



УДК 502.7:581.526 (477.62)
DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-267-283

Оценка экологического каркаса Донецкого региона на основе первичной инвентаризации его природных и квазиприродных территорий

Блакберн А.А.

Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад»
Донецкая Народная Республика, 83059, г. Донецк, пр-т Ильича, 110
E-mail: blackburn.fox@mail.ru

Аннотация. С целью оценки экологического каркаса Донецкого региона была проведена первичная инвентаризация его природных и квазиприродных участков: условно степных (*grassland habitat*), лесопокрытых и участков с болотно-луговой растительностью. Оценивалось восемь административно-территориальных подразделений (АТП) региона – пять районов: Шахтерский, Амвросиевский, Старобешевский, Тельмановский, Новоазовский и три города: Донецк, Макеевка и Мариуполь. По всем трем типам участков были получены следующие количественные характеристики: их количество, общая и средняя площади, относительная площадь в АТП и показатели фрагментации. Был проведен сравнительный анализ исследованных АТП по данным характеристикам находящихся в них природных и квазиприродных участков, а также сравнительный их анализ по диапазонам занимаемых природными участками площадей, пространственному их распределению в виде дифференциации всего полигона исследования на квадраты (7×7 км²), различающихся по плотности концентрации площадей рассматриваемых типов природных территорий. Полученные результаты показывают, что исследованная часть Донецкого региона имеет в своем составе центральное мегадро регионального уровня и экологические коридоры регионального и субрегионального уровней проектируемой экологической сети.

Ключевые слова: Донецкий регион, степные, лесопокрытые и болотно-луговые участки, административно-территориальное подразделение, экологический каркас, экологическая сеть, инвентаризация природных территорий

Для цитирования: Блакберн А.А. 2022. Оценка экологического каркаса Донецкого региона на основе первичной инвентаризации его природных и квазиприродных территорий. Региональные геосистемы, 46(2): 267–283. DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-267-283

The Assessment of Ecological Framework of the Donetsk Region Based on Primary Inventory of Its Natural and Quasi-Natural Territories

Andrey A. Blackburn

State Institution "Donetsk Botanical Garden"
Donetsk People's Republic, 83059, Donetsk, Ilyich Avenue, 110
E-mail: blackburn.fox@mail.ru

Abstract. In order to optimize the ecological framework of the Donetsk region, a primary inventory of its natural and quasi-natural areas was carried out, representing three main types of its natural vegetation: conditionally steppe (*grassland habitats*), forested areas and those with marsh-meadow vegetation. The research area included eight administrative-territorial divisions (ATDs) of the region: five administrative districts – Shakhtersk, Amvrosievka, Starobeshevo, Telmanovo, Novoazovsk districts and three cities – Donetsk, Makeyevka and Mariupol. Quantitative characteristics of natural and quasi-natural sites in each



ATD were assessed: their number, total and average areas, relative area within the ATD. A comparative analysis of the studied ATDs focused on the range of sites occupied by natural areas and the relative share of steppe and forested areas. The analysis showed that according to the areas of both steppe and forested areas, the Shakhtersk district is the leading one, followed by the Amvrosievsky district. The proportion of steppe areas in the Telmanovo and Starobeshevo regions is relatively large. In the entire southern half of the research site forests are practically absent, forested areas being represented only by artificial forest belts along roads and fields. A comparative geographical analysis of the studied site was also carried out according to the differentiation of squares ($7 \times 7 \text{ km}^2$), differing by concentration density of the above-mentioned types of natural areas. The results obtained show that the studied part of the Donetsk region includes the central mega-core of the regional level – the Shakhtersk district and the northern part of the Amvrosievka district – the main watershed of the region, and the ecological corridors of the regional and subregional levels, namely the Kalmius and Gruzsky Elanchik rivers of the projected ecological network.

Keywords: Donetsk region, steppe, forested and marsh-meadow areas, administrative-territorial subdivision, ecological framework, ecological network, inventory of natural areas

For citation: 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. DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-267-283

Введение

Современная природоохранная парадигма предполагает сохранение всего биологического и ландшафтного разнообразия Земли, а также всех ее регионов и стран с целью обеспечения устойчивого сосуществования человеческого общества и окружающей его природной среды. На десятой встрече сторон-участников Международной Конвенции по биологическому разнообразию (в 2010 г.) было провозглашено, что к 2020 г. не менее 17 % площади суши и 10 % прибрежных морских вод планеты должны быть представлены природными и близкими к ним экосистемами. Стратегическая цель Конвенции – обеспечить к 2050 г. представленность не менее 50 % суши Земли такими экосистемами⁶. Основная роль в реализации этой стратегии принадлежит системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Однако в силу ряда причин, связанных с различиями в природном и социально-экономическом состоянии разных стран и регионов мира, полагаться только на функционирование системы ООПТ вряд ли возможно. Во многих странах и регионах нашей планеты имеет место существенный дефицит территорий и объектов, подходящих для включения их в состав ООПТ. Выход здесь возможен только в более широком охвате природоохранной политикой участков суши и водной поверхности с той или иной степенью антропогенной трансформации своей структуры и функциональных процессов, то есть полуприродных, или квазиприродных эко(гео)систем⁷ [Стишов, Дадли, 2018].

Донецкий регион, являясь одним из самых густонаселенных и урбанизированных регионов мира, как раз может быть примером территории с острым дефицитом участков с нетронутой или малозатронутой человеческой деятельностью природой. Несмотря на довольно густую сеть ООПТ в бывшей Донецкой области, на сегодняшний день ими охвачено только 3,47 % территории региона (в границах ДНР) [Стрябкова и др., 2021]. Причиной этому является высокий уровень антропогенной трансформации его ландшафтов и, как следствие, крайне высокая степень фрагментации его природных и квазиприродных территорий.

⁶ Explore the Worlds Protected Areas. Electronic resource. URL: <http://protectedplanet.net> (date of the application: 20.09.2021).

⁷ Черных Д.В. 2014. Особо охраняемые природные территории и основы территориальной охраны природы. Барнаул, Изд-во Алт. ун-та, 227 с.

Поэтому единственным, на наш взгляд, способом реализации природоохранной стратегии в Донецком регионе является применение экосетевого подхода в виде охвата природоохранными мероприятиями по возможности всех сохранившихся природных и квазиприродных участков территории региона с целью сохранения его ландшафтного и биологического разнообразия и оптимизации средоподдерживающих функций его структурных компонентов.

Экосетевой подход широко используется в оценке биологического и ландшафтного разнообразия территорий различных уровней пространственной организации. Начавшись с континентального и субконтинентального уровня [Bennett, 1991; Van Opstal, 2000; Bennett, Wit, 2001; Соболев, 2009], экосетевой подход распространился затем на региональный [Брылев, Рябинина, 2000; Паженков и др., 2005; Елизаров, 2008; Панченко, Дюкарев, 2010; Михно и др., 2018] и субрегиональный [Травлеев и др., 2005; Блэкберн, Синельщиков, 2006; Сидоренко, Юнина, 2018] уровни, а затем на местные и локальные уровни территориального подразделения [Блэкберн, 2013; Калманова, 2016].

Помимо количественной оценки состава природных и квазиприродных участков на территории Донецкого региона, для полного выяснения картины ландшафтного и биологического его разнообразия необходима также оценка взаимного пространственного их распределения относительно друг друга, а также географический анализ этого распределения. Кроме того, в условиях сложной мозаичной структуры природных и квазиприродных комплексов, обусловленной азональными особенностями своей ландшафтной структуры – относительно высокой лесистостью из-за влияния орографических и микроклиматических факторов холмисто-овражно-балочной структуры Донецкого кряжа с одной стороны, и также относительно высокой долей искусственных лесов и лесопосадок – с другой, представляет значительный интерес оценка характера взаимного пространственного влияния двух основных типов природных сообществ в регионе – степной и лесной растительности.

Вопросам взаимодействия степной и лесной растительности, или более широко – степей и лесов как биомных комплексов, посвящено немало научных исследований [Авдеев, 2008; Янтранова и др., 2008; Гришко, 2014; Золотарева, Золотарев, 2016; Малышева, 2018]. С точки зрения включения их как составляющих компонентов экологического каркаса в соответствующую региональную экологическую сеть актуальными являются вопросы как об их пространственном соотношении на уровне отдельных степных и лесопосаженных участков на территории региона, так и выявление наиболее значимых территориальных его подразделений, имеющих наибольшую плотность таких участков.

Целью данной работы является оценка пространственной структуры экологического каркаса Донецкого региона (в рамках Донецкой Народной Республики) в виде первичной инвентаризации природных и квазиприродных участков его территории как единого полигона.

Исходя из цели были поставлены следующие задачи:

- 1) получить количественную характеристику рассматриваемых типов природных и квазиприродных территорий, а именно, их число, общую и среднюю площадь, относительную долю площади (в %) от общей площади исследуемых административно-территориальных подразделений (АТП);
- 2) оценить степень фрагментации всех типов природных и квазиприродных территорий;
- 3) дать сравнительную оценку исследованным АТП по вышеназванным количественным характеристикам, а также по диапазонам занимаемых площадей рассматриваемых природных и квазиприродных участков;
- 4) провести сравнительный анализ изучаемых АТП по относительному распределению в них площадей двух основных типов природных территорий – степных и лесных



участков на основе сравнения концентрации их площадей, приходящихся на квадраты ($7 \times 7 \text{ км}^2$), на которые разбивалась вся территория каждого АТП;

5) получить общую пространственно-географическую характеристику всей исследуемой территории полигона и на основе этого выявить наиболее приоритетные ее участки с точки зрения формирования экологической сети региона.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются три основных типа природных и квазиприродных территорий (далее природных (участков) территорий), которые являются типичными для Донецкого региона:

– условно степные и квазистепные участки (далее степные), под которыми были приняты все участки, визуализированные как участки (территории) с преимущественно травяной растительностью (*grassland habitat*), не распаханые 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), равно как и по их происхождению (природного или антропогенного), стадии восстановительной сукцессии (возрастные категории залежей и/или пастбищной дегрессии);

– лесопокрываемые 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 указанных выше трех типов территорий, как сопутствующий был также взят и четвертый тип – приморские пляжи и косы с преимущественно псаммофитной растительностью. Всего несколько таких участков были нами выделены на побережье Азовского моря в Новоазовском районе.

Исследование проведено дифференцированно по восьми административно-территориальным подразделениям (АТП) Донецкой Народной Республики – пяти районам (с севера на юг): Шахтерском, Амвросиевском, Старобешевском, Тельмановском, Новоазовском и трем городам: Донецк, Макеевка и Мариуполь. Весь исследованный полигон составил примерно 90 % территории ДНР.

Методом визуального выделения и оконтуривания на космоснимках из открытого доступа выше названных типов участков, определяемых по цвету и текстуре изображения, был проведен анализ их пространственной структуры с помощью компьютерной программы QGIS 3.4.1⁸.

Показатели фрагментации выделенных природных участков определялись по методикам, широко распространенным в подобных исследованиях [Jaeger, 2000; Esswein et al., 2003; Schupp, 2005; Esswein, Schwarz von Raumer, 2006; Усова, 2007; Jaeger et al., 2007; Jaeger et al., 2011; Walz, 2011; Украинский, 2013; Биатов и др., 2014; Ключев, Аверин, 2014; Захаров, 2015].

Оценка пространственной сопряженности степных и лесных участков проводилась с помощью метода ординации квадратов ($7 \times 7 \text{ км}^2$), различающихся по соотношению в них площадей степной и лесопокрываемой растительности.

⁸ QGIS Development Team, 2019. Electronic resource. URL: <https://qgis.org>. (date of the application: 20.09.2021).

Результаты исследования и их обсуждение

Полигон исследованных АТП региона с их административными границами и выделенными природными участками и ООПТ представлен на рис. 1.

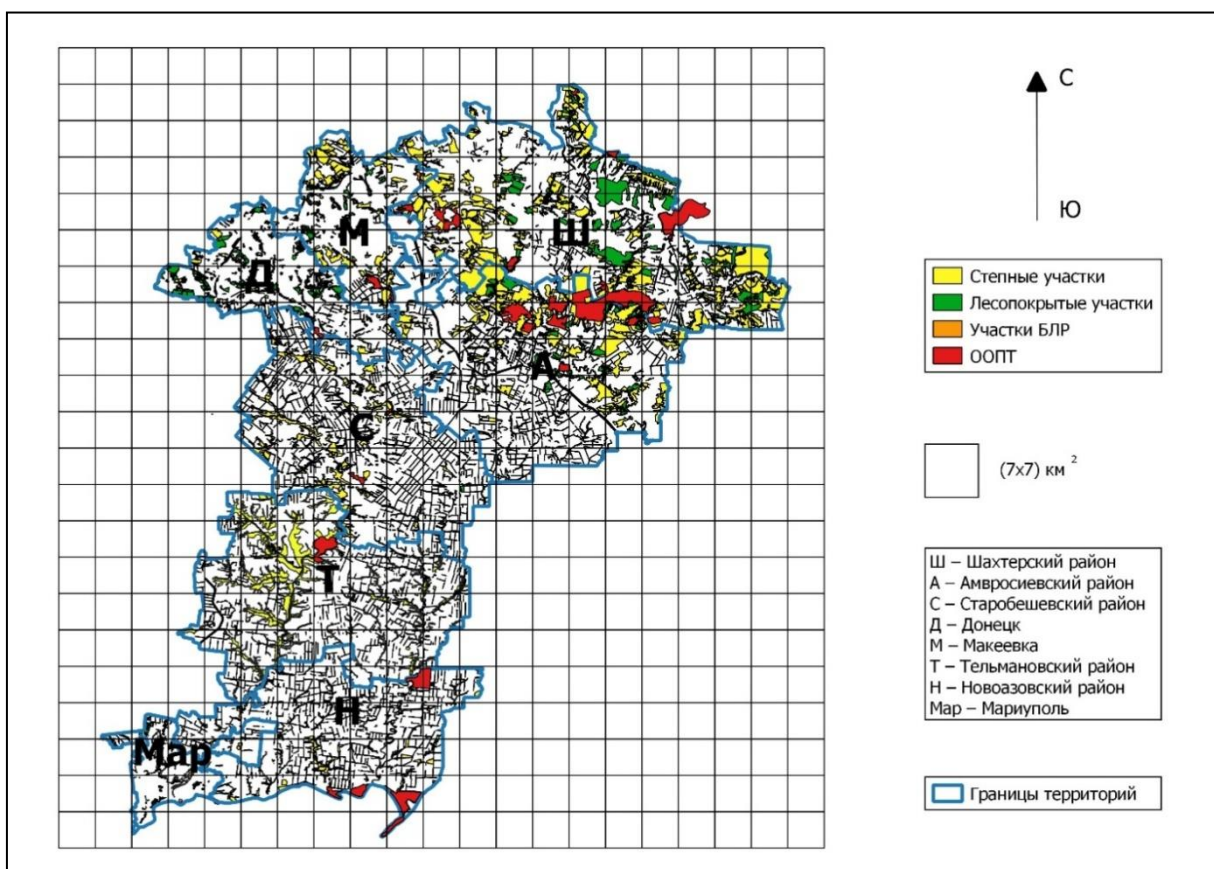


Рис. 1. Полигон исследованных АТП Донецкого региона
Fig. 1. Polygon of the investigated ATDs of the Donetsk region

Количественные характеристики и показатели фрагментации природных участков территории исследованных АТП приведены в табл. 1. По показателям фрагментированности видно, что все три типа природных территорий сильно фрагментированы во всех АТП. Наименее фрагментированы степные участки, наиболее – участки БЛР.

Из табл. видно, что нет четкой сопряженности между количеством степных участков в АТП и занимаемой ими общей площади. Наибольшее их количество выявлено в Тельмановском и Старобешевском районах. Напротив, по общей площади, равно как и по средней площади степных участков, выделяются Шахтерский и Амвросиевский районы. Очевидно, что большое количество степных участков при относительно небольшой их площади также свидетельствует о высокой степени их фрагментации в данных АТП.

Всего на всем полигоне исследованных АТП насчитывается 1392 степных участка общей площадью 97123,27 га, что составляет 12,13 % от площади всего полигона. Средняя площадь степного участка по полигону равна 69,8 га.

Так же, как и по степным участкам, по лесным участкам нет какой-либо сопряженности между их количеством и занимаемой площадью в АТП. По общей площади лесных участков на первом месте находится Шахтерский район. Почти в два раза ему уступает по этому показателю следующий за ним Амвросиевский район. Далее за ним и также уступающий ему в 1,7 раза по лесопокрытым площадям следует г. Донецк, занимающий в этом рейтинге третье место.



Еще больше о лесистости АТП говорит рейтинг средних площадей лесных участков и отношение общей площади лесопокрываемых площадей к площади АТП. Здесь также на первом месте находится Шахтерский район. В полтора раза ему уступает по средней площади лесного участка Амвросиевский район, а последнему примерно в полтора раза уступают г. Макеевка и Донецк, имеющие близкие по этому показателю значения.

Количественные характеристики природных участков в составе АТП
Донецкого региона и показатели их фрагментации
Quantitative characteristics of natural areas in the ATDs composition
of the Donetsk region and indicators of their fragmentation

Тип территории/ участки:	Количественные показатели						
	N	S _{об} (га) / в % от площади АТП	S _{ср} (га)	C	m _{eff}	m _{eff} / S _{ср}	LDI
Шахтерский район (167185,085 га)							
1) степные	227	34640,97 / 20,7	152,60	0,00082	136,81	0,90	0,0012
2) лесные	1307	23215,47 / 13,9	17,76	0,00047	78,63	4,43	0,0029
3) БЛР	56	192,94 / 0,12	3,45	–	0,0098	0,004	0,0008
Амвросиевский район (141823,68 га)							
1) степные	100	22385,24 / 15,8	223,85	0,0014	191,08	0,85	0,001
2) лесные	1048	12020,18 / 8,5	11,47	0,00008	10,75	0,94	0,004
3) БЛР	167	826,85 / 0,60	4,95	–	0,084	0,017	0,002
г. Донецк (55846,27 га)							
1) степные	51	1670,82 / 3,0	32,76	0,00006	3,29	0,10	0,0009
2) лесные	878	7046,12 / 12,6	8,03	0,00017	9,72	1,21	0,004
3) БЛР	142	277,12 / 0,50	1,95	–	0,032	0,016	0,002
г. Макеевка (50878,9 га)							
1) степные	77	6875,10 / 13,5	89,29	0,00075	37,91	0,43	0,0012
2) лесные	380	3249,57 / 6,4	8,55	0,00004	2,12	0,25	0,0035
3) БЛР	85	334,49 / 0,66	3,94	–	0,40	0,10	0,0013
Старобешевский район (125304,72 га)							
1) степные	338	9759,84 / 7,8	28,88	0,00009	10,93	0,38	0,0018
2) лесные	1828	3489,77 / 2,8	1,91	0,000015	0,19	0,10	0,0071
3) БЛР	271	1096,87 / 0,88	4,05	–	0,11	0,027	0,0024
Тельмановский район (133985,41 га)							
1) степные	342	15967,26 / 11,92	46,69	0,00045	61,09	1,31	0,002
2) лесные	1906	4234,90 / 3,16	2,22	0,000003	0,378	0,17	0,006
3) БЛР	318	879,52 / 0,66	2,77	–	0,065	0,024	0,003
Новоазовский район (99914,63 га)							
1) степные	233	5489,35 / 5,49	23,56	0,00013	13,16	0,56	0,002
2) лесные	1720	2108,33 / 2,11	1,23	0,000001	0,111	0,09	0,007
3) БЛР	263	671,78 / 0,67	2,55	–	0,043	0,017	0,003
4) приморские	6	1804,7 / 1,81	300,77	–	–	–	–
г. Мариуполь (25679,38 га)							
1) степные	24	334,69 / 1,3	13,95	0,00002	0,582	0,04	0,001
2) лесные	613	837,79 / 3,26	1,37	0,00002	0,519	0,38	0,007
3) БЛР	156	540,67 / 2,1	3,47	0,000014	0,359	0,104	0,003

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.

Напротив, районы, лежащие южнее линии Донецк – Макеевка – Амвросиевский район, имеют очень малые значения средних площадей своих лесных участков. Все это го-

ворит о крайне низкой лесистости этих АТП, что также подтверждает и отношение общей площади лесопокрытых площадей к площади АТП.

Всего на всем полигоне исследованных АТП насчитывается 9688 лесопокрытых участка общей площадью 56261,04 га, или 7,03 % от площади всего полигона. Средняя площадь лесопокрытого участка по полигону равна 5,81 га.

Характер распределения участков БЛР по полигону является почти полной противоположностью таковому по лесным участкам. Здесь лидерами как раз являются наименее лесистые АТП – Старобешевский, Новоазовский, Тельмановский районы, а аутсайдером, напротив, самый лесистый Шахтерский район. Особое положение в этом плане занимает Амвросиевский район, который по количеству и площади степных и лесных участков занимает второе место, а по количеству и занимаемым площадям БЛР находится примерно в середине по этим значениям в общем ряду исследованных АТП. Такое, противоположное лесопокрытому, распределение участков с БЛР, вероятно, объясняется характером рельефа территории полигона. В Шахтерском районе и на севере Амвросиевского района имеет место холмисто-грядчатая структура рельефа, типичная для всего Донецкого кряжа, где в поймах рек преобладают пойменные леса, а в овражно-балочных понижениях рельефа – байрачные леса. Напротив, в более южной и преимущественно равнинной остальной части региона поймы рек заняты в основном тростниковыми зарослями и луговыми сообществами.

Обращает внимание на себя и факт относительной высокой доли площади БЛР в городе Мариуполе. Здесь находится самая крупная во всем полигоне концентрация площадей БЛР – в нижнем течении рек Кальмиус и Кальчик и в месте впадения последнего в Кальмиус. Кроме того, если объединить г. Мариуполь с Новоазовским районом (что логически было бы верно, так как эти АТП представляют собой единый однородный ландшафт), то эта объединенная АТП заняла бы в полигоне первое место по количеству участков БЛР (416), общей их площади (1220,61 га) и относительной доли их площади к площади АТП (4,75 %).

Всего на территории полигона выделено 1458 участков БЛР общей площадью 4820,24 га, что составляет 0,60 % от площади полигона. Средняя площадь участка БЛР по полигону равна 3,31 га.

Что касается категории участков приморских пляжей и кос, то их было выделено всего шесть. Все они расположены в Новоазовском районе на побережье Азовского моря. Их общая площадь составляет 1804,7 га, средняя площадь – 300,8 га (самые крупные по данному показателю среди всех категорий природных территорий в полигоне), относительная доля – 1,81 % от площади Новоазовского района.

В совокупности по всем категориям природных территорий по количественным показателям в АТП картина их распределения следующая:

1) количество в АТП: Тельмановский район (2566) > Старобешевский район (2437) > Новоазовский район (2222) > Шахтерский район (1590) > Амвросиевский район (1315) > Донецк (1071) > Мариуполь (793) > Макеевка (550);

2) общая площадь (га): Шахтерский район (58049,38) > Амвросиевский район (35232,27) > Тельмановский район (21081,68) > Старобешевский район (14346,48) > Макеевка (10518,07) > Новоазовский район (10074,16) > Донецк (8994,06) > Мариуполь (1713,15);

3) средняя площадь (га): Шахтерский район (36,51) > Амвросиевский район (26,79) > Макеевка (19,12) > Донецк (8,40) > Тельмановский район (8,22) > Старобешевский район (5,89) > Новоазовский район (4,53) > Мариуполь (2,16);

4) отношение общей площади участков к площади АТП (в %): Шахтерский район (34,72) > Амвросиевский район (24,84) > Макеевка (20,67) > Донецк (16,11) > Тельмановский район (15,73) > Старобешевский район (11,45) > Новоазовский район (10,08) > Мариуполь (6,67).

Таким образом, видно, что по общим и средним площадям совокупности всех природных территорий, а также по их относительной доле в АТП на первом месте с большим отрывом от остальных АТП находится Шахтерский район. По общей площади природных территорий последовательный ряд АТП различается от одного к следующему в 1,4 – в 1,7 раза в сторону уменьшения этого показателя (кроме ряда Макеевка – Новоазовский район – Донецк, у которых общие площади природных территорий близки по своему значению). Последнее АТП – город Мариуполь – более чем в пять раз уступает по общей площади природных территорий предпоследнему АТП – городу Донецку.

Последовательные ряды АТП по уменьшению средней площади совокупности природных территорий и их относительной доли практически идентичны. Интересно, что города Макеевка и Донецк по этим значениям находятся в средней части рейтинга этих значений, оставляя после себя все южные АТП.

Всего на исследованном полигоне было выделено 12544 природных участка общей площадью 160009,25 га, что составляет 20,0 % от площади всего полигона. Средняя площадь природного участка по всей их совокупности равна 12,76 га.

Кроме абсолютных и относительных значений количественных параметров природных территорий интерес представляет и оценка их количественного распределения по диапазонам занимаемых площадей. Даная характеристика показывает характер количественного преобладания природных участков разного размерного ранга в каждом исследованном АТП. В свою очередь это также отражает и относительное положение каждого АТП в общей картине распределения природных территорий по всему исследованному полигону.

На рис. 2–4 показана относительная доля (в %) количества природных территорий трех основных типов – степных, лесных и участков БЛР в АТП определенных размерных диапазонов. Данные по Мариуполю вошли в состав данных по Новоазовскому району.

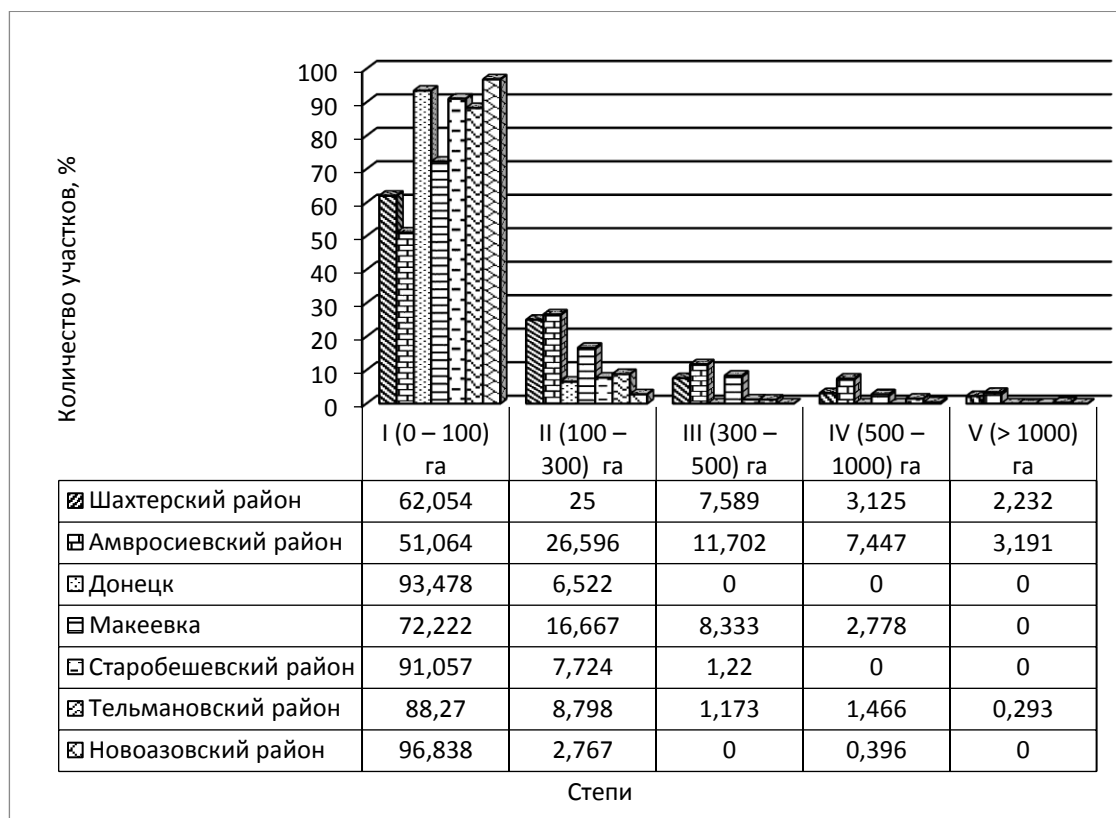


Рис. 2. Количественное распределение (в %) степных участков в АТП по диапазону занимаемых площадей

Fig. 2. Quantitative distribution (in%) of steppe sites in the ATD by the range of occupied areas

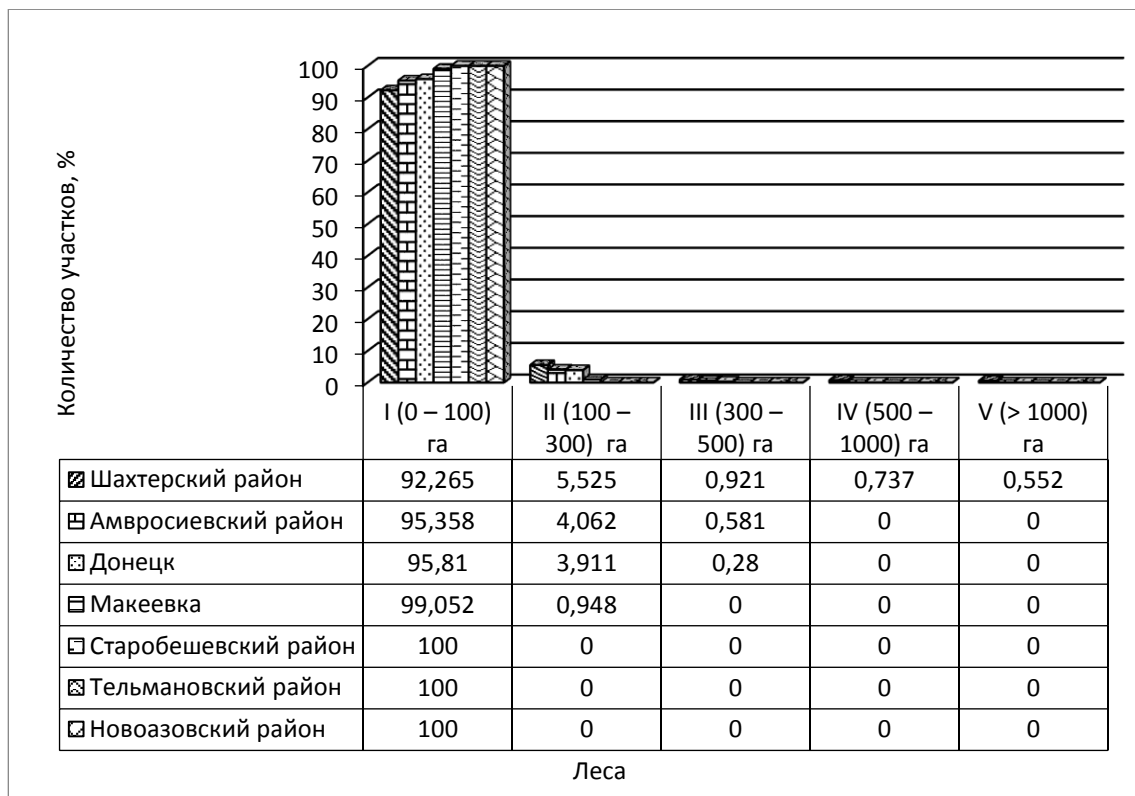


Рис. 3. Количественное распределение (в %) лесопокрытых участков в АТП по диапазону занимаемых площадей

Fig. 3. Quantitative distribution (in%) of forested sites in the ATD by the range of occupied areas

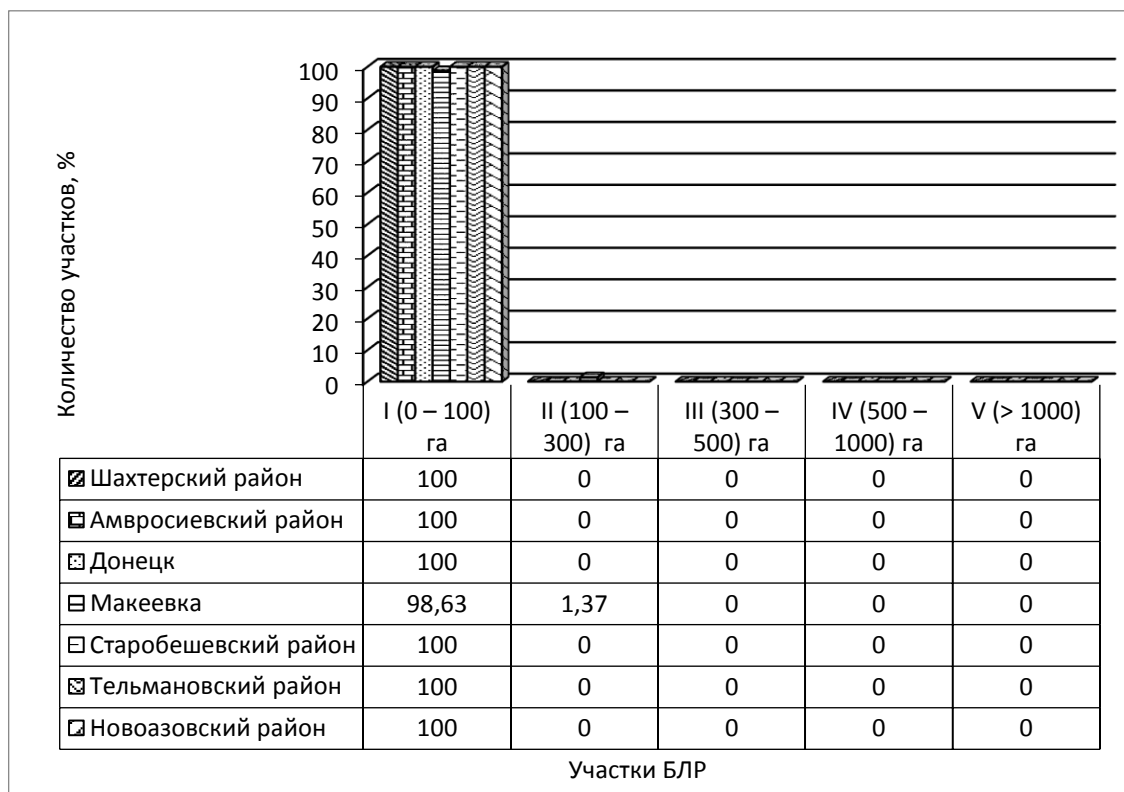


Рис. 4. Количественное распределение (в %) участков болотно-луговой растительности в АТП по диапазону занимаемых площадей

Fig. 4. Quantitative distribution (in %) of marsh-meadow vegetation sites in ATD by range of occupied areas

Как видно из рис. 2–4, по всем трем типам природных территорий абсолютное их большинство во всех без исключения АТП находится в первом размерном ранге – 0–100 га.

Практически все участки БЛР во всех АТП расположены в данном размерном ранге, за исключением одного участка в Макеевке, имеющего площадь 137,67 га. По лесным участкам лишь несколько из них находятся в следующем размерном ранге – 100–300 га (в Шахтерском, Амвросиевском районе и Донецке) и считанные единицы (менее 1 %) в следующем за ним размерном ранге – 300–500 га в Шахтерском и Амвросиевском районах. По степным участкам уже значительно больше участков крупных размеров имеются практически во всех АТП (кроме Донецка и Старобешевского района). Больше всего крупных степных участков находятся в Амвросиевском и Шахтерском районах.

Большой интерес в характеристике пространственной структуры природных территорий в отдельных АТП и по всему полигону в целом представляет картина соотношения двух основных типов природных территорий в регионе – степных и лесных участков, выраженная в соотношении их площадей по квадратам ($7 \times 7 \text{ км}^2$). Эта картина пространственного соотношения степных и лесных участков изображена на рис. 5 в виде диаграммы рассеивания квадратов по значениям площадей, расположенных на них степных и лесных участков. Данная картина показывает характер преобладания степных и лесных площадей в каждом квадрате и, соответственно, в каждом АТП в целом.

Из рис. 5 видно, что наибольший разброс площадей как степных, так и лесных участков наблюдается в Шахтерском районе. Но количество степных площадей в нем существенно превышает лесопокрытые. Тем не менее в Шахтерском районе довольно много квадратов с большими площадями как степных, так и лесных территорий. В Амвросиевском районе картина распределения степных и лесных площадей похожая, но уже резко снижается количество квадратов с крупными лесопокрытыми территориями. Это говорит о меньшей лесистости Амвросиевского района по сравнению с Шахтерским.

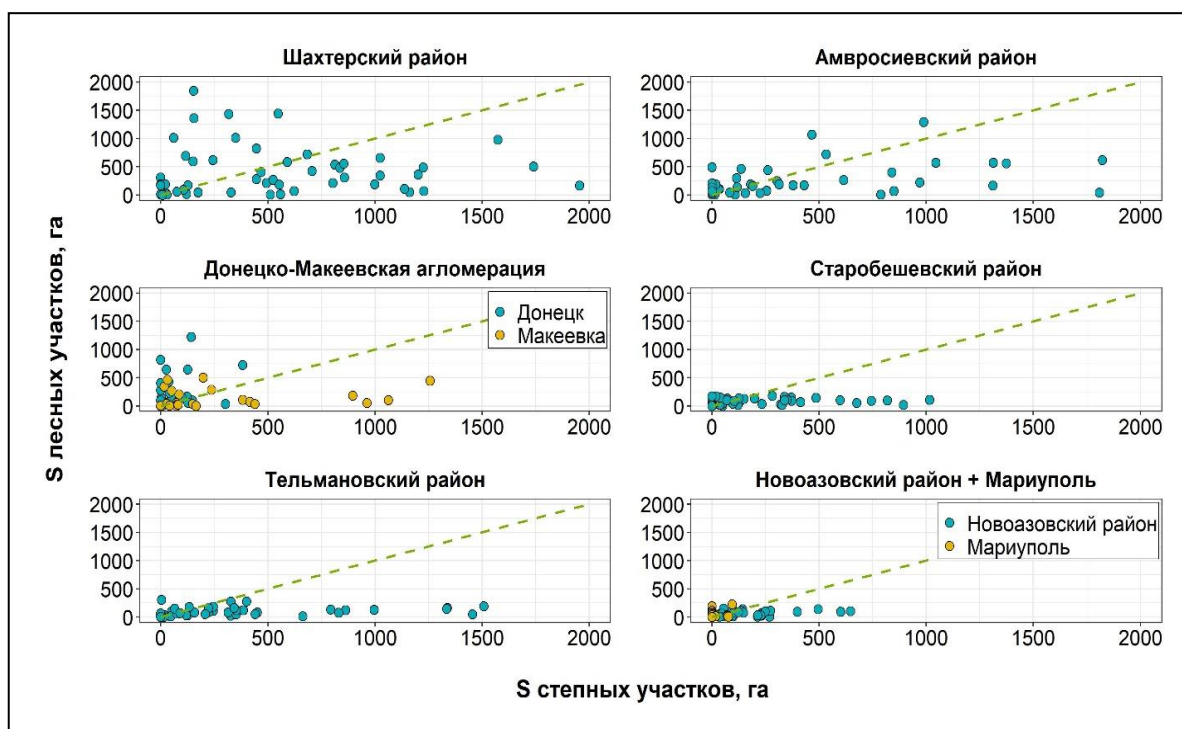


Рис. 5. Диаграммы рассеивания значений квадратов ($7 \times 7 \text{ км}^2$) по площадям степных и лесопокрытых участков АТП

Fig. 5. Scatterplots of the values of the squares ($7 \times 7 \text{ км}^2$) over the areas of the steppe and forested areas of the ATD

Совершенно иная картина распределения площадей степных и лесопокрытых территорий в Донецко-Макеевской агломерации (которая здесь из-за расположения в одном урбанокомплексе рассматривается как единое целое). Видно, что в Макеевке имеет место существенное преобладание степных площадей над лесопокрытыми, в то время как в Донецке, напротив, явное преобладание лесопокрытых площадей.

Остальные три АТП – Старобешевский, Тельмановский и Новоазовский (рассматриваемый здесь вместе с городом Мариуполем как единое целое) районы имеют сходную картину распределения в них степных и лесопокрытых территорий. Во всех этих АТП имеет место явное преобладание степных площадей. Причем степные участки, за исключением Тельмановского района, также незначительны по площади. Доля лесопокрытых территорий крайне низка. Почти все они представлены, главным образом, лесополосами вдоль дорог и полей. Иначе говоря, можно констатировать очень низкую лесистость этих АТП.

Заключительным этапом в сравнительной оценке АТП по наличию в них квазиприродных территорий является географический анализ пространственного размещения на их территории квадратов с различными диапазонами площадей всех рассмотренных типов природных участков и их совокупности, картограммы которых изображены на рис. 6.

По степным участкам квадраты с повышенной концентрацией их площадей расположены на большей части Шахтерского района (особенно в западной, восточной и юго-восточной его частях), на севере, северо-востоке и востоке Амвросиевского района, в южной и северной частях города Макеевка. В меньшей степени, но также достаточно много таких квадратов в Тельмановском и Старобешевском районах и в меньшей степени в Новоазовском районе – в основном вдоль русел рек Кальмиус и его притоках, Грузский Еланчик и других. Все это говорит о том, что в этих АТП пространственная структура степных участков имеет явно выраженный линейно-сетевой, или «коридорный» характер с точки зрения формирования экологической сети региона.

Квадраты с повышенной концентрацией площадей лесных участков также явно преобладают в центральной, северо-восточной и восточной частях Шахтерского района и на севере – северо-востоке и востоке Амвросиевского района, а также на большей части города Донецка и западной и северной частях Макеевки. Напротив, практически полностью отсутствуют такие квадраты в остальных АТП по причине крайне низкой их лесистости.

Картина распределения квадратов с различным распределением площадей БЛР в АТП имеет более равномерный вид. Почти все квадраты имеют самый низкий ранг диапазона площадей БЛР (0–100 га). Лишь несколько квадратов со следующим размерным рангом диапазона площадей (100–300 га) имеются в городе Мариуполе (в месте впадения Кальчика в Кальмиус и последнего в Азовское море). По одному-два таких квадратов имеются также на востоке Макеевки, на юге Амвросиевского и юго-востоке Старобешевского района.

По совокупности всех природных территорий квадраты с повышенной концентрацией их площадей (> 2000 га) в основном расположены на границе Шахтерского и Амвросиевского районов, а также в восточной части Шахтерского района. Квадраты с высокой плотностью площадей природных территорий занимают большую часть Шахтерского района, особенно на его западе, северо-западе и юго-востоке, а также в центральной и восточной частях Амвросиевского района. Также такие квадраты имеются на западе Донецка и в южной и северной частях Макеевки, а также в некоторых частях Тельмановского и Старобешевского районов, в местах, где расположена долина реки Кальмиус и его правых (западных) притоков.

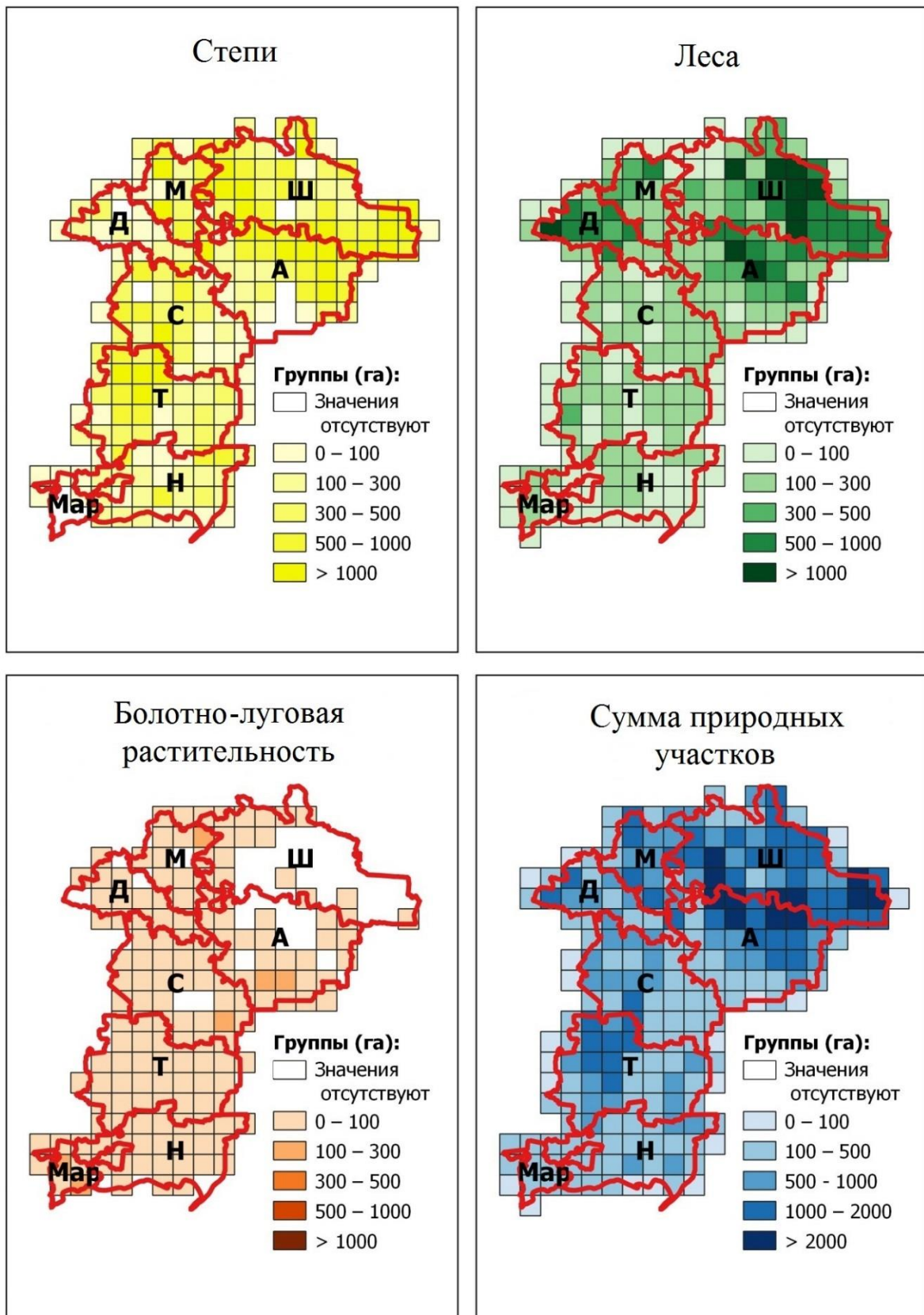


Рис. 6. Картограмма географического распределения квадратов в полигоне по концентрации в них природных территорий

Fig. 6. Cartogram of the geographical distribution of squares in the polygon by the concentration of natural areas in them

Заключение

Исходя из результатов исследований можно сделать следующие выводы:

1. В Донецком регионе имеется три основных типа природных территорий: квазистепные (условно степные), лесопокрытые (условно лесные) и участки с болотно-луговой растительностью (БЛР), которым соответствуют три типа растительности – травяная (*grassland habitat*), древесно-кустарниковая и болотно-луговая растительные сообщества.

2. Среди названных трех типов природных территорий абсолютно преобладают по занимаемой площади степные участки, относительная доля которых составляет 12,13 % от площади всех исследованных АТП. Исключение составляют только урбанизированные территории, где площадь лесопокрытых территорий существенно выше остальных. Относительная доля площади лесопокрытых участков и участков БЛР составляет, соответственно, 7,03 % и 0,60 % от площади АТП.

3. Среди исследованных АТП по величине как общей площади степных и лесных участков, так и по их относительной доле выделяется Шахтерский район. За ним по этим показателям следует Амвросиевский район. Относительно велика общая площадь степных участков в Тельмановском и Старобешевском районах.

4. Всего по совокупности всех типов природных территорий было выявлено 12544 квазиприродных участка общей площадью 160009,25 га, что составляет 20 % от всей площади полигона исследования. Средняя площадь квазиприродного участка равна 12,76 га.

5. С точки зрения формирования перспективной региональной экологической сети уже на данном этапе можно выделить основное ее мегаядро – на южных и юго-западных макросклонах Донецкого кряжа (почти весь Шахтерский район и северная и центральная части Амвросиевского района) – главный водораздел региона, то есть природное ядро регионального уровня, а в качестве экологических коридоров – экологический коридор регионального уровня – средняя часть долины Кальмиуса и его правых притоков (Старобешевский и особенно Тельмановский районы) и экологический коридор субрегионального уровня – долина реки Грузский Еланчик (включая заповедник «Хомутовская степь» как природное ядро регионального или субрегионального уровня).

Что касается остальных природных ядер и коридоров субрегионального и местного уровня, то вопрос их точного определения остается пока еще открытым и требует дальнейшего, более детального изучения.

Таким образом, в Донецком регионе имеется существенный ресурс природных и квазиприродных территорий, которые составляют его экологический каркас и обеспечивают средоподдерживающую функцию всей его территории. Необходимы дальнейшие исследования по выявлению наиболее ценных участков для внесения их в природно-заповедный фонд ДНР и разработке мероприятий по формированию официальной экологической сети Республики.

Список литературы

- Авдеев В.И. 2008. Этапы формирования степных ландшафтов в Евразии. 1. Общие аспекты проблемы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2 (18): 38–42.
- Биатов А.П., Украинский П.А., Нарожная А.Г. 2014. Сравнительный анализ фрагментированности ландшафтов Белгородской части бассейна Ворсклы и бассейна Мерлы (Харьковская область, Украина). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки, 3 (174): 157–165.
- Блакберн А.А. 2013. Структура районных схем экологической сети северной части Донецкой области. Людина та довкілля. Проблеми неоекології, 1–2: 51–56.
- Блакберн А.А., Синельщиков Р.Г. 2006. Концептуальные подходы к формированию региональной экологической сети (на примере Донецкой области). Науковий журнал «Заповідна справа в Україні», 12 (1): 3–10.



- Брылев В.А., Рябинина Н.О. 2000. Ландшафтно-экологический каркас Волгоградской области. Вопросы степеведения, 2: 119–124.
- Гришко С.В. 2014. Историко-географические этапы взаимодействия леса и степи. Геополитика и экогеодинамика регионов, 10 (1): 115–119.
- Елизаров А.В. 2008. Экологический каркас – стратегия степного природопользования XXI века. Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии, 17 (2 (24)): 289–317.
- 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.
- Золотарева Н.В., Золотарев М.П. 2016. Феномен облесения степных участков на Среднем Урале и его вероятные причины. Экология, 6: 414–425.
- Калманова В.Б. 2016. Экологический каркас урбанизированных территорий (на примере города Биробиджана). Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 18 (2–2): 385–388.
- Клюев В.Е., Аверин Г.В. 2014. Оценка фрагментации экологической сети Луганской области. Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе, 1–2: 84–90.
- Малышева Г.С. 2018. Взаимоотношения леса и степи на Приволжской возвышенности (в порядке дискуссии). Фиторазнообразие Восточной Европы, 12 (2): 170–188.
- Михно В.Б., Горбунов А.С., Быковская О.П., Бевс В.Н. 2018. Геосистемный подход к формированию стабилизирующей ландшафтно-экологической сети Центрального Черноземья. Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле», 28 (1): 64–76.
- Паженков А.С., Смелянский И.Э., Трофимова Т.А., Карякин И.В. 2005. Экологическая сеть Республики Башкортостан. Canadian International Development Agency, 191 с.
- Панченко Е.М., Дюкарев А.Г. 2010. Экологический каркас как природоохранная система региона. Вестник Томского государственного университета, 340: 216–221.
- Сидоренко М.В., Юнина В.П. 2018. Роль экологического каркаса в сохранении природных комплексов на примере Нижегородского Поволжья. Материалы международной конференции «Экологические проблемы бассейнов крупных рек», 6: 359–361.
- Соболев Н.А. 2009. Принципы и проблемы формирования экологических сетей в России. В кн.: Охрана природы и образование: на пути к устойчивому развитию. Новосибирск, ГЦРО: 7–10.
- Стишов М.С., Дадли Н. 2018. Охраняемые природные территории Российской Федерации и их категории. Москва, Всемирный фонд дикой природы (WWF), 248 с.
- Стрябова А.П., Молодан А.Г., Глухов А.З. 2021. Полифункциональность особо охраняемых природных территорий в антропогенно трансформированной среде. Промышленная ботаника, 21 (3): 66–72.
- Травлеев А.П., Белова Н.А., Боговин А.В., Дубина А.А. 2005. Байрачные леса бывшей порожистой части Днестра – составная часть экологической сети юга Украины. Экологія та ноосферологія, 16 (3–4): 75–94.
- Украинский П.А. 2013. Изучение фрагментации ландшафтов Белгородской части бассейна Ворсклы при помощи ГИС и ДДЗ. Материалы конференции «Экология. Экономика. Информатика». 8–13 сентября 2013, Ростов-на-Дону, Изд-во ЮФУ: 196–201.
- Усова И.П. 2007. Оценка фрагментации лесов с использованием ландшафтных индексов (на примере Восточно-Белорусской ландшафтной провинции). Материалы III Всероссийской школы-конференции. Петрозаводск, КарНЦ РАН: 250–253.
- Янтранова Н.В., Сымпилова Д.П., Корсунов В.М. 2008. Эколого-географический анализ контактной зоны тайги и степи Селенгинского среднегорья. География и природные ресурсы, 2: 179–181.
- Bennett G. (ed.) 1991. Towards a European Ecological Network, EECONET. Arnhem, Institute for European Environmental Policy, 75 p.
- Bennett G., Wit P. 2001. The development and applications of ecological networks. A review of proposals, plans and programs. Amsterdam, AIDEnvironment, 132 p.
- Esswein H., Jaeger J., Schwarz von Raumer H.-G. 2003. Der Grad der Landschaftszerschneidung als Indikator im Naturschutz: Unzerschnittene verkehrsarme (UZR) Räume oder effective Maschenweite. NNA-Berichte, 16 (2): 55–70.



- 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.
- Jaeger J. 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 15: 115–130. DOI: 10.1023/A:1008129329289.
- Jaeger J., Bertiller R., Schwick C. 2007. Degree of landscape fragmentation in Switzerland: Quantitative analysis 1885–2002 and implications for traffic planning and regional planning. Condensed Version. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel: 36 p.
- 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.
- Schupp D. 2005. Umweltindikator Landschaftszerschneidung – Ein zentrales Element zur Verknüpfung von Wissenschaft und Politik. *GAIA*, 14 (2): 101–106. DOI: 10.14512/gaia.14.2.8.
- Van Opstal A.J.F.M. 2000. The architecture of the Pan-European Ecological Network: Suggestions for Concept and Criteria. Wageningen, NL. IKCN. Rapport IKS Natuurbeheer nr., 37: 100 p.
- Walz U. 2011. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity. *Living Reviews in Landscape Research*, 5 (3): 1–35.

References

- Avdeyev V.I. 2008. Stages of steppe landscapes formation in Eurasia. General aspects of the problem. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2 (18): 38–42 (in Russian).
- Biatov A.P., Ukrainskij P.A., Narozhnjaja A.G. 2014. Comparative Analysis of Landscape Fragmentation in the Vorskla and the Merla River Basins (Kharkov Region, Ukraine). *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*, 3 (174): 157–165 (in Russian).
- Blackburn A.A. 2013. The structure of district schemes of the ecological network schemes north of Donetsk region. *Man and environment. Issues of neocology*, 1–2: 51–56 (in Russian).
- Blackburn A.A., Sinelshchikov R.G. 2006. Conceptual approaches to formation of regional ecological network (at example of Donetsk region). *Nature Reserves in Ukraine*, 12 (1): 3–10 (in Russian).
- Brylyov V.A., Ryabinina N.O. 2000. Landscape-ecological hackberry of the Volgograd oblast. *Questions of steppe science*, 2: 119–124 (in Russian).
- Grishko S.V. 2014. Historical and geographical stages of the interaction of the forest and the steppe. *Geopolitics and ecogeodynamics of the regions*, 10 (1): 115–119 (in Russian).
- Elyzarov A.V. 2008. Ecological skeleton – strategy steppe of nature usage of XXI century. *Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology*, 17 (2 (24)): 289–317 (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).
- Zolotareva N.V., Zolotarev M.P. 2016. The phenomenon of afforestation to steppe areas in the Middle Urals and its probable causes. *Ecology*, 6: 414–425 (in Russian).
- Kalmanova V.B. 2016. The ecological framework of the urbanized territories (on the example of Birobidzhan city). *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 18 (2–2): 385–388 (in Russian).
- Kluev V.E., Averin G.V. 2014. Evaluation the Fragmentation of Ecological Network of Luhansk Region. *System analysis and information technology in the sciences of nature and society*, 1–2: 84–90 (in Russian).
- Malysheva G.S. 2018. The relations between the forest and steppe at the Volga upland (as a matter of discussion). *Phytodiversity of Eastern Europe*, 12 (2): 170–188 (in Russian).
- Mikhno V.B., Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P., Bezv V.N. 2018. Geosystem approach to the formation of the stabilizing landscape-ecological network of Central Chernozem region. *Bulletin of Udmurt University. Series «Biology. Earth Sciences»*, 28 (1): 64–76 (in Russian).
- Pazhenkov A.S., Smelyansky I.E., Trofimova T.A., Karyakin I.V. 2005. Ecological Network (ECONET) of Bashkortostan Republic. *Canadian International Development Agency*, 191 p. (in Russian).
- Panchenko E.M., Dyukarev A.G. 2010. Ecological framework as the environmental system of the region. *Bulletin of Tomsk state university*, 340: 216–221 (in Russian).



- Sidorenko M.V., Yunina V.P. 2018. The role of the ecological framework in the preservation of the natural complexes on the example of Nizhny Novgorod region. Materials of the international conference «Ecological problems of large river pools», 6: 359–361 (in Russian).
- Sobolev N.A. 2009. Printsipy i problemy formirovaniya ekologicheskikh setey v Rossii [Principles and problems of formation of ecological networks in Russia]. In: Okhrana prirody i obrazovaniye: na puti k ustoychivomu razvitiyu [Environmental protection and education: on the way to sustainable development]. Novosibirsk, Publ. GtsRO: 7–10.
- Stishov M.S., Dudley N. 2018. Okhranyayemye prirodnyye territorii Rossiyskoy Federatsii i ikh kategorii [Protected natural areas of the Russian Federation and their categories]. Moscow, Publ. World Wildlife Fund (WWF), 248 p.
- Stryabkova A.P., Molodan A.G., Glukhov A.Z. 2021. Multifunctional use of special protected natural areas in anthropogenic transformed environment. Industrial Botany, 21 (3): 66–72 (in Russian).
- Travleyev A.P., Bilova N.A., Bogovin A.V., Dubina A.O. 2005. Valley Forests of the previous Dnipro River Rapids – as component of South Ukraine Ecological net. Ecology and Noospherology, 16 (3–4): 75–94. (in Russian)
- Ukrainskiy P.A. 2013. Izucheniye fragmentatsii landshaftov Belgorodskoy chasti basseyna Vorskly pri pomoshchi GIS i DDZ [Study of landscape fragmentation of the Belgorod part of the Vorskla basin using GIS and remote sensing data]. Materials of the conference “Ecology. Economy. Computer Science”. 8–13 September 2013, Rostov-on-Don, Publ. SFU: 196–201.
- Usova I.P. 2007. Assessment of forest fragmentation using landscape indices (for example, East-Belarusian landscape province). Materials of the III All-Russian School-Conference. Petrozavodsk, Publ. Kar.NC RAS: 250–253 (in Russian).
- Yantranova N.V., Sympilova D.P., Korsunov V.M. 2008. Ecologo-geographical analysis of the taiga-steppe contact zone in the Selenga medium-height mountains. Geography and natural resources, 2: 179–181 (in Russian).
- Bennett G. (ed.) 1991. Towards a European Ecological Network, EECONET. Arnhem, Institute for European Environmental Policy, 75 p.
- Bennett G., Wit P. 2001. The development and applications of ecological networks. A review of proposals, plans and programs. Amsterdam, AIDEnvironment, 132 p.
- Esswein H., Jaeger J., Schwarz von Raumer H.-G. 2003. Der Grad der Landschaftszerschneidung als Indikator im Naturschutz: Unzerschnittene verkehrsarme (UZR) Räume oder effective Maschenweite. NNA-Berichte, 16 (2): 55–70.
- 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.
- Jaeger J. 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. Landscape Ecology, 15: 115–130. DOI: 10.1023/A:1008129329289.
- Jaeger J., Bertiller R., Schwick C. 2007. Degree of landscape fragmentation in Switzerland: Quantitative analysis 1885–2002 and implications for traffic planning and regional planning. Condensed Version. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel: 36 p.
- 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.
- Schupp D. 2005. Umweltindikator Landschaftszerschneidung – Ein zentrales Element zur Verknüpfung von Wissenschaft und Politik. GAIA, 14 (2): 101–106. DOI: 10.14512/gaia.14.2.8.
- Van Opstal A.J.F.M. 2000. The architecture of the Pan-European Ecological Network: Suggestions for Concept and Criteria. Wageningen, NL. IKCN. Rapport IKS Natuurbeheer nr., 37: 100 p.
- Walz U. 2011. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity. Living Reviews in Landscape Research, 5 (3): 1–35.

*Поступила в редакцию 28.01.2022;
поступила после рецензирования 15.02.2022;
принята к публикации 09.03.2022*

*Received January 28, 2022;
Revised February 15, 2022;
Accepted March 9, 2022*



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, Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, Донецкая Народная Республика

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Andrey A. Blackburn, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Department of natural flora and conservation of the state institution "Donetsk Botanical garden", Donetsk, Donetsk people's Republic