



ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ENVIRONMENTAL MONITORING

DOI: 10.22363/2313-2310-2024-32-4-431-444
EDN: NJPHDW
УДК 504.06

Научная статья / Research article

Экологический мониторинг ландшафтных техногенных новообразований

Д.А. Достовалова¹, А.З. Глухов¹,
Н.С. Подгородецкий², С.П. Жуков¹

¹Донецкий ботанический сад, г. Донецк, Донецкая Народная Республика,
Российская Федерация

²Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка,
Донецкая Народная Республика, Российская Федерация
dasha.dostovalova1997@mail.ru

Аннотация. Шахтные породные отвалы относятся к категории ландшафтных техногенных новообразований и представляют собой комплекс антропогенно трансформированных природных компонентов. Породные отвалы наносят ущерб окружающей природной среде ввиду изъятия из пользования территорий земель сельскохозяйственного использования, выбросов продуктов горения, пылевидных частиц, смыва загрязнителей, засоления почв, эрозии склонов. Основным оптимальным мероприятием по снижению воздействия породных отвалов на окружающую среду для Донбасса является биологическая рекультивация их поверхности. Она основана на обязательном постоянном экологическом мониторинге, который представляет собой комплекс наблюдений за текущим состоянием и прогнозирование дальнейших изменений в состоянии атмосферного воздуха, поверхностных вод, радиационной обстановки, состоянии почв, флоры, фауны и здоровья населения на территории ландшафтного техногенного новообразования и прилегающих районах. Использование принципов экологического мониторинга позволит стабилизировать ландшафтное техногенное новообразование как экосистему и способствовать устойчивому развитию Донбасса как промышленного региона.

© Достовалова Д.А., Глухов А.З., Подгородецкий Н.С., Жуков С.П., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Осуществлен мониторинг состояния зеленых насаждений породного отвала ш. 5/6 им. Димитрова, находящегося в черте г. Донецка, ДНР. Произведены инвентаризация зеленых насаждений и самого объекта озеленения, оценка эффективности рекультивационных мероприятий, определена средняя степень нарушенности растительного покрова на породном отвале. Приведены результаты исследований состояния древостоя породного отвала с использованием шкалы визуальной оценки. Проведена визуальная оценка следующих диагностических признаков ОЖС: густота кроны, наличие на стволе мертвых сучьев и степени повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, хлорозов и объеданий).

Ключевые слова: экологический мониторинг, антропогенное преобразование ландшафта, инвентаризация, рекультивация, древостой, токсикант

Информация о финансировании. Результаты были получены в рамках госзадания ФГБНУ Донецкий ботанический сад по теме FREG-2023-0002 «Качественные и функциональные характеристики почв сельскохозяйственных угодий в степной зоне и пути восстановления их биологической продуктивности», № 123101300198-3.

Вклад авторов. Достовалова Д.А. – сбор и обработка материалов; Глухов А.З. – анализ полученных данных; Подгородецкий Н.С. – сбор и обработка материалов; Жуков С.П. – сбор и обработка материалов.

История статьи: поступила в редакцию 22.04.2024; доработана после рецензирования 20.05.2024; принята к публикации 12.07.2024.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Достовалова Д.А., Глухов А.З., Подгородецкий Н.С., Жуков С.П. Экологический мониторинг ландшафтных техногенных новообразований // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2024. Т. 32. № 4. С. 431–444. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2024-32-4-431-444>

Ecological monitoring of landscape technogenic neoplasms

Daria A. Dostovalova¹, Alexander Z. Glukhov¹,
Nikolay S. Podgorodetsky², Sergey P. Zhukov¹

¹Donetsk Botanical Garden, Donetsk, Donetsk People's Republic, Russian Federation

²Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka,
Donetsk People's Republic, Russian Federation

dasha.dostovalova1997@mail.ru

Abstract. Mine rock dumps belong to the category of landscape technogenic neoplasms and represent a complex of anthropogenically transformed natural components. Rock dumps cause some damage to the environment due to the withdrawal of agricultural land from use, emissions of gorenje products, dust particles, flushing of pollutants, soil salinization, erosion of slopes. The main optimal measure to reduce the impact of rock dumps on the environment for Donbass is the biological reclamation of their surface. It is based on mandatory continuous environmental monitoring, which represents a set of observations of the current state and forecasting of further changes in: the state of atmospheric air, surface waters, radiation conditions, soil conditions, flora, fauna and public health in the territory of a landscape

technogenic neoplasm and adjacent areas. The use of the principles of environmental monitoring will help to stabilize the landscape technogenic neoplasm as an ecosystem and contribute to the sustainable development of Donbass as an industrial region. The work carried out monitoring of the state of the green spaces of the rock dump sh. 5/6 named after. Dimitrov, located within the city of Donetsk, DPR. An inventory of green spaces and the landscaping object itself was carried out, an assessment of the effectiveness of reclamation measures was carried out, the average degree of disturbance of vegetation cover on the rock dump was determined. The results of studies of the state of the stand of a rock dump using a visual assessment scale are presented. A visual assessment of the following diagnostic signs of OCD was carried out: crown density, the presence of dead branches on the trunk and the degree of damage to the leaves by toxicants, pathogens and insects (the average area of necrosis, chlorosis and overeating).

Keywords: environmental monitoring, anthropogenic transformation of the landscape inventory, reclamation, stand, toxicant

Information about financing. The results were obtained within the framework of the state assignment of the Donetsk Botanical Garden Federal State Budgetary Institution on the topic FREG-2023-0002 “Qualitative and functional characteristics of soils of agricultural lands in the steppe zone and ways to restore their biological productivity”, No. 123101300198-3.

Authors’ contribution. *Dostovalova D.A.* – collection and processing of materials; *Glukhov A.Z.* – analysis of the data obtained; *Podgorodetsky N.S.* – collection and processing of materials; *Zhukov S.P.* – collection and processing of materials.

Article history: received 22.04.2024; revised 20.05.2024; accepted 12.07.2024.

Conflicts of interest. The authors declare no conflicts of interest.

For citation: Dostovalova DA, Glukhov AZ, Podgorodetsky NS, Zhukov SP. Ecological monitoring of landscape technogenic neoplasms. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2024;32(4):431–444. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2024-32-4-431-444>

Введение

Под ландшафтным техногенным новообразованием (шахтный породный отвал) понимается земельный комплекс, сочетающий в себе природные и антропогенно трансформированные компоненты, которые полностью разрушили или существенно видоизменили природный ландшафт [1].

Ввиду своих физических и химических характеристик шахтные породные отвалы относятся к категории ландшафтных техногенных новообразований, что является наиболее характерным для Донбасского региона.

Основные отличительные признаки породных отвалов как ландшафтных техногенных новообразований:

– биологический круговорот элементов в значительной мере нарушен, определяющим видом является техногенная миграция;

– площади, занимаемые отвалами, непрерывно возрастают за счет уменьшения территорий, занятых биогенными и абиогенными естественными ландшафтами;

– отвалы являются отходами добычи минерального сырья (каменного угля);

– основные и основополагающие процессы отвала как экосистемы происходят в почве.

Экологический мониторинг ландшафтных техногенных новообразований – комплекс наблюдений за текущим состоянием и прогнозирование дальнейших изменений в состоянии атмосферного воздуха, поверхностных вод, радиационной обстановки, состоянии почв, флоры, фауны и здоровья населения на территории ландшафтного техногенного новообразования и в прилегающих районах.

Мониторинг состояния атмосферного воздуха должен проводиться на стационарных постах наблюдения и включать расчет критических нагрузок (потоков массы на единицу времени) и фактические показатели концентраций загрязняющих веществ (отсутствие превышения критических уровней). Мониторинг состояния поверхностных вод включает изучение гидродинамических и гидрохимических процессов, определяющих состояние и динамику поверхностной гидросферы. Мониторинг радиационной обстановки должен осуществляться на гидрометеостанциях с ежесуточным измерением мощности экспозиционной дозы уровня гамма-излучения. Мониторинг состояния почв с использованием учетных площадок включает изучение продуктивности почв на отвале и прилегающих территориях, содержание гумуса, наличие эрозий, загрязнение и затопление почв. Мониторинг состояния флоры на отвалах и прилегающих территориях – это наблюдения за состоянием надземной и корневой частей растений, их ассимилирующего аппарата, приростом растений и распространением ареалов видов, их устойчивостью к воздействию загрязнителей и жизненным циклом. Мониторинг фауны в районе расположения породных отвалов представляет собой изучение количества, видового состава, разнообразия, жизненного цикла фауны. Мониторинг состояния здоровья населения основан на расчете рождаемости, смертности, заболеваемости, численности и плотности населения, процентного соотношения разных возрастных групп.

По данным Министерства угля и энергетики ДНР, на территории Республики насчитывается около 800 породных отвалов, часть из которых расположены на административных территориях городов Донецк (144), Макеевка (118), Шахтерск (69) и Торез (67). Техногенная нагрузка в Донбассе в 5–10 раз выше средней. Общая площадь техногенных объектов на территории некоторых городов области достигает 10 % и более от их площади.

В качестве модельного выбран отвал шахты № 5/6 им. Димитрова, находящийся в одном из центральных районов г. Донецка, на пересечении двух магистральных проспектов – Дзержинского и Ильича. Отвал шахты № 5/6 начали эксплуатировать в 1915 г., а остановили в 1967 г., после 52 лет эксплуатации, исключая период ВОВ и послевоенного восстановления (1941–1954 гг.). Первоначально отвал имел 4 конусные вершины высотой до 48 м, общий объем породы составлял более полутора миллионов тонн. Площадь основания – 58 000 м², объем отходов – 900 тыс. м². Горение отмечалось

отдельными участками с самого начала отсыпки. В настоящее время форма отвала – неправильный конус [8].

Порода на отвале слабовеветренная, состоит из обломков породы разных размеров. Содержание фракции менее 1 мм от 11 до 27 %. Порода находится в стадии окисления.

Древесным зеленым растениям помимо процесса фотосинтеза особенно свойственны такие важнейшие функции, как климатообразующая, шумопоглощающая, фитонцидная, эстетическая и др. Зеленые насаждения, используемые при рекультивации породных отвалов, создаются с целью поглощения токсикантов из породы, поглощения шумовых волн (снижают уровень шума примерно на 20 %) [4; 9; 10; 12; 17].

Воздействие атмосферного загрязнения на растительность — биохимическое явление, затрагивающее в первую очередь метаболические и физиологические процессы и разрушающее микроскопические структуры клеток листа. Основным диагностическим признаком повреждения растений являются хлорозы и некрозы листовых пластинок. Наличие тех или иных диагностических симптомов повреждения растений позволяет, хотя и не всегда, осуществить индикацию, опознавание фактора (или факторов), вызвавшего данное повреждение [17].

Инвентаризация зеленых насаждений породного отвала дает возможность оценить состояние зеленых насаждений и самого объекта озеленения, оценить эффективность рекультивационных мероприятий, а также определить степень поврежденности древесной растительности на угольном отвале [15].

Цель исследования – мониторинг состояния зеленых насаждений модельного техногенного ландшафтного новообразования (породного отвала ш. 5/6 им. Димитрова, находящегося в черте г. Донецка, ДНР).

Задачи исследования: инвентаризация зеленых насаждений и самого объекта озеленения, оценка эффективности рекультивационных мероприятий, определение степени поврежденности древесного растительного покрова на породном отвале, анализ по экологическим группам, визуальная оценка следующих диагностических признаков ОЖС: густота кроны (в % от нормальной густоты), наличие на стволе мертвых сучьев (в % от общего количества сучьев на стволе) и степени повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, хлорозов и объеданий в % от площади листа), оценка темпов роста, степени развития, визуальных аномалий и повреждения, поражения патогенными насекомыми и микроорганизмами.

Материалы и методы исследования

Рекультивация отвала была выполнена по проекту Донецкого ботанического сада в 1977–1979 гг, с объединением нескольких разновозрастных конических отвалов в плоский многоярусный отвал и его биологической рекультивацией. С тех пор рекультивационные насаждения развились и стали

определяющим фактором развития экосистем отвала. Также тут проводилось испытание новых видов фиторекультивантов, что в итоге приблизило эти насаждения по видовому составу и декоративности к региональным парковым насаждениям [8].

Основные растения, произрастающие на отвале:

– северо-восточный склон (условно северный): акация белая – *Robinia pseudoacacia* L., вяз приземистый – *Ulmus pumila* L., ясень пенсильванский – *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., клен ясенелистный – *Acer negundo* L., айлант высочайший – *Ailanthus altissima* Mill.;

– юго-восточный склон (условно южный): акация белая – *Robinia pseudoacacia* L., клен татарский – *Acer tataricum* L.; бирючина обыкновенная – *Ligustrum vulgare* L., боярышник сглаженный – *Crataegus laevigata* Poir., клен остролистный – *Acer platanoides* L., клен ясенелистный – *Acer negundo* L., айлант высочайший – *Ailanthus altissima* Mill.

Инвентаризация зеленых насаждений проводилась в соответствии с Методикой инвентаризации городских зеленых насаждений [14].

Для определения относительного жизненного состояния (ОЖС) древо-стоя была взята методика В.А. Алексеева [3]. Для более детальной характеристики ОЖС деревьев использовались вспомогательные характеристики [3].

Состояние насаждений характеризовалось по признакам [3]:

– «хорошее» – насаждения здоровые, с хорошо развитой кроной, без существенных повреждений;

– «удовлетворительное» – насаждения здоровые, но с неправильно развитой кроной, со значительными, но не угрожающими их жизни ранениями или повреждениями, с дуплами и др.;

– «неудовлетворительное» – насаждения с неправильной и слабо развитой кроной, со значительными повреждениями, ранениями, зараженностью болезнями или вредителями, угрожающими их жизни.

Результаты исследования и их обсуждение

Породный отвал ш. 5/6 разделили условно на учетные участки. Первый учетный участок представляет групповая посадка *Robinia pseudoacacia* L., второй участок – одиночные экземпляры *Acer tataricum* L., третий участок – групповая посадка *Ligustrum vulgare* L., четвертый участок – одиночные экземпляры *Crataegus laevigata* Poir., пятый участок – групповая посадка *Ulmus pumila* L., шестой участок – групповая посадка *Betula pendula* Roth, седьмой участок – одиночные экземпляры *Acer negundo* L., восьмой участок – одиночные экземпляры *Quercus rubra* L., девятый участок – одиночные экземпляры *Rosa cinnamomea* L., десятый участок – одиночные экземпляры *Syringa vulgaris* L., одиннадцатый участок – одиночные экземпляры *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., двенадцатый участок – групповой самосев *Ailanthus altissima* Mill., тринадцатый участок – одиночные экземпляры *Prunus armeniaca* L., четырнадцатый участок – одиночные экземпляры *Sorbus*

intermedia Ehrh., пятнадцатый участок – одиночные экземпляры *Quercus robur* L., шестнадцатый участок – одиночные экземпляры *Prunus avium* L., семнадцатый участок – одиночные экземпляры *Malus sylvestris* L., восемнадцатый участок – одиночные экземпляры *Juglans regia* L., девятнадцатый участок – одиночные экземпляры *Populus alba* L., двадцатый участок – групповая посадка *Rhus typhina* L., двадцать первый участок – групповой самосев *Cornus mas* L., двадцать второй участок – одиночные экземпляры *Symphoricarpos albus* Dill., двадцать третий участок – одиночные экземпляры *Prunus mahaleb* L., двадцать четвертый участок – одиночные экземпляры *Prunus cerasifera* Ehrh. На каждом учетном участке проводились измерения расстояний между деревьями (кустарниками), определялось отношение их относительно друг друга, присваивался порядковый номер участка (выборка до 10 деревьев при групповой и рядовой посадке) [15]. Учитывались следующие данные: вид насаждений (групповая, рядовая посадка, одиночные экземпляры); порода (род, вид); состояние насаждений.

Спектр жизненных форм растений (по К. Раункиеру) показал, что 48 % от числа выявленных видов приходится на мезофанерофиты (11 видов) и микрофанерофиты представлены 52 % (13 видов).

Жизненные формы древесных растений определяли по И.Г. Серебрякову [15]. На исследуемой территории в наличии деревья I величины, характеризующиеся высотой от 25 м (*Betula pendula* Roth., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Ailanthus altissima* Mill., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Quercus robur* L., *Juglans regia* L., *Populus* L.), и кустарники высотой 0,5–5 м (*Acer tataricum* J., *Ligustrum vulgare* L., *Crataegus laevigata* Poir., *Rosa cinnamomea* L., *Syringa vulgaris* L., *Rhus typhina* L., *Cornus mas* L., *Symphoricarpos albus* Dill.). Деревья III величины (высотой до 15 м) представлены 5 видами (*Ulmus pumila* L., *Prunus armeniaca* L., *Malus sylvestris* L., *Prunus mahaleb* L., *Prunus cerasifera* Ehrh.). Реже встречаются деревья II величины (высотой от 10 до 25 м) (*Acer negundo* L., *Sorbus intermedia* Ehrh., *Prunus avium* L.).

Анализ распределения растений по экологическим группам по отношению к влаге [12] показал, что на долю мезофитов приходится 50 % от общего числа видов. Ксерофиты составляют 30 %, которые представлены тремя видами. Согласно классификации Г.Р. Эйтингена¹, по требовательности растений к освещенности, в древостое преобладают теневыносливые растения – 60 % от общего числа видов. Группы полутеневыносливых и светолюбивых растений представлены 40 % от общего количества.

Результаты инвентаризации зеленых насаждений породного отвала приведены в таблице.

¹ Эйтинген Г.Р. Лесоводство. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1949. 368 с.

В результате инвентаризации выявлено, что преобладающее большинство зеленых насаждений породного отвала находятся в неудовлетворительном состоянии. В процентном соотношении от выборки это отображено на диаграмме (рис. 1).

Реже встречаются такие повреждения, как открытые прорости, однобокость кроны и механические повреждения.

Результаты инвентаризации зеленых насаждений породного отвала

Учет. участок	Вид насаждений	Порода (род, вид)	Кол-во стволов	Состояние	Примечания (повреждения, особые признаки)
1	Групповая посадка	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1–3	Неудовл.	Наличие дупла, хлороз, пестролистность, гипогенезия побега и листа
2	Одиночные экземпляры	<i>Acer tataricum</i> L.	1–5	Неудовл.	Пестролистность, гипогенезия побега и листа, поражения побега
3	Групповая посадка	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	15	Неудовл.	Хлороз, пестролистность, нетипичный альбинизм, некроз
4	Одиночные экземпляры	<i>Crataegus laevigata</i> Poir.	1–10	Неудовл.	Неправильно развиты побеги
5	Групповая посадка	<i>Ulmus pumila</i> L.	1–3	Неудовл.	Пестролистность, хлороз, поражения побега
6	Групповая посадка	<i>Betula pendula</i> Roth	1–3	Неудовл.	Неправильно развита крона
7	Одиночные экземпляры	<i>Acer negundo</i> L.	1–3	Неудовл.	Неправильно развита крона, поражения кроны
8	Групповая посадка	<i>Quercus rubra</i> L.	1–3	Неудовл.	Гипогенезия побега
9	Одиночные экземпляры	<i>Rosa cinnamomea</i> L.	1–20	Неудовл.	Неправильно развиты побеги, недоразвиты побеги и листья, хлороз
10	Одиночные экземпляры	<i>Syringa vulgaris</i> L.	1–5	Удовл.	Гипогенезия побега
11	Одиночные экземпляры	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	1–3	Удовл.	Неправильно развитая крона
12	Групповой самосев	<i>Ailanthus altissima</i> Mill.	1	Неудовл.	Поражения побега
13	Одиночные экземпляры	<i>Prunus armeniaca</i> L.	1–3	Неудовл.	Поражения побега
14	Одиночные экземпляры	<i>Sorbus intermedia</i> Ehrh.	1–5	Удовл.	Гипогенезия побега
15	Одиночные экземпляры	<i>Quercus robur</i> L.	1–3	Неудовл.	Неправильно развитая крона
16	Одиночные экземпляры	<i>Prunus avium</i> L.	1–6	Удовл.	Гипогенезия побега
17	Одиночные экземпляры	<i>Malus sylvestris</i> L.	1–3	Неудовл.	Поражения побега
18	Одиночные экземпляры	<i>Juglans regia</i> L.	1–3	Удовл.	Гипогенезия побега
19	Одиночные экземпляры	<i>Populus alba</i> L.	1	Неудовл.	Неправильно развитая крона
20	Групповая посадка	<i>Rhus typhina</i> L.	1–5	Удовл.	Гипогенезия побега
21	Групповой самосев	<i>Cornus mas</i> L.	1–10	Удовл.	Гипогенезия побега
22	Одиночные экземпляры	<i>Symphoricarpos albus</i> Dill.	1–15	Удовл.	Гипогенезия побега
23	Одиночные экземпляры	<i>Prunus mahaleb</i> L.	1	Неудовл.	Поражения побега
24	Одиночные экземпляры	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	1	Удовл.	Гипогенезия побега

Источник: составлено Д.А. Достоваловой.

The results of the inventory of green spaces of the rock dump

Registr ation sites	Type of plantings	Breed (genus, species)	Number of barrels	Condition	Notes (damage, special signs)
1	Group boarding	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1–3	Unsatisfactory	The presence of a hollow, chlorosis, variegated foliage, hypokinesia of the shoot and leaf
2	Single copies	<i>Acer tataricum</i> L.	1–5	Unsatisfactory	Variegated foliage, hypoginesia of the shoot and leaf, shoot lesions
3	Group boarding	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	15	Unsatisfactory	Chlorosis, variegation, atypical albinism, necrosis
4	Single copies	<i>Crataegus laevigata</i> Poir.	1–10	Unsatisfactory	Shoots are improperly developed
5	Group boarding	<i>Ulmus pumila</i> L.	1–3	Unsatisfactory	Variegated foliage, chlorosis, shoot lesions
6	Group boarding	<i>Betula pendula</i> Roth	1–3	Unsatisfactory	The crown is improperly developed
7	Single copies	<i>Acer negundo</i> L.	1–3	Unsatisfactory	The crown is improperly developed, crown lesions
8	Group boarding	<i>Quercus rubra</i> L.	1–3	Unsatisfactory	Hypoginesia of escape
9	Single copies	<i>Rosa cinnamomea</i> L.	1–20	Unsatisfactory	Shoots are improperly developed, underdeveloped shoots and leaves, chlorosis
10	Single copies	<i>Syringa vulgáris</i> L.	1–5	Unsatisfactory	Hypoginesia of escape
11	Single copies	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	1–3	Satisfactory	The crown is improperly developed
12	Group boarding	<i>Ailanthus altissima</i> Mill.	1	Unsatisfactory	Escape defeats
13	Single copies	<i>Prunus armeniaca</i> L.	1–3	Unsatisfactory	Escape defeats
14	Single copies	<i>Sorbus intermedia</i> Ehrh.	1–5	Satisfactory	Hypoginesia of escape
15	Single copies	<i>Quercus robur</i> L.	1–3	Unsatisfactory	The crown is improperly developed
16	Single copies	<i>Prunus avium</i> L.	1–6	Satisfactory	Hypoginesia of escape
17	Single copies	<i>Malus sylvestris</i> L.	1–3	Unsatisfactory	Escape defeats
18	Single copies	<i>Juglans regia</i> L.	1–3	Satisfactory	Hypoginesia of escape
19	Single copies	<i>Populus alba</i> L.	1	Unsatisfactory	The crown is improperly developed
20	Group boarding	<i>Rhus typhina</i> L.	1–5	Satisfactory	Hypoginesia of escape
21	Group self-seeding	<i>Cornus mas</i> L.	1–10	Satisfactory	Hypoginesia of escape
22	Single copies	<i>Symphoricarpos albus</i> Dill.	1–15	Satisfactory	Hypoginesia of escape
23	Single copies	<i>Prunus mahaleb</i> L.	1	Unsatisfactory	Escape defeats
24	Single copies	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	1	Satisfactory	Hypoginesia of escape

Source: compiled by D.A. Dostovalova.

Средний балл состояния для каждого вида деревьев вычисляется по формуле

$$K_j = \frac{\sum b_j}{N_j}, \quad (1)$$

где b_j – баллы состояния отдельных деревьев; N_j – общее число учтенных деревьев j -го вида.

Коэффициент состояния древостоя в целом определяется как среднее арифметическое средних баллов состояния различных деревьев на пробной площадке:

$$K = \frac{\sum K_j}{R}, \quad (2)$$

где R – число видов деревьев.

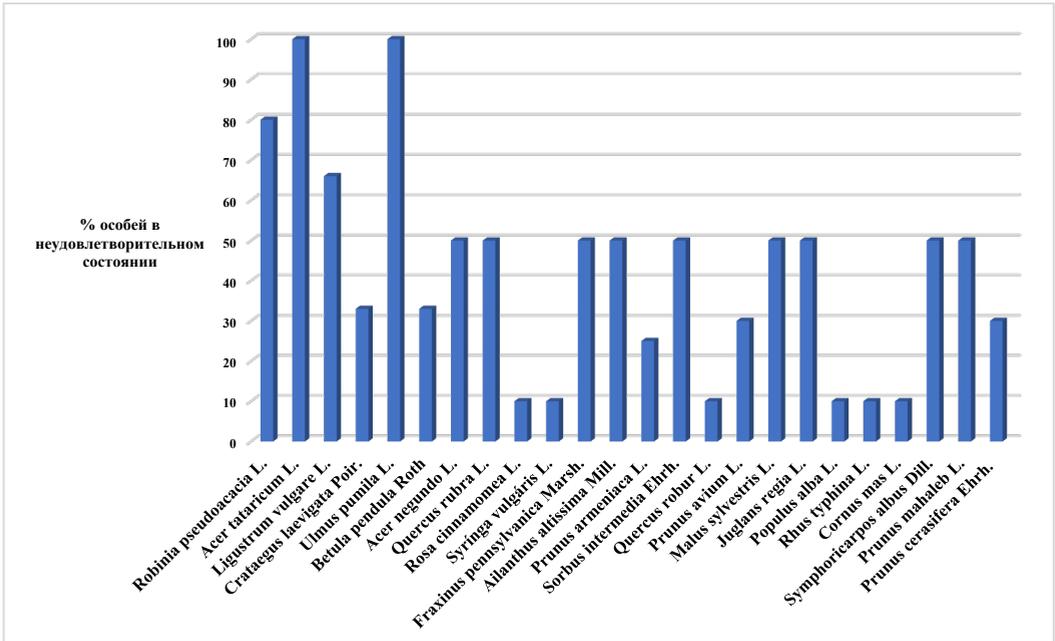


Рис. 1. Соотношение особей в неудовлетворительном состоянии ко всем особям выборки на учетных участках

Источник: составлено Д.А. Достоваловой.

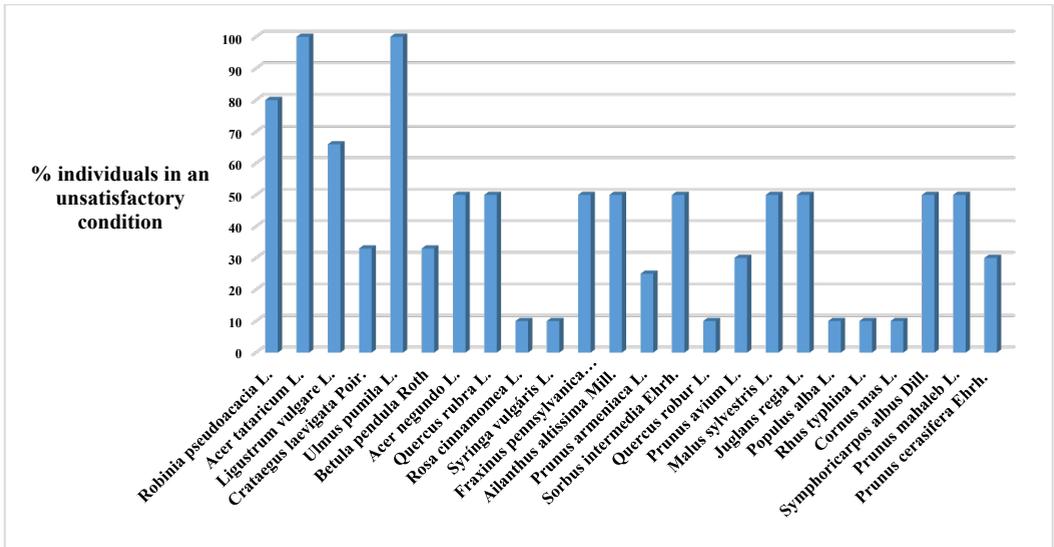


Figure 1. The ratio of individuals in unsatisfactory condition to all individuals of the sample at the registration sites

Source: compiled by D.A. Dostovalova.

Относительное жизненное состояние древостоя на исследуемой территории оценивается как «ослабленное» согласно шкале визуальной оценки деревьев по внешним признакам [1].

Наиболее распространенными патологическими явлениями среди древесных растений породного отвала ш. 5–6 являются точечный некроз

листьев (60 % от общего числа обследованных деревьев), краевой некроз (30 %) и хлороз листьев (70 %), наличие галлов насекомых на поверхности листьев (14 %) (рис. 2).



Рис. 2. Патологические явления среди древесных растений породного отвала
Источник: составлено Д.А. Достоваловой.

Figure 2. Pathological phenomena among woody plants of the rock dump
Source: compiled by D.A. Dostovalova.

Заключение

Таким образом, состояние зеленых насаждений и самого породного отвала ш. 5/6 характеризуется как неудовлетворительное, эффективность рекультивационных мероприятий недостаточна.

Обследование состояния отдельных особей древесных растений показало, что здоровые деревья составляют 29 % от общего числа древесных растений, ослабленные – 31 %, сильно ослабленные – 40 %.

Наиболее распространенными патологическими явлениями среди древесных растений породного отвала ш. 5–6 являются точечный некроз листьев (60 % от общего числа обследованных деревьев), краевой некроз (30 %) и хлороз листьев (70 %), наличие галлов насекомых на поверхности листьев (14 %).

Относительное жизненное состояние древостоя на породном отвале ш. 5–6 г. Донецка оценивается как «ослабленное».

Шахтные породные отвалы относятся к категории ландшафтных техногенных новообразований и представляют собой комплекс антропогенно трансформированных природных компонентов. Породные отвалы наносят определенный ущерб окружающей природной среде ввиду изъятия из пользования территорий земель сельскохозяйственного использования, выбросов продуктов горения, пылевидных частиц, смыва загрязнителей, засоления почв, эрозии склонов.

Основным оптимальным мероприятием по снижению воздействия породных отвалов на окружающую среду для Донбасса является биологическая рекультивация их поверхности. Она основана на обязательном постоянном экологическом мониторинге, который представляет собой комплекс наблюдений за текущим состоянием и прогнозирование дальнейших изменений в

состоянии атмосферного воздуха, поверхностных вод, радиационной обстановки, состоянии почв, флоры, фауны и здоровья населения на территории ландшафтного техногенного новообразования и прилегающих районах. Использование принципов экологического мониторинга позволит стабилизировать ландшафтное техногенное новообразование как экосистему и способствовать устойчивому развитию Донбасса как промышленного региона.

Список литературы

- [1] *Гридин В.Г.* Экологический мониторинг Кузбасса // Горн. информ.-аналит. бюл. 2008. № 2. С. 156–162.
- [2] *Данилов П.П., Саввинов Г.Н.* Техногенные поверхностные образования и формирование антропогенно преобразованных почв Западной Якутии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 8 (часть 2). С. 217–219.
- [3] *Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
- [4] *Голованов Я.М., Баранова О.Г.* К вопросу сохранения редких видов растений урбанофлор городов южной промышленной зоны республики Башкортостан // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. Ижевск, 2013. Вып. 1. С. 26.
- [5] *Гуреев И.И.* Приборное и методологическое обеспечение диагностики потребности растений в элементах питания // Инженерные технологии и системы. 2022. Т. 32, № 4. С. 506.
- [6] *Гуреев И.И., Жердев М.Н., Брежнев А.Н., Черноногов В.Г., Солоничкин В.Н.* Функциональная диагностика потребностей растений в питательных веществах // Электронный научный журнал Омского ГАУ. 2015. № 4. С. 26.
- [7] *Ермохин Ю.И., Бобренко И.А., Бобренко Е.Г.* Исторические аспекты развития метода комплексной диагностики питания сельскохозяйственных культур // Земледелие. 2015. № 2 (9). С. 7.
- [8] *Жуков С.П.* Слияние рекультивированных отвалов шахт с городским ландшафтом как вариант экологической оптимизации старопромышленных территорий // Сборник научных трудов ГНБС. 2018. Т. 147. С. 210–211.
- [9] *Коршиков И.И., Котов В.С., Михеенко И.П.* Фитоиндикация качества окружающей среды в техногенных районах // Каталог разработок Донецкого ботанического сада. Донецк, 1994. С. 14–15.
- [10] *Крючков А.Н.* Мониторинг состояния городских зеленых насаждений как часть эффективного управления зеленым хозяйством Г.О. Тольятти // Проблемы прикладной экологии. Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. № 4 (5). С. 1053.
- [11] *Кулагин А.А., Шагиева Б.А.* Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М.: Наука, 2005. С. 27.
- [12] *Майдебурга И.С., Чупахина Г.Н.* Оценка жизненного состояния древостоя в условиях города // Вестник РГУ им. И. Канта. Вып. 1. Естественные науки. Калининград, 2007. С. 88–97.
- [13] *Мартынова Е.А., Повх В.Н.* Фитоиндикация отвалов угольных шахт Донбасса в системе регионального биомониторинга // Проблемы охраны и рекультивации нарушенных земель. Материалы межреспубликанского совещания. Томск, 1992. С. 59–63.
- [14] *Поурбьяк П. С.* Основы лесной типологии. Киев: АН УССР, 1955. 456 с.
- [15] *Серебряков И.Г.* Экологическая морфология растений. М.: Высш. шк., 1962. 378 с.

- [16] Хархота А.И., Азурова И.В., Прохорова С.И. Фитоиндикация состояния техногенной среды с использованием популяционных параметров травянистых видов растений // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы IX Всероссийской научной конференции с международным участием (Екатеринбург, 20–25 августа 2012 г.). Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2012. С. 284–290.

References

- [1] Gridin VG. Environmental monitoring of Kuzbass. *Gorn. inform.-Analytical bulletin*. 2008;(2):156–162. (In Russ.).
- [2] Danilov PP, Savvinov GN. Technogenic surface formations and the formation of anthropogenically transformed soils of Western Yakutia. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2013;(8)(part 2):217–219. (In Russ.).
- [3] Alekseev VA. Diagnostics of the vital state of trees and stands. *Forest science*. 1989;(4):51–57. (In Russ.).
- [4] Golovanov YaM, Baranova OG. On the issue of conservation of rare plant species of urban flora of cities in the southern industrial zone of the Republic of Bashkortostan. *Bulletin of the Udmurt University. Biology. Earth Sciences*. Izhevsk; 2013. Issue 1. p. 26. (In Russ.).
- [5] Gureev II. Instrumentation and methodological support for the diagnosis of plant needs in food elements. *Engineering technologies and systems*. 2022;32(4):506. (In Russ.).
- [6] Gureev II., Zherdev MN., Brezhnev AN., Chernonogov VG., Solonichkin VN. Functional diagnostics of plant nutrient requirements. *Electronic Scientific Journal of Omsk State University*. 2015;(4):26. (In Russ.).
- [7] Ermokhin YuI., Bobrenko IA., Bobrenko EG. Historical aspects of the development of the method of complex diagnostics of nutrition of agricultural crops. *Agriculture*. 2015;(2):7. (In Russ.).
- [8] Zhukov SP. Merging recultivated mine dumps with the urban landscape as an option for environmental optimization of old industrial territories. *Collection of scientific papers of the GNBS*. 2018;147:210–211. (In Russ.).
- [9] Korshikov II., Kotov VS., Mikheenko IP. Phytoindication of environmental quality in technogenic areas. In: *Catalog of developments of the Donetsk Botanical Garden*. Donetsk; 1994. p. 14–15. (In Russ.).
- [10] Kryuchkov AN. Monitoring the state of urban green spaces as part of effective management of the green economy of Togliatti. *Problems of applied ecology. Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2015;17(4):1053. (In Russ.).
- [11] Kulagin AA., Shagiya BA. *Woody plants and biological conservation of industrial pollutants*. Moscow: Nauka; 2005. p. 27. (In Russ.).
- [12] Maidebura IS., Chupakhina GN. Assessment the vital state of the stand in the conditions of the city. *Bulletin of the Russian State University named after I. Kant. Issue 1. Natural Sciences*. Kaliningrad; 2007. p. 88–97. (In Russ.).
- [13] Martynova EA., Povkh VN. Phytoindication of dumps of Donbass coal mines in the system of regional biomonitoring. In: *Problems of protection and reclamation of disturbed lands. Materials of the inter-republican meeting*. Tomsk; 1992. p. 59–63. (In Russ.).
- [14] Pogrebnayak PS. *Fundamentals of forest typology*. Kiev: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR; 1955. 456 p. (In Russ.).
- [15] Serebryakov IG. *Ecological morphology of plants*. Moscow: Higher School; 1962. 378 p. (In Russ.).

- [16] Kharkhota AI., Agurova IV., Prokhorova SI. Phytoindication of the state of the technogenic environment using population parameters of herbaceous plant species. In: *Biological reclamation and monitoring of disturbed lands. Materials of the IX All-Russian Scientific Conference with international participation (Yekaterinburg, August 20–25, 2012)*. Yekaterinburg: Publishing House of the Ural University; 2012. p. 284–290. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Достовалова Дарья Александровна, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории тропических и субтропических растений, Донецкий ботанический сад, Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, 283023, г. Донецк, пр. Ильича, д. 110. ORCID: 0000-0001-6308-6524. E-mail: dasha.dostovalova1997@mail.ru

Глухов Александр Захарович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Донецкий ботанический сад, Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, 283023, пр. Ильича, д. 110. ORCID: 0000-0001-9675-7611. E-mail: glukhov.az@mail.ru

Подгородецкий Николай Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры техно-сферной безопасности, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, 286123, г.о. Макеевский, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2. ORCID: 0009-0000-7553-7222. E-mail: n.s.podgorodetskiy@donnasa.ru

Жуков Сергей Петрович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории дендрологии, Донецкий ботанический сад, Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, 283023, пр. Ильича, д. 110. ORCID: 0000-0003-0236-0467. E-mail: ser64luk@yandex.ru

About the authors:

Daria A. Dostovalova, Junior Researcher at the Research Laboratory of Tropical and Subtropical Plants, Donetsk Botanical Garden, 110 Ilyich Ave., Donetsk, 283023, Donetsk People's Republic, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-6308-6524. E-mail: dasha.dostovalova1997@mail.ru

Alexander Z. Glukhov, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Donetsk Botanical Garden, 110 Ilyich Ave., Donetsk, 283023, Donetsk People's Republic, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-9675-7611. E-mail: glukhov.az@mail.ru

Nikolay S. Podgorodetsky, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Construction and Architecture, 2 Derzhavina St, Makeevsky Island, Makeevka, 286123, Donetsk People's Republic, Russian Federation. ORCID: 0009-0000-7553-7222. E-mail: n.s.podgorodetskiy@donnasa.ru

Sergey P. Zhukov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Scientific Research Laboratory of Dendrology, Donetsk Botanical Garden, 110 Ilyich Ave., Donetsk, 283023, Donetsk People's Republic, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-0236-0467. E-mail: ser64luk@yandex.ru