian). <https://doi.org/10.17308/geo.2021.2/3442>.
- Davidovich Y.S., Yatsukhno V.M. 2024. Research and Assessment of Fragmentation of Landscapes of Belarus Using Remote Sensing Methods. In: *Current Issues of Geoecology and Landscape Science. Proceedings of the First Belarusian Geographical Congress: dedicated to the 90th anniversary of the Faculty of Geography and Geoinformatics of the Belarusian State University and the 70th anniversary of the Belarusian Geographical Society, Minsk, 8–13 April 2024*. Minsk, Publ. BSU: 81–87 (in Russian).
- Zaharov K.V. 2015. Landscape Fragmentation in the Moscow Region. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series*, 120(2): 3–10 (in Russian).
- Zengina T.Y., Pakina A.A., Mukanova N.N. 2022. Geoinformation Analysis of Changes in Indicators of Almaty City's Forests Fragmentation. *InterCarto. InterGIS*, 28(1): 204–218 (in Russian). <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-1-28-204-218>.
- Istomin S.A., Kholodenko A.V. 2021. Changes in the Territorial Organization of the “Volga-Akhtuba Floodplain” Natural Park with an Increase in Anthropogenic Load in the Period from the Beginning of the 2000s to 2020. *Natural systems and resources*, 11(3): 26–33 (in Russian). <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.4>.
- Mirzekhanova Z.G., Klimina E.M. 2023. Conservation of Landscape Diversity for Regional Environmental Policy: the Importance and Application Problems. *Bulletin of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, 1: 113–121 (in Russian). <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/1/113-121>.
- Rodoman B.B. 2021. "Polarized Landscape": half a century later. *Regional Research of Russia*, 11 (3): 315–326 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S2079970521030102>.
- Savin I.Yu., Berezutskaya E.R. 2024. The Concept of Land Cover as a Basis for Remote Sensing Monitoring of Land. *Regional Geosystems*, 48(1): 77–90 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2024-48-1-77-90>.
- Stishov M.S., Dudley N. 2018. *Okhranyayemyye prirodnyye territorii Rossiyskoy Federatsii i ikh kategorii* [Protected Natural Territories of the Russian Federation and Their Categories]. Moscow, Publ. World Wildlife Fund (WWF), 248 p.



- Terekhin E.A. 2021. Long-Term Dynamics of the Vegetation Index for Abandoned Farmlands in the Central Chernozem Region of Russia. *Regional Geosystems*, 45(4): 505–515 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2021-45-4-505-515>.
- Brown Gr. Fagerholm N. 2015. Empirical PPGIS/PGIS Mapping of Ecosystem Services: A Review and Evaluation. *Ecosystem Services*, 13: 119–133. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007>
- Ergüner Y., Kumar J., Hoffman F.M., Dalfes H.N., Hargrove W.W. 2019. Mapping Ecoregions Under Climate Change: a Case Study from the Biological “Crossroads” of Three Continents. *Turkey. Landscape Ecology*, 34: 35–50. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0743-8>
- Esswein H., Schwarz von Raumer H.-G. 2006. Effektive Maschenweite und Unzerschnittene Verkehrsarme Räume über 100 km² als Umweltindikatoren für die BRD – GIS-Einsatz und vergleichende Analyse. In: *Angewandte Geoinformatik: Beiträge zum. Heidelberg, AGIT-Symposium Salzburg*, 18: 135–144.
- Forman R.T. 2016. Urban Ecology Principles: Are Urban Ecology and Natural Area Ecology Really Different? *Landscape Ecology*, 31: 1653–1662.
- Forman R.T.T., Moore P.N. 1992. Theoretical Foundations for Understanding Boundaries in Landscape Mosaics. Hansen A., di Castri F., eds. *Landscape boundaries*. New York, Springer, 236–258.
- Gibson J.J. 2015. *The Ecological approach to Visual Perception*. New York, NY. Psychology Press. Taylor & Francis: 347 p.
- Grekousis G. 2020. *Spatial Analysis Methods and Practice: Describe – Explore – Explain Through GIS*. New York, NY Cambridge University Press, 518 p.
- Hansen M.C., Potapov P.V., Pickens A., Tyukavina A., Hernandez Sern A., Zalles V., Turubanova S., Kommareddy I., Stehman S.V., Song X-P. 2022. Global Land Use Extent and Dispersion within Natural Land Cover Using Landsat data. *Environmental Research Letters*, 17(3): 034050. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac46ec>
- Jabrayilov E.A. 2021. Ecological Network Model in Shahdagh National Park. *Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2: 61–69. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2021.2/3449>.
- Jaeger J. 2000. Landscape Division, Splitting Index, and Effective Mesh Size: New Measures of Landscape Fragmentation. *Landscape Ecology*, 15: 115–130.
- Jaeger et al., 2011; Jaeger J., Soukup T., Madriñán L.F. 2011. Landscape fragmentation in Europe. Joint EEA-FOEN report. EEA Report. 2. Veröffentlicht von der Europäischen Umweltagentur (EEA) und dem Schweizerischen Bundesamt für Umwelt (FOEN). Luxembourg, Publications Office of the European Union: 87 p.
- Jiang B. 2015. Geospatial Analysis Requires a Different way of Thinking: the Problem of Spatial Heterogeneity. *GeoJournal*, 80(1): 1–13.
- Lowell K.E. 1990. Differences Between Ecological Land Type Maps Produced Using GIS or Manual Cartographic Methods. *Photogrammetric. Engineering and Remote Sensing*, 56: 169–173.
- Nijhuis S., van Lammeren R.J. A., van der Hoeven F. 2011. Exploring the Visual Landscape: Advances in Physiognomic Landscape Research in the Netherlands. *Research in urbanism series*, 2. <https://doi.org/10.7480/rius.2>.
- Noss R.F., Cooperrider A., Schlickeise R. 2013. *Saving Nature's Legacy: Protecting And Restoring Biodiversity*. Island Press, 443 p.
- Turner M.G., Gardner R.H. 1991. *Quantitative Methods in Landscape Ecology*. New York, Springer, 536 p.
- Velázquez J., Gutiérrez J., Hernando A., García-Abril A. 2017. Evaluating Landscape Connectivity in Fragmented Habitats: Cantabrian Capercaillie (*Tetrao Urogallus Cantabricus*) in Northern Spain. *Forest Ecology and Management*, 389: 59–67.
- Walz U. 2011. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity. *Living Reviews in Landscape Research*, 5(3): 1–35.
- Waters N. 2018. Tobler's First Law of Geography. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg1011>.

*Поступила в редакцию 21.01.2025;
поступила после рецензирования 20.02.2025;
принята к публикации 05.03.2025*

*Received January 21, 2025;
Revised February 20, 2025;
Accepted March 05, 2025*



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

Блакберн Андрей Альфредович, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела природной флоры и заповедного дела, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Andrey A. Blackburn, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Department of Natural Flora and Conservation, Federal State Budgetary Scientific Institution "Donetsk Botanical garden", Donetsk, Donetsk people's Republic, Russia