

УДК 581.93+581.524.34

DOI 10.29039/2413-1725-2025-11-4-109-119

СПЕКТР ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПОРОДНОГО ОТВАЛА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ ИХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Достовалова Д. А.¹, Глухов А. З.¹, Подгородецкий Н. С.²

¹*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донецкий ботанический сад», Донецк, ДНР, Российская Федерация*

²*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», Донецк, ДНР, Российская Федерация*

E-mail: dasha.dostovalova1997@mail.ru

В работе изучены спектры жизненных форм древесных растений четырех озелененных породных отвалов по Раункиеру, Серебрякову и Эйтингену с точки зрения индикации антропогенной трансформации преобладающих экотопов.

В качестве модельных объектов рассмотрены четыре озелененных породных отвала Донецкой Народной Республики (ДНР): шахты бывшей 6/14 (г. Макеевка), шахты 5/6 имени Димитрова, шахты Запорева (г. Донецк) и шахты № 9 Капитальная (г. Донецк).

Наблюдается смещение биоморфологических спектров, которое рассматривается как показатель антропогенной трансформации древесной растительности. Об этом свидетельствуют системные по всем исследованным отвалам гипогенезия и поражения побега, листа, неправильное развитие кроны, увеличение доли деревьев I величины.

Ключевые слова: спектр жизненных форм, древесное растение, антропогенная трансформация.

ВВЕДЕНИЕ

Породные отвалы являются ключевыми элементами, осуществляющими вклад в загрязнение всех компонентов окружающей среды (почву, подземные и поверхностные воды, биоту, и, в первую очередь, атмосферный воздух). Данная проблема является актуальной как для Донецкой Народной Республики (ДНР), где количество отвалов зашкаливает, так и во многих областях Российской Федерации, а также в других зарубежных странах – Япония, Германия, США, Чехия и т.д.

На 2025 год на территории ДНР официально насчитывается 798 шахтных породных отвалов, из них 7 % составляют действующие горящие отвалы, 24 % – потухшие и не горящие отвалы, 15 % – озелененные отвалы и 54 % – самозаросшие. Большинство из которых размещены в непосредственной близости от жилых домов, зон рекреации и культурных заведений городов [1].

На территории Луганской Народной Республики находятся около 556 отвалов, 90 отвалов из которых являются действующими горящими и ежегодно

выбрасывают в атмосферу более 500 тыс. т газо- и пылеобразных загрязнителей. Породные отвалы составляют в общей сложности 49 тыс. га, а объем складированной породы достигает 69 млн. м³ [2].

На территории Республики Крым практически 4881 га их земель являются антропогенно видоизмененными, 1516 га из которых подлежит необходимой рекультивации [3].

В то же время на территории Ростовской области размещены 452 породных отвала, в Тульской области – 168 отвалов, на территории Подмосковного угольного бассейна около 150 шахтных породных отвалов. Несколько сотен отвалов еще размещены в пределах Кузнецкого угольного бассейна, Кизеловского, Челябинского, Печорского, Южноуральского буроугольных бассейнов.

Наиболее оптимальным способом снижения экологической нагрузки отвалов на окружающую среду ввиду экономической доступности, экологической безопасности и эффективности является способ их биологической рекультивации [4–8].

Жизненная форма растений (далее – ЖФ) формируется у растения внешними факторами и условиями среды, в которой оно произрастает и характеризуется видоизменением надземных и подземных органов [9–11].

Изменение соотношения ЖФ в сообществах хорошо прослеживается на градиентах среды [13]. Наиболее значительны эти изменения наравне с влиянием параметров микроклимата среды [12–15] или высоты местности [14]. Как отмечает J. Loidi с соавт. [19–21], анализ состава сообществ учитывает такие важные составляющие элементы как ярусы и большие группы ЖФ, что имеет большую информативность чем флористический состав.

Целью исследования является изучение спектров жизненных форм древесных растений четырех озелененных породных отвалов по Раункиеру, Серебрякову и Эйтингену как индикатора степени антропогенной трансформации преобладающих экотопов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследований использовались обзорный, аналитический, расчетный и моделирующий методы.

В качестве модельных рассмотрены четыре озелененных породных отвала Донецкой Народной Республики (ДНР): шахты бывшей 6/14 (г. Макеевка), шахты 5/6 имени Димитрова, шахты Заперевальная (г. Донецк) и шахты № 9 Капитальная (г. Донецк) (рис. 1). Данные об отвалах получены авторами от Министерства угля и энергетики Донецкой народной Республики и приведены в табл. 1.

В 1977–1979 гг. учеными Донецкого ботанического сада была выполнена рекультивация исследованных отвалов. В настоящее время развитие сообществ растений достигло формирования стойких экосистем нескольких видов. Испытания новых видов и попытки интродукции привели к приближению видового состава к декоративным растениям [22, 24].

Спектр жизненных форм растений отвалов исследовали по К. Раункиеру [24], И. Г. Серебрякову [9], Г. Р. Эйтингену [25]. Патологические явления среди

древесных растений выявляли согласно методике диагностики учебного пособия по лесной фитопатологии [27].

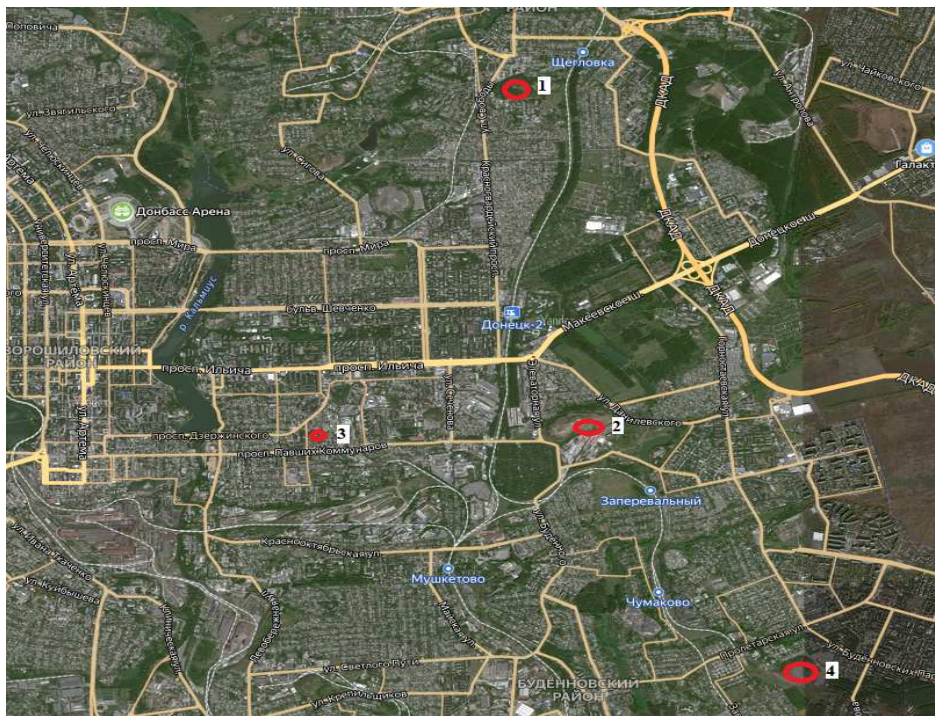


Рис. 1. Картограмма размещения объектов исследований: 1 – отвал бывшей шахты 6/14; 2 – отвал шахты Запореваляная; 3 – отвал шахты 5/6 им. Димитрова; 4 – отвал шахты № 9 Капитальная.

Таблица 1

Данные об исследуемых породных отвалах

Отвал	Возраст, лет	Состояние породы	Стадия формирования как техногенного экотопа
шахты бывшей 6/14	47	окаменевшая, перегоревшая, почвенный субстрат	окисления, массового поселения растений
шахты 5/6 имени Димитрова	59	почвенный субстрат	массового поселения растений
шахты Запореваляная	62	почвенный субстрат	окисления, массового поселения растений
шахты № 9 Капитальная	62	окаменевшая, перегоревшая, почвенный субстрат	массового поселения растений

Латинские названия видов растений указаны в соответствии с Международным кодексом ботанической номенклатуры (Венским кодексом) [28].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже приведен перечень основных экотопов древесных растений исследованных породных отвалов, описанных ранее. На отвале шахты 6/14 преобладают 11 видов древесных растений, отвал шахты 5/6 им. Димитрова: 17 видов древесных растений, отвал шахты Заперевальная: 8 видов, отвал шахты № 9 Капитальная: 10 видов (табл. 2).

Таблица 2

Перечень основных экотопов древесных растений исследованных породных отвалов

Отвал шахты 6/14	Отвал шахты 5/6 имени Димитрова	Отвал шахты Заперевальная	Отвал шахты № 9 Капитальная
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Acer platanoides</i> L. <i>Acer tataricum</i> L. <i>Prunus armeniaca</i> L. <i>Juglans regia</i> L. <i>Sorbus intermedia</i> Ehrh. <i>Populus balsamifera</i> L. <i>Quercus rubra</i> L. <i>Betula pendula</i> Roth. <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh. <i>Ulmus pumila</i> L.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Acer tataricum</i> L. <i>Ulmus pumila</i> L. <i>Betula pendula</i> Roth. <i>Acer negundo</i> L. <i>Quercus rubra</i> L. <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh. <i>Prunus armeniaca</i> L. <i>Sorbus intermedia</i> Ehrh. <i>Quercus robur</i> L. <i>Prunus avium</i> L. <i>Malus sylvestris</i> L. <i>Juglans regia</i> L. <i>Populus balsamifera</i> L. <i>Rhus typhina</i> L. <i>Prunus mahaleb</i> L. <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Acer platanoides</i> L. <i>Acer tataricum</i> L. <i>Prunus armeniaca</i> L. <i>Juglans regia</i> L. <i>Acer negundo</i> L. <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall. <i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Acer platanoides</i> L. <i>Acer negundo</i> L. <i>Populus balsamifera</i> L. <i>Prunus armeniaca</i> L. <i>Prunus avium</i> L. <i>Juglans regia</i> L. <i>Quercus robur</i> L. <i>Ulmus pumila</i> L. <i>Malus sylvestris</i> L.

Спектр жизненных форм древесных растений (по К. Раункиеру) показал, что на отвале шахты 6/14 72 % от числа выявленных видов растений приходится на мезофанерофиты (8 видов) и микрофанерофиты представлены 28 % (3 вида) (рис. 2).

На отвале шахты 5/6 58 % мезофанерофитов (10 видов) и 42 % микрофанерофитов (7 видов). На отвале шахты Заперевальная 50 % мезофанерофитов (4 вида) и 50 % микрофанерофитов (4 вида). На отвале шахты № 9 Капитальная 60 % мезофанерофитов (6 видов) и 40 % микрофанерофитов (4 вида).

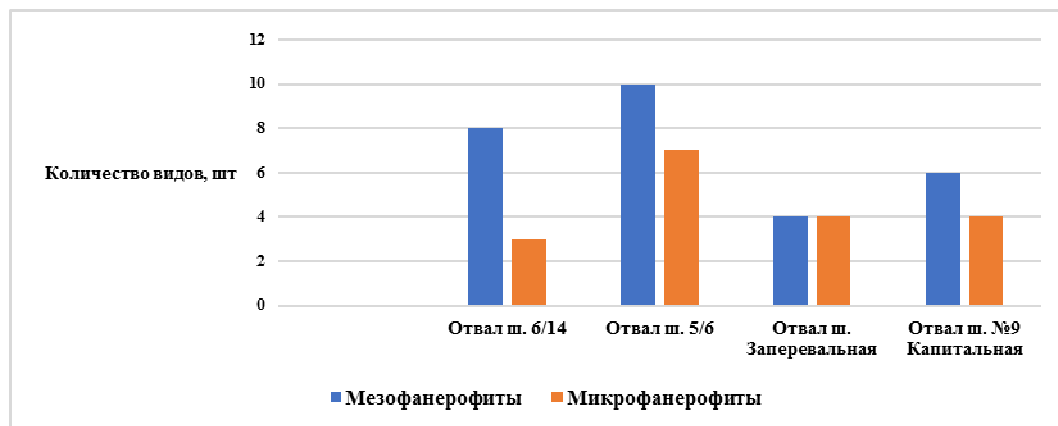


Рис. 2. Спектр жизненных форм древесных растений отвалов по К. Раункиеру.

Жизненные формы древесных растений также были исследованы по классификации И. Г. Серебрякова [10]. На исследуемых отвалах в наличии были деревья I величины, характеризующиеся высотой от 25 м (*Betula pendula*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Quercus robur*, *Juglans regia*, *Populus balsamifera*). Деревья III величины (высотой до 15 м) представлены 5 видами (*Ulmus pumila*, *Prunus armeniaca*, *Malus sylvestris*, *Prunus mahaleb*, *Prunus cerasifera*). Реже встречаются деревья II величины (высотой от 10 до 25 м) – (*Acer negundo*, *Sorbus intermedia*, *Prunus avium*) (рис. 3).

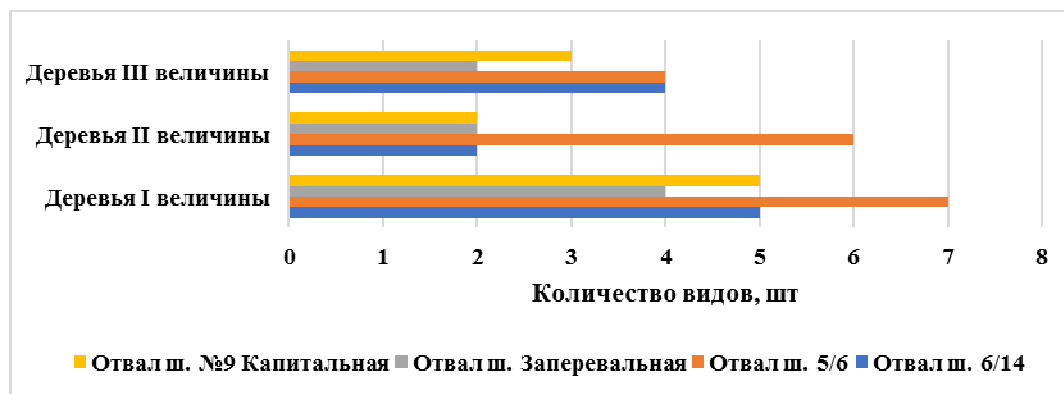


Рис. 3. Спектр жизненных форм древесных растений отвалов по И. Г. Серебрякову.

Согласно классификации Г. Р. Эйтингена [25] по требовательности растений к освещенности, в древостое преобладают теневыносливые растения – 70 % от общего числа видов. Группы полутеневыносливых и светолюбивых растений представлены 30 % от общего количества. Патологические явления, выявленные на отвалах, характеризуется наличием некроза, хлороза листьев, а также наличием галлов насекомых (рис. 4). На всех отвалах отмечается увеличение доли деревьев I величины и смещение биоморфологического спектра.

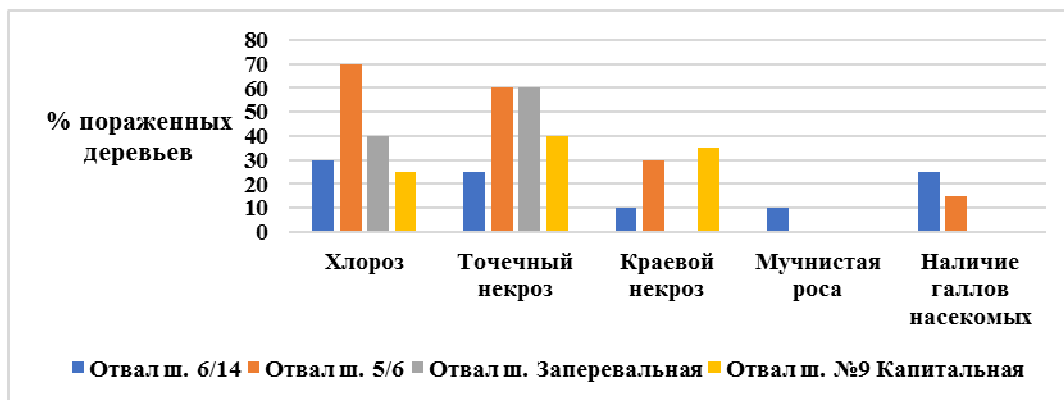


Рис. 4. Патологические явления среди древесных растений отвалов.

На всех отвалах у *Acer tataricum*, *Robinia pseudoacacia*, *Rhus typhina*, *Prunus armeniaca*, *Prunus avium* были выявлены гипогенезия побега и листа. У *Fraxinus pennsylvanica*, *Betula pendula*, *Acer negundo*, *Quercus robur*, *Populus balsamifera* наблюдается неправильное развитие кроны.

В лесных сообществах всех исследованных отвалов наблюдается смещение биоморфологического спектра растений, то есть, изменение процентного соотношения видов, обладающих разными жизненными формами (биоморфами), в экосистеме из-за воздействия среды или антропогенного воздействия.

Также присутствуют отличия в биоморфологических спектрах, такие как преобладание мезофанерофитов и деревьев I величины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, наблюдается смещение биоморфологических спектров, которое рассматривается как показатель антропогенной трансформации древесной растительности. Об этом свидетельствуют системные по всем исследованным отвалам гипогенезия и поражения побега, листа, неправильное развитие кроны, увеличение доли деревьев I величины.

Биоморфологический спектр служит индикатором условий окружающей среды и климата, и отклонения от «нормального» спектра отражают воздействия среды на характер адаптации растений в сообществах.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ Донецкий ботанический сад по теме «Классификация почвенно-растительного покрова с помощью методов дистанционного зондирования Земли» (Регистрационный № 124101500495-0).

Список литературы

1. Достовалова Д. А. Экологический мониторинг ландшафтных техногенных новообразований / Д. А. Достовалова, А. З. Глухов, Н. С. Подгородецкий, С. П. Жуков // Вестник РУДН: серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2024. – Т. 32, вып. 4. – С. 431–445.
2. Тарасова Ю. Ю. Биологическая рекультивация как метод оптимизации техногенных ландшафтов в Донбассе / Ю. Ю. Тарасова // IV Международная научно-практическая конференция «Биологические науки. Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий», Луганск. – 2023. – С. 43–45.
3. Ергина Е. И., Оценка проектов рекультивации нарушенных земель в Республике Крым / Е. И. Ергина, Ф. Ф. Адамень, А. Ф. Сташкина // Бюллетень ГНБС. – 2020. – вып. 136. – С. 130–139.
4. Капельникова Л. П. Основы ландшафтно-экологического земледелия / Л. П. Капельникова. – М.: КолосС. – 1994.
5. Сметанин В. И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель / В. И. Сметанин. – М.: КолосС. – 2000. – 96 с.
6. Новикова А. Л. Фиторемедиация почв. Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения / А. Л. Новиков // сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Томск: Изд-во «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». – 2014. – С. 52–54.
7. Петрищев В. П. Ландшафтоведение: методические указания для студентов / В. П. Петрищев. – Оренбург: ОГУ. – 2013. – 59 с.
8. Чибрик Т. С. Основы биологической рекультивации: учебное пособие / Т. С. Чибрик. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. – 2002. – 172 с.
9. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений / И. Г. Серебряков. – М., 1962. – 377 с.
10. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / И. Г. Серебряков: Полевая геоботаника. Т. III. М.; Л. – 1964. – С. 146–205.
11. Жмылёв П. Ю. Биоморфологическое разнообразие сосудистых растений Московской области / П. Ю. Жмылёв, Ю. Е. Алексеев, О. В. Морозова – Дубна, 2017. – 325 с.
12. Козловский Б. Л. Эколого-биологическая характеристика древесных растений урбанофлоры Ростова-на-Дону / Б. Л. Козловский, М. В. Куропятников, О. И. Федорина // Известия Иркутского ГУ, Серия «Биология, Экология». – 2011. – Т. 4, вып. 2. – С. 38–43.
13. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер – М., 1980. – 327 с.
14. Box E. Predicting physiognomic vegetation types with climate variables / E. Box // Vegetatio. – 1981. – Vol. 45. – P. 27–39.
15. Di Biase L. Variations in Plant Richness, Biogeographical Composition, and Life Forms along an Elevational Gradient in a Mediterranean Mountain / L. Di Biase, L. Pace, C. Mantoni, S. Fattorini // Plants. 10(10). – 2021. – 2090 p.
16. Gallagher R. V. A global analysis of trait variation and evolution in climbing plants / R. V. Gallagher, M. R. Leishman // Journal of Biogeography. – 2012. – Vol. 39. – P. 1757–1771.
17. Klimeš L. Life-forms and clonality of vascular plants along an altitudinal gradient in E Ladakh (NW Himalayas) / L. Klimeš // Basic Appl. Ecol. – 2003. – Vol. 4(4). – P. 317–328.
18. Wang G. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China / G. Wang, G. Zhou, L. Yang, Z. Li // Plant Ecology. – 2003. – Vol. 165. – P. 169–181.
19. Loidi J. The concept of vegetation class and order in phytosociological syntaxonomy / J. Loidi // Vegetation Classification and Survey. – Vol. 1. – 2020. – P. 163–167.
20. Loidi J. Life-form diversity across temperate deciduous forests of Western Eurasia: A different story in the understory / J. Loidi, M. Chytrý, B. Jiménez-Alfaro., N. Alessi, I. Biurrun, J.A. Campos, A. Čarni,

- E. Fernández-Pascual, Castell Xavier Font, H. Gholizadeh, A. Indreica, A. Kavgaci, I. Knollová, A. Naqinezhad, P. Novák, A. Nowak, Z. Škvorec, I. Tsiripidis, K. Vassilev, C. Marcenò // *Journal of Biogeography*. – 2021. – Vol. 48. – P. 2932–2945.
21. Сафонова Е. В. Спектр жизненных форм растений как показатель степени антропогенной трансформации флоры / Е. В. Сафонова, С. В. Бабкина, И. И. Селиванова // *Человек и природа: грани гармонии и углы соприкосновения: материалы Всероссийской научно-практической конференции (27 апреля 2012 г.)*. – Комсомольск-на-Амуре: изд-во АмГПУ. – 2012. – С. 153.
 22. Жуков С. П. Слияние рекультивированных отвалов шахт с городским ландшафтом как вариант экологической оптимизации старопромышленных территорий / С. П. Жуков // *ISSN0201-7997. Сборник научных трудов ГНБС*. – 2018. – Т. 147. – С. 210–211.
 23. Камкин В. А. Лесная фитопатология: учебно-методическое пособие для студентов лесохозяйственных и сельскохозяйственных специальностей высших учебных заведений / В. А. Камкин, С. К. Абеусов // Павлодар: Кереку. – 2016. – 150 с.
 24. Рябоконь С. М. Генетические последствия загрязнения окружающей среды для древесных растений / С. М. Рябоконь, В. А. Духарев, И. И. Коршиков // *Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. Тезисы докладов республиканской научной конференции, посвященной 25-летию Донецкого ботанического сада АН УССР (Донецк, сентябрь 1990 г.)*. Киев: Наукова думка. – 1990. – С. 35–37.
 25. Эйтинген Г. Р. Лесоводство / Г. Р. Эйтинген // Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. – 1949. – 368 с.
 26. Raunkiaer C. The Life Forms of Plants and Statistical Plants / C. Raunkiaer // *Geography being the collected Papers of C. Raunkiaer*. Oxford. – 1934. – 632 p.
 27. Федоров Н. И. Лесная фитопатология. Учебник для студентов специальности "Лесное хозяйство" / Н. И. Федоров – Изд. 3-е, перераб. и доп.: Мн.: БГТУ. – 2004. – 438 с.
 28. Международный кодекс ботанической номенклатуры (Венский кодекс) // Семнадцатый международный ботанический конгресс, Вена, Австрия, июль 2005 г., пер. с англ. Т. В. Егоровой и др. Отв. ред. Н. Н. Цвелёв. – М.; СПб: Товарищество научных изданий КМК. – 2009. – 282 с.

THE SPECTRUM OF LIFE FORMS OF WOODY PLANTS IN A ROCK DUMP AS AN INDICATOR OF THE DEGREE OF THEIR ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION

Dostovalova D. A.¹, Glukhov A. Z.¹, Podgorodetsky N. S.²

***¹Federal State Budgetary Scientific Institution "Donetsk Botanical Garden", Donetsk, DPR,
Russian Federation***

***²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy
of Civil Engineering and Architecture", Donetsk, DPR, Russian Federation
E-mail: dasha.dostovalova1997@mail.ru***

The paper examines the spectra of life forms of woody plants in four landscaped rock dumps according to Raunkier, Serebryakov and Eitingen from the point of view of indicating anthropogenic transformation of the prevailing ecotopes.

Four landscaped rock dumps of the Donetsk People's Republic (DPR) were considered as model objects: the former 6/14 mine (Makeyevka), the Dimitrov mine 5/6, the Zaperevalnaya mine (Donetsk) and the Kapitalnaya mine No. 9 (Donetsk).

In the course of the research, review, analytical, computational and modeling methods were used.

In 1977–1979, scientists of the Donetsk Botanical Garden carried out the reclamation of the investigated dumps. Currently, the development of plant communities has reached the formation of stable ecosystems of several species. Trials of new species and attempts at introduction have led to an approximation of the species composition to ornamental plants.

The spectrum of life forms of landfill plants was studied by K. Raunkier, I. G. Serebryakov, G.R. Eitingen. Pathological phenomena among woody plants were detected according to the diagnostic method of the textbook on forest phytopathology.

Latin names of plant species are indicated in accordance with the International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code).

The spectrum of life forms of woody plants (according to K. Raunkier) showed that in the dump of mine 6/14 72 % of the identified plant species are mesophanerophytes (8 species) and microphanerophytes 28 % (3 species) are represented (Fig. 2). In the dump of mine 5/6 58 % of mesophanerophytes (10 species) and 42 % microphanerophytes (7 types). 50 % of mesophanerophytes (4 species) and 50 % of microphanerophytes (4 species) were trapped in the mine dump. 60 % of mesophanerophytes (6 species) and 40 % of microphanerophytes (4 species) are found in the dump of mine No. 9.

The life forms of woody plants were also studied according to the classification of I. G. Serebryakov. The studied dumps had trees of the first size, characterized by a height of 25 m (*Betula pendula*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Quercus robur*, *Juglans regia*, *Populus balsamifera*). The trees of the first order of magnitude (up to 15 m high) are represented by 5 species (*Ulmus pumila*, *Prunus armeniaca*, *Malus sylvestris*, *Prunus mahaleb*, *Prunus cerasifera*). Trees of the first magnitude (height from 10 to 25 m) are less common (*Acer negundo*, *Sorbus intermedia*, *Prunus avium*).

According to the classification of G.R. Eitingen on the demand of plants for illumination, shade-tolerant plants predominate in the stand – 70 % of the total number of species. Groups of semi-shade-tolerant and light-loving plants represent 30 % of the total. The pathological phenomena detected on the dumps are characterized by the presence of necrosis, chlorosis of leaves, as well as the presence of insect galls. An increase in the proportion of trees of the first magnitude and a shift in the biomorphological spectrum are noted on all dumps.

Hypogenesis of shoots and leaves was detected in all dumps of *Acer tataricum*, *Robinia pseudoacacia*, *Rhus typhina*, *Prunus armeniaca*, *Prunus avium*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Betula pendula*, *Acer negundo*, *Quercus robur*, *Populus balsamifera* have abnormal crown development. In the forest communities of all the dumps studied, there is a shift in the biomorphological spectrum of plants, that is, a change in the percentage of species with different life forms (biomorphs) in the ecosystem due to environmental or anthropogenic influences.

There are also differences in biomorphological spectra, such as the predominance of mesophanerophytes and trees of the first magnitude.

Hypogenesis and lesions of the shoot and leaf, abnormal crown development, and an increase in the proportion of trees of the first magnitude are observed in all the dumps studied. The biomorphological spectrum serves as an indicator of environmental and

climate conditions, and deviations from the "normal" spectrum reflect environmental influences on the nature of plant adaptation in communities.

Keywords: spectrum of life forms, woody plant, anthropogenic transformation.

References

1. Dostovalova D. A., Podgorodetsky N. S., Glukhov A. Z., Zhukov S. P. Ecological monitoring of landscape technogenic neoplasms. *Bulletin of the RUDN University, Ecology and Life Safety series*, **32**, 4, 431 (2024).
2. Tarasova Yu. Y. Biological reclamation as a method of optimizing man-made landscapes in Donbass. *IV International scientific and practical conference Biological Sciences. Agrarian Science in ensuring food security and rural Development*, (Lugansk, 2023), pp. 43–45.
3. Ergina E. I., Adamen F. F., Stashkina A. F. Assessment of reclamation projects of disturbed lands in the Republic of Crimea. *Bulletin of the State Scientific and Technical Council.*, **136**, 130 (2020).
4. Kapelnikova L. P. *Fundamentals of landscape and ecological agriculture*. (M., KolosS, 1994).
5. Smetanin V. I. *Reclamation and development of disturbed lands* (M., KolosS, 2000), 96 p.
6. Novikova A. L. Phytoremediation of soils. Ecology and safety in the technosphere: modern problems and solutions. *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists, postgraduates and students* (Tomsk, Publishing House of the National Research Tomsk Polytechnic University, 2014), pp. 52-54.
7. Petrishchev V. P. *Landscape science: methodological guidelines for students*, 59 (Orenburg, OSU, 2013).
8. Chibrik T. S. *Fundamentals of biological reclamation: a textbook*, 172 p. (Yekaterinburg, Ural Publishing House un-ta, 2002).
9. Serebryakov I. G. *Ecological morphology of plants*, 377 p. (Moscow, 1962).
10. Serebryakov I. G. Life forms of higher plants and their study. *Field geobotany*, **III**, 146 (M., L., 1964).
11. Zhmylev P. Yu., Alekseev Yu. E., Morozova O. V. *Biomorphological diversity of vascular plants of the Moscow region*, 325 (Dubna, 2017).
12. Kozlovskiy B. L., Kuropyatnikov M. V., Fedorina O. I. Ecological and biological characteristics of woody plants of urban flora of Rostov-on-Don. *Izvestiya Irkutsk State University, Series "Biology, Ecology"*, **4**, 2, 38 (2011).
13. Whittaker, R. *Communities and ecosystems*, 327 p. (Moscow, 1980).
14. Box E. Predicting physiognomic vegetation types with climate variables. *Vegetatio*, **45**, 27 (1981).
15. Di Biase L., Pace L., Mantoni C., Fattorini S. Variations in Plant Richness, Biogeographic Composition, and Life Forms along an Elevational Gradient in a Mediterranean Mountain. *Plants*, **10**(10), 2090 (2021).
16. Gallagher R. V., Leishman M. R. A global analysis of trait variation and evolution in climbing plants, *Journal of Biogeography*, **39**, 1757 (2012).
17. Klimeš L. Life-forms and clonality of vascular plants along an altitudinal gradient in E Ladakh (NW Himalayas). *Basic Appl. Ecol*, **4**(4), 317 (2003).
18. Wang G., Zhou G., Yang L., Li Z. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. *Plant Ecology*, **165**, 169 (2003).
19. Loidi J. The concept of vegetation class and order in phytosociological syntaxonomy. *Vegetation Classification and Survey*, **1**, 163 (2020).
20. Loidi J., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Alessi N., Biurrun I., Campos J. A., Čarni A., Fernández-Pascual E., Xavier Font Castell, Gholizadeh H., Indreica A., Kaygaci A., Knollova I., Naqinezhad A., Novák P., Nowak A., Škvorec Z., Tsiropidis I., Vassilev K., Marcenò C. Life-form diversity across temperate deciduous forests of Western Eurasia: A different story in the understory. *Journal of Biogeography*, **48**, 2932 (2021)ᅡ
21. Safonova E. V., Babkina S. V., Selivanova I. I. The spectrum of plant life forms as an indicator of the degree of anthropogenic transformation of flora. *Man and nature: facets of harmony and angles of contact: proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference* (April 27, 2012) (Komsomolsk-on-Amur, Publishing House of the AMGPU, 2012), p. 153.20.

22. Zhukov S. P. Merging of reclaimed mine dumps with the urban landscape as an option for environmental optimization of old industrial territories. *ISSN0201-7997. Collection of scientific papers of GNBS*, **147**, 210 (2018).
23. Kamkin V. A., Abeusov S. K. *Forest phytopathology: an educational and methodological guide for students of forestry and agricultural specialties of higher educational institutions*. (Pavlodar, Kereku, 2016), 150 p.
24. Ryabokon S. M., Dukharev V. A., Korshikov I. I. Genetic consequences of environmental pollution for woody plants. *Industrial botany: state and prospects of development. Abstracts of the Republican scientific conference dedicated to the 25th anniversary of the Donetsk Botanical Garden of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR* (Donetsk, September 1990), pp. 35–37.
25. Eitingen G. R. *Forestry*, 368 p. (Moscow, State Publishing House of Agricultural Literature, 1949).
26. Raunkiaer C. *The Life Forms of Plants and Statistical Plants. Geography being the collected Papers of C. Raunkiaer* (Oxford, 1934), 632 p.
27. Fedorov N. I. *Forest phytopathology*. Textbook for students of the specialty "Forestry", 438 p. (3rd Ed., revised. and add.: Mn.: BSTU, 2004).
28. International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code). *The Seventeenth International Botanical Congress, Vienna, Austria, July 2005, translated from English by T. V. Egorova et al. Edited by N. N. Tsvelev*, 282 p. (Moscow; St. Petersburg, Association of Scientific Publications of the KMC, 2009).