







DOI: <https://doi.org/10.23859/estr-240321>

EDN: <https://elibrary.ru/yfhovq>

УДК 631.466

Научная статья

Ретроспективный анализ растительности породного отвала угольной шахты Донбасса

Д.А. Достовалова^{1*} , А.З. Глухов¹ , Н.С. Подгородецкий² ,
С.П. Жуков¹ 

¹ Донецкий ботанический сад, 283023, Россия, ДНР, г. Донецк, пр. Ильича, 110

² Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 286123, Россия, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2

*dasha.dostovalova1997@mail.ru

Аннотация. В работе проведен ретроспективный анализ растительности породного отвала ш. 5-6 им. Димитрова, г. Донецк, ДНР. За основу взяты данные о состоянии растительного покрова 1977–2010 гг. и 2011–2024 гг., что методически оправдано при оценке результатов первых экспериментальных посадок однолетних и многолетних растений и процесса заселения отвала заносными видами. Была установлена тесная положительная связь увеличения числа видов растений с длительностью периода рекультивации, что отражается на фиторазнообразии на породном отвале при угледобыче в условиях Донбасса и способствует формированию отвала как устоявшегося экотопа.

Ключевые слова: фиторазнообразие, рекультивация, экотоп

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственных заданий ФГБНУ Донецкий ботанический сад по темам «Классификация почвенно-растительного покрова с помощью методов дистанционного зондирования Земли» (Регистрационный № 124101500495-0) и «Комплексное изучение биоресурсного потенциала растений мировой флоры для содействия экологической стабилизации и устойчивого развития».

ORCID:

Д.А. Достовалова, <https://orcid.org/0000-0001-6308-6524>

А.З. Глухов, <https://orcid.org/0000-0001-9675-7611>

Н.С. Подгородецкий, <https://orcid.org/0009-0000-7553-7222>

С.П. Жуков, <https://orcid.org/0000-0003-0236-0467>

Для цитирования: Достовалова, Д.А. и др., 2026. Ретроспективный анализ растительности породного отвала угольной шахты Донбасса. *Трансформация экосистем* 9 (1), 3–12. <https://doi.org/10.23859/estr-240321>

Поступила в редакцию: 21.03.2024

Принята к печати: 12.12.2024

Опубликована онлайн: 13.02.2026





DOI: <https://doi.org/10.23859/estr-240321>

EDN: <https://elibrary.ru/yfhovq>

UDC 631.466

Article

A retrospective analysis of vegetation on the waste rock dump of a Donbass coal mine

D.A. Dostovalova^{1*} , A.Z. Glukhov¹ , N.S. Podgorodetsky² ,
S.P. Zhukov¹ 

¹ Donetsk Botanical Garden, Prospect Ilyicha St. 110, Donetsk, DPR, 283023 Russia

² Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavina St. 2, Makeevka, DPR, 286123 Russia

*dasha.dostovalova1997@mail.ru

Abstract. The paper provides a retrospective analysis of vegetation on the waste rock dump of Dimitrov coal mine No. 5-6, Donetsk, DPR. The data on the state of vegetation cover in 1977–2010 and 2011–2024 are taken as a basis, which is methodically justified in evaluating results from the first experimental planting of annual and perennial plants as well as the process of the dump colonization with alien species. A close positive correlation is found between the increase in the number of plant species and duration of the reclamation period, which is reflected in the phytodiversity of the waste rock dump during coal mining in Donbas and contributes to the formation of the dump as an established ecotope.

Keywords: phytodiversity, reclamation, ecotope

Funding. The study was performed within the framework of state assignments of the Donetsk Botanical Garden Federal State Budgetary Institution «Classification of soil and vegetation cover using Earth remote sensing methods» (Registration number 124101500495-0) and «A comprehensive study of the bioresource potential of plants of the world flora to promote environmental stability and sustainable development».

ORCID:

D.A. Dostovalova, <https://orcid.org/0000-0001-6308-6524>

A.Z. Glukhov, <https://orcid.org/0000-0001-9675-7611>

N.S. Podgorodetsky, <https://orcid.org/0009-0000-7553-7222>

S.P. Zhukov, <https://orcid.org/0000-0003-0236-0467>

To cite this article: Dostovalova, D.A. et al., 2026. A retrospective analysis of vegetation on the waste rock dump of a Donbass coal mine. *Ecosystem Transformation* 9 (1), 3–12. <https://doi.org/10.23859/estr-240321>

Received: 21.03.2024

Accepted: 12.12.2024

Published online: 13.02.2026

Введение

Современный мониторинг антропогенно трансформированных экосистем, в том числе породных отвалов в Донбассе, требует системного подхода к комплексному исследованию многолетней динамики их фиторазнообразия. В частности, проводились исследования по оценке вредных воздействий в условиях жилой застройки крупных городов (Епринцев и др., 2019; Калинина, 2019) и биогеохимических показателей природно-территориальных комплексов в зоне влияния промышленных объектов (Калинина и Гермонова, 2018; Слепнев и Попов, 2019).

Сукцессии растительности на техногенных субстратах проявляются как в направленном изменении видового состава, так и в формировании ее фитоценотической структуры. Уже на ранних стадиях сукцессии присутствует совокупность устойчивых видов, которые имеют высокое обилие в субклимаксовой экосистеме. Скорость прохождения стадий сукцессии зависит от инициального прорастания видов в конкретной точке в конкретное время (Миropyчева-Токарева, 1996). Черноземные и суглинистые почвогрунты через 5 лет после их нанесения на отвал на этапе технической рекультивации подвергаются смыву с отвала в пределах 12–17 т/га. В результате естественного зарастания травами через 10 лет смыв почвогрунтов уменьшается в 1.9 раза, при этом на черноземных субстратах естественная растительность практически обеспечивает защиту почвогрунтов от смыва (Навалихин, 2009). Подбор пород для рекультивационных работ должен проводиться с учетом почвенно-климатических условий, рельефа местности, интенсивности эрозионных процессов и базироваться на таких качественно важных характеристиках видов, как олигонитрофильность, солеустойчивость и засухоустойчивость. Породы должны быть обязательно аборигенными, сходными по видовому составу с растущими в ближайших к отвалам лесных массивах (Родаева, 2004). Моделирование экотопов в карьере, посев многолетних трав, посадка деревьев и кустарников подходящего ассортимента способствуют увеличению видового и фитоценотического разнообразия растительного покрова карьера и ускоряют его формирование на 15–20 лет (Глазырина, 2002; Кулагин, 1998).

Для успешного восстановления нарушенных ландшафтов необходимо использовать несколько видов древесных растений. Это связано с тем, что биологические особенности и различная избирательная поглотительная и аккумулирующая способности древесных растений обеспечивают эффективную биологическую консервацию токсичных соединений отвальных грунтов. При лесной рекультивации промышленных отвалов сокращается водно-ветровая эрозия отвальных грунтов, ряд токсичных элементов аккумулируется в многолетних частях древесных растений, снижается уровень вторичного загрязнения прилегающих ландшафтов (Ведерников, 2002).

Наилучшими фитомелиорантами являются сосна обыкновенная, лиственница сибирская, береза повислая и облепиха крушиновая. Они перспективны и для использования при рекультивации нарушенных земель (Андроханов, 2005; Методические рекомендации..., 2017).

Высокий уровень содержания металлов в почвогрунтах отвалов определяет повышенный уровень их накопления в органах древесных растений. Наибольшее количество техногенных металлов отмечается в многолетних частях растений (корневой системе, коре и ветвях), а наименьшее – в ассимиляционных органах (листьях). Накопление тяжелых металлов в поглощающих корнях – адаптивная реакция, направленная на выживание древесных растений в экстремальных условиях промышленных отвалов. (Кулагин, 2014; Станченко, 2009; Титов и др., 2007). Под пологом древесных насаждений на отвалах идет формирование почвенного покрова, особенности которого определяются составом и свойством грунтов, видовым составом древесных растений, их возрастом и мозаичностью произрастания.

При сопоставлении материалов исследований 1982–1986 гг. и 2008–2011 гг. отмечено, что в процессе формирования почвенного покрова на отвалах под пологом лесных насаждений наблюдаются положительные изменения таких параметров, как общий углерод, рН, содержание фосфора, обменного кальция и магния, что свидетельствует о вкладе древесных растений в биологическую рекультивацию промышленных отвалов (Радостева, 2011).

Целью работы является ретроспективный анализ растительности модельного породного отвала шахты 5-6 им. Димитрова, г. Донецк, ДНР.

Материалы и методы

Оценка жизненного состояния древесных пород, их видового состава и разнообразия в данной работе проводилась только для древесных растений по методике В.А. Алексеева без замера диаметра ствола и высоты (Алексеев, 1989). Характеристика травянистых сообществ представлена лишь констатацией факта существования сформировавшейся посадки на отвале определенного вида.

Результаты и обсуждение

Климат в Донецке (Донецкая Народная Республика) – умеренно континентальный, аридный. Среднемесячная температура воздуха в январе $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, в июле $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры воздуха $-31\text{ }^{\circ}\text{C}$ зафиксирован 11 января 1950 г., абсолютный максимум наблюдался 18 июля 2021 г. и составил $+41\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зимой господствуют северо-восточные и восточные ветры, летом – северо-западные и западные ветры. Осадков выпадает в среднем 493 мм в год.

Отвал шахты № 5-6 (N 48.002605°E 37.843197°) расположен в черте г. Донецка в непосредственной близости от жилой застройки, рыночных павильонов, школ и крупных автомагистралей (Рис. 1). Начал эксплуатироваться в 1915 г. и был остановлен в 1967 г., после 52 лет эксплуатации, исключая период Великой Отечественной войны и послевоенного восстановления (1941–1954 гг.). Первоначально отвал имел 4 конусных вершины высотой до 48 м, общий объем породы составлял более полутора миллионов тонн. Площадь основания 58000 м², объем отходов – 900 тыс. м². Горение отмечалось отдельными участками с самого начала отсыпки (Коршиков и др., 1994).

На отвале шахты № 5-6 был в полном объеме осуществлен первый этап рекультивации – горнотехнический. Проект тушения и переформирования отвала был выполнен спецуправлением по тушению, профилактике горения и рекультивации ПО «Донецкуголь», а проект террасирования, выполаживания склонов и озеленения – Донецким ботаническим садом.

Технический этап рекультивации начался в 1976 г., после тушения пожара на отвале, и предусматривал переформирование со снятием конических вершин. На плоскую вершину и террасы в том же 1976 г. был завезен грунт и распределен слоем толщиной 0.2–0.8 м. Весной 1977 г. были произведены первые посадки 6670 стандартных семян белой акации *Robinia pseudoacacia*. В ходе наблюдений был отмечен лучший рост растений на участках с потенциально-плодородным слоем. Улучшение роста растений наблюдалось и на откосах при переносе глины осадками с плато и террас на нижележащие участки. Средняя приживаемость семян в 1977 г. составила 84%. В 1978 г. было дополнительно высажено 12000 семян того же вида, а также проведен посев травы на площади более 30400 м² (вершина и террасы). Применялись бобово-злаковые смеси и чистые посевы для испытания различных вариантов. Использовались донник, пырей, колосняк, житняк, клевер, различные виды люцерны. Экспериментальные посадки растений на отвале проводятся сотрудниками Донецкого ботанического сада до настоящего времени (Жуков, 2018; Жуков и Мартынова, 2015).

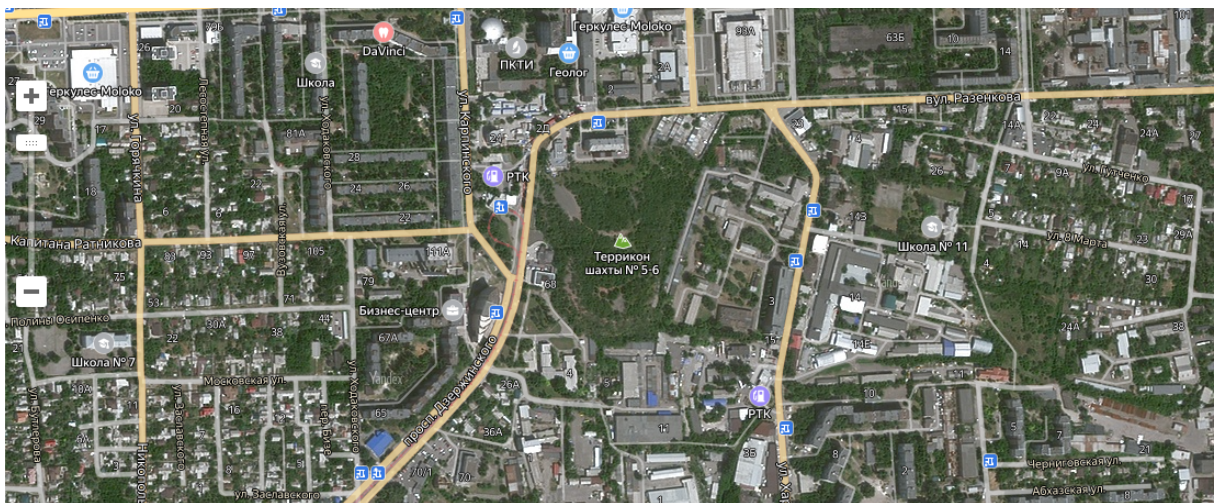


Рис. 1. Картограмма расположения породного отвала шахты 5-6 им. Димитрова.

На основании комплексного многолетнего мониторинга динамики фиторазнообразия породного отвала за 47 лет начиная с момента его озеленения были выделены три временных периода:

- 1) 1977–2000 гг. – начало биологической рекультивации отвала, первые опытные посадки;
- 2) 2001–2023 гг. – новые экспериментальные посадки Донецкого ботанического сада;
- 3) 2024 г. – текущее фиторазнообразие отвала.

Результаты наблюдения динамики видового состава растений на породном отвале за 1978–2024 гг. (Отчет по научно-исследовательской работе..., 2013; Рекомендации по выращиванию..., 1982) представлены в Табл. 1.

Табл. 1. Растительность породного отвала шахты 5-6 им. Димитрова.

Год	Наблюдаемые виды древесных растений
1978	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn <i>Elytrigia repens</i> L. <i>Medicago sativa</i> L. <i>Melilotus albus</i> Medik. <i>Melilotus officinalis</i> L. <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Trifolium pratense</i> L.
2010	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn <i>Elytrigia repens</i> L. <i>Gypsophila scorzonerifolia</i> Ser. <i>Hyssopus officinalis</i> L. <i>Medicago sativa</i> L. <i>Melilotus albus</i> Medik. <i>Melilotus officinalis</i> L. <i>Quercus rubra</i> L. <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Trifolium pratense</i> L.
2024	<i>Acer negundo</i> L. <i>Acer tataricum</i> L. <i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn <i>Ailanthus altissima</i> Mill. <i>Betula pendula</i> Roth <i>Cornus mas</i> L. <i>Crataegus laevigata</i> Poir. <i>Elytrigia repens</i> L. <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh. <i>Gypsophila scorzonerifolia</i> Ser. <i>Hyssopus officinalis</i> L. <i>Juglans regia</i> L. <i>Ligustrum vulgare</i> L. <i>Malus sylvestris</i> L. <i>Medicago sativa</i> L. <i>Melilotus albus</i> Medik. <i>Melilotus officinalis</i> L. <i>Populus balsamifera</i> L. <i>Prunus armeniaca</i> L. <i>Prunus avium</i> L. <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. <i>Prunus mahaleb</i> L. <i>Quercus robur</i> L. <i>Rhus typhina</i> L. <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Rosa cinnamomea</i> L. <i>Sorbus intermedia</i> Ehrh. <i>Symphoricarpos</i> Dill. <i>Syringa vulgaris</i> L. <i>Trifolium pratense</i> L. <i>Ulmus pumila</i> L.

Для выделения динамики видового разнообразия растительных организмов отвала в процессе его антропогенной трансформации как экотопа, были выбраны контрольные годы 1978, 2010 и 2024 г., позволяющие проследить специфику изменения показателей на фоне наблюдаемых процессов изменения и развития промышленности, а значит, индустриального загрязнения природных экосистем и закрепления породного отвала.

Анализ многолетней динамики фиторазнообразия на породном отвале позволил выяснить, что *Robinia pseudoacacia* показала наилучшую сохранность растений и является наиболее перспективным видом для рекультивации породного отвала. В 2024 г. на отвале наблюдалось распространение самозаносных видов (например, *Ailanthus altissima*, *Juglans regia*, *Prunus cerasifera*), а также прирост и распространение видов древесных растений (*Ulmus pumila*, *Betula pendula*, *Quercus robur* и др.). Отмечено, что в 2024 г. по сравнению с 2010 г. произошло разрастание посадок *Elytrigia repens* и *Medicago sativa*.

В целом 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%. Относительное жизненное состояние древостоя на породном отвале ш. 5-6 г. Донецка оценивается как «ослабленное».

Наиболее распространенными повреждениями 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%).

Выводы

В ходе исследований установлено, что состояние субстрата породного отвала оказывает негативное воздействие на состояние древесных растений, происходит видоизменение листового аппарата и побега, а также происходит замещение аборигенных видов растений самозаносными. Дальнейшие исследования химического состава субстрата и растительного материала позволят точно понять систему перемещения загрязнителей из почвы в растение.

Список литературы

- Алексеев, В.А., 1989. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. *Лесоведение* 4, 51–57.
- Андроханов, В.А., 2005. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. *Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Новосибирск, Россия, 314 с.
- Ведерников, К.Г., 2002. Лесная рекультивация и оптимизация техногенных ландшафтов (на примере промышленных отвалов Кумертаутского бурогоугольного разреза). *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Тольятти, Россия, 16 с.
- Глазырина, М.А., 2002. Особенности формирования флоры и растительности в условиях отвалов и карьеров открытых угольных разработок (на примере Челябинского бурогоугольного бассейна). *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Екатеринбург, Россия, 17 с.
- Епринцев, С.А., Клепиков, О.В., Шекоян, С.В., Жигулина, Е.В., 2019. Исследование социально-экологических условий, определяющих устойчивое развитие регионов России. *Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем* 1 (4), 212–216. <https://doi.org/10.23885/2500-395X-2019-1-4-212-216>
- Жуков, С.П., 2018. Слияние рекультивированных отвалов шахт с городским ландшафтом как вариант экологической оптимизации старопромышленных территорий. *Сборник научных трудов ГНБС* 147, 210–211.

- Жуков, С.П., Мартынова, Е.А., 2015. Отвал шахты №5-6 г. Донецка: 100-летний юбилей, ретроспективы и перспективы. *Сборник научных работ региональной конференции «Комплексное использование природных ресурсов», Донецк, 10.12.2015.* ДонНТУ, Донецк, Украина.
- Калинина, А.В., 2019. Популяционный мониторинг техногенных экотопов некоторых породных отвалов г. Макеевки. В: Ашихмина, Т.Я. (ред.), *Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем.* Издательство ВятГУ, Киров, Россия, 13–15.
- Калинина, А.В., Гермонова, Е.А., 2018. Геостратегическая визуализация фитоценозов породных отвалов угольных шахт г. Макеевки в условиях самозарастания и рекультивации. *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона 3–4*, 28–34.
- Коршиков, И.И., Котов, В.С., Михеенко, И.П., 1994. Фитоиндикация качества окружающей среды в техногенных районах. В: Кондратюк, Е.Н. (ред.), *Каталог разработок Донецкого ботанического сада.* Донецк, Украина, 14–15.
- Кулагин, А.Ю., 1998. Ивы: техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов. Гилем, Уфа, Россия, 193 с.
- Кулагин, А.Ю., 2014. Лесная рекультивация отвалов горнодобывающей промышленности в Республике Башкортостан: 25-летний опыт. *Материалы V международной научной конференции «Восстановление нарушенных природных экосистем», Донецк, 12–15.05.2014.* Донецк, 315–317.
- Миронычева-Токарева, Н.П., 1996. Сукцессии растительности и динамика растительного вещества при зарастании отвалов лесостепной зоны юга Средней Сибири. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.* Томск, Россия, 21 с.
- Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе, 2017. Ю.А. Манаков (ред.). КРЭОО «Ирбис», Кемерово, Россия, 44 с.
- Навалихин, С.В., 2009. Роль биологической рекультивации в защите отвалов Лебединского горно-обогатительного комбината КМА от эрозии. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.* Волгоград, Россия, 20 с.
- Отчет по научно-исследовательской работе «Обследование 7 недействующих породных отвалов шахт ДП «Артемуголь» (СП «Шахта им. Гаевого», СП «Шахта им. К.А. Румянцева», СП «Шахта им. В.И. Леинина», СП «Шахта им. М.И. Калинина»), и выдача рекомендаций по их биологической рекультивации, 2013. Национальная Академия Наук Украины – Донецкий ботанический сад, Донецк, Украина, 32 с.
- Радостева, Э.Р., 2011. Эколого-биологическая характеристика насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth) при лесной рекультивации отвалов горнодобывающей промышленности (Республика Башкортостан). *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.* Уфа, Россия, 21 с.
- Рекомендации по выращиванию и использованию новых перспективных древесных экзотов для озеленения Донбасса, 1982. Кондратюк, Е.Н. (ред.). Донецкий ботанический сад АН УССР, Донецк, СССР, 133 с.
- Родаева, В.В., 2004. Восстановление растительного покрова на отвалах бурогольных месторождений Южного Приморья. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.* Усурийск, Россия, 28 с.

- Слепнев, М.А., Попов, А.В., 2019. Экологическая емкость городских природно- антропогенных территориальных комплексов. *Жилищное строительство* 3, 57–60. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-57-60>
- Станченко, Л.Ю., 2009. Распределение тяжелых металлов в почвах и растительности городских экосистем Калининградской области. *Вестник Российского государственного университета им. И. Канта* 1, 81–85. <https://doi.org/10.5922/2223-2095-2009-1-13>
- Титов, А.Ф., Таланова, В.В., Казнима, Н.М., Лайдинен, Г.Ф., 2007. Устойчивость растений к тяжелым металлам. КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия, 169 с.

References

- Alekseev, V.A., 1989. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev [Diagnostics of the vital condition of trees and stands]. *Lesovedenie [Forestry Science]* 4, 51–57. (In Russian).
- Androkhanov, V.A., 2005. Pochvenno-ekologicheskoe sostoyanie tekhnogennykh landshaftov: dinamika i otsenka [Soil and ecological status of man-made landscapes: dynamics and assessment]. *PhD in Biology thesis*. Novosibirsk, Russia, 314 p. (In Russian).
- Glazyrina, M.A., 2002. Osobennosti formirovaniya flory i rastitel'nosti v usloviyakh otvalov i kar'erov otkrytykh ugol'nykh razrabotok (na primere Chelyabinskogo burougol'nogo basseina) [Features of flora and vegetation formation in the conditions of dumps and quarries of open-pit coal mining (on the example of the Chelyabinsk brown coal basin)]. *PhD in Biology thesis abstract*. Ekaterinburg, Russia, 17 p. (In Russian).
- Eprintsev, S.A., Klepikov, O.V., Shekoyan, S.V., Zhigulina, E.V., 2019. Issledovanie sotsial'no-ekologicheskikh uslovii, opredelyayushchikh ustoichivoe razvitie regionov Rossii [The study of socio-ecological conditions determining the sustainable development of Russian regions]. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Sistemnyi analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh system [Ecology. Economy. Computer science. Series: System analysis and modeling of economic and ecological systems]* 1 (4), 212–216. (In Russian). <https://doi.org/10.23885/2500-395X-2019-1-4-212-216>
- Kalinina, A.V., 2019. Populyatsionnyi monitoring tekhnogennykh ekotopov nekotorykh porodnykh otvalov g. Makeevki [Population monitoring of technogenic ecotopes of some rock dumps in Makeyevka]. In: Ashikhmina, T.Ya. (ed.), *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnnykh i prirodno-tekhnogennykh system [Biodiagnostics of the state of natural and man-made systems]*. Vyatka State University Publishing House, Kirov, Russia, 13–15. (In Russian).
- Kalinina, A.V., Germonova, E.A., 2018. Geostrategicheskaya vizualizatsiya fitotsenozov porodnykh otvalov ugol'nykh shakht g. Makeevki v usloviyakh samozarastaniya i rekul'tivatsii [Geostrategic visualization of phytocenoses of rock dumps of coal mines in Makeyevka in conditions of self-flooding and reclamation]. *Problemy ekologii i okhrany prirody tekhnogennogo regiona [Problems of Ecology and Nature Protection of a Man-Made Region]* 3–4, 28–34. (In Russian).
- Korshikov, I.I., Kotov, V.S., Mikheenko, I.P., 1994. Fitoindikatsiya kachestva okruzhayushchei sredy v tekhnogennykh raionakh [Phyto-indication of environmental quality in man-made areas]. In: Kondratyuk, E.N. (ed.), *Katalog razrabotok Donetskogo botanicheskogo sada [Catalog of developments of the Donetsk Botanical Garden]*. Donetsk, Ukraine, 14–15. (In Russian).
- Kulagin, A.Yu., 1998. Ivy: tekhnogenez i problemy optimizatsii narushennykh landshaftov [Willows: technogenesis and problems of optimization of disturbed landscapes]. Gilem, Ufa, Russia, 193 p. (In Russian).

- Kulagin, A.Yu., 2014. Lesnaya rekul'tivatsiya otvalov gornodobyvayushchei promyshlennosti v Respublike Bashkortostan: 25-letnii opyt [Forest reclamation of mining dumps in the Republic of Bashkortostan: 25 years of experience]. *Materialy V mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Vosstanovlenie narushennykh prirodnnykh ekosistem» [Proceedings of the V International Scientific Conference "Restoration of disturbed natural ecosystems"]*, Donetsk, 12–15.05.2014. Donetsk, 315–317. (In Russian).
- Mironycheva-Tokareva, N.P., 1996. Suktsessii rastitel'nosti i dinamika rastitel'nogo veshchestva pri zarastanii otvalov lesostepnoi zony yuga Srednei Sibiri [Vegetation successions and dynamics of plant matter during overgrowth of dumps in the forest-steppe zone of southern Central Siberia]. *PhD in Biology thesis abstract*. Tomsk, Russia, 21 p. (In Russian).
- Metodicheskie rekomendatsii po lesnoi rekul'tivatsii narushennykh zemel' na predpriyatiyakh ugol'noi promyshlennosti v Kuzbasse [Methodological recommendations on forest reclamation of disturbed lands at coal industry enterprises in Kuzbass], 2017. Yu.A. Manakov (ed.). *Kemerovo Regional Environmental Public Organization «Irbis»*, Kemerovo, Russia, 44 p. (In Russian).
- Navalikhin, S.V., 2009. Rol' biologicheskoi rekul'tivatsii v zashchite otvalov Lebedinskogo gornobogatitel'nogo kombinata KMA ot erozii [The role of biological reclamation in protecting the landfills of the Lebedinsky Mining and Processing Plant KMA from erosion]. *PhD in Biology thesis abstract*. Volgograd, Russia, 20 p. (In Russian).
- Otchet po nauchno-issledovatel'skoi rabote «Obsledovanie 7 nedeistvuyushchikh porodnykh otvalov shakht DP «Artemugol'» (SP «Shakhta im. Gaevogo», SP «Shakhta im. K.A. Rummyantseva», SP «Shakhta im. V.I. Leinina», SP «Shakhta im. M.I. Kalinina»), i vydacha rekomendatsii po ikh biologicheskoi rekul'tivatsii [The report on the research work "Survey of 7 inactive rock dumps of mines DP "Artemugol" (JV "Mine named after Gaeva", JV "K.A. Rummyantsev Mine", JV "V.I. Lenin Mine", JV "M.I. Kalinin Mine"), and the issuance of recommendations for their biological reclamation], 2013. *Natsional'naya Akademiya Nauk Ukrainy – Donetskii botanicheskii sad [National Academy of Sciences of Ukraine – Donetsk Botanical Garden]*. Donetsk, Ukraine, 32 p. (In Russian).
- Radosteva, E.R., 2011. Ekologo-biologicheskaya kharakteristika nasazhdenii sosny obyknovlennoi (*Pinus sylvestris* L.) i berezy povisloi (*Betula pendula* Roth) pri lesnoi rekul'tivatsii otvalov gornodobyvayushchei promyshlennosti (Respublika Bashkortostan) [Ecological and biological characteristics of stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and birch (*Betula pendula* Roth) during forest reclamation of mining dumps (Republic of Bashkortostan)]. *PhD in Biology thesis abstract*. Ufa, Russia, 21 p. (In Russian).
- Rekomendatsii po vyrashchivaniyu i ispol'zovaniyu novykh perspektivnykh drevesnykh ekzotov dlya ozeleneniya Donbassa [Recommendations on the cultivation and use of new promising tree exotics for landscaping Donbass], 1982. Kondratyuk, E.N. (ed.). Donetsk Botanical Garden of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Donetsk, USSR, 133 p. (In Russian).
- Rodaeva, V.V., 2004. Vosstanovlenie rastitel'nogo pokrova na otvalakh burougol'nykh mestorozhdenii Yuzhnogo Primor'ya [Restoration of vegetation cover on the dumps of the lignite deposits of Southern Primorye]. *PhD in Biology thesis abstract*. Ussuriisk, Russia, 28 p. (In Russian).
- Slepnev, M.A., Popov, A.V., 2019. Ekologicheskaya emkost' gorodskikh prirodno- antropogennykh territorial'nykh kompleksov [Ecological capacity of urban natural and anthropogenic territorial complexes]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo [Housing Construction]* 3, 57–60. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-57-60>

- Stanchenko, L.Yu., 2009. Raspredelenie tyazhelykh metallov v pochvakh i rastitel'nosti gorodskikh ekosistem Kaliningradskoi oblasti [Distribution of heavy metals in soils and vegetation of urban ecosystems of the Kaliningrad region]. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo universiteta im. I. Kanta* [Bulletin of the I. Kant Russian State University] 1, 81–85. (In Russian). <https://doi.org/10.5922/2223-2095-2009-1-13>
- Titov, A.F., Talanova, V.V., Kaznima, N.M., Laidinen, G.F., 2007. Ustoichivost' rastenii k tyazhelym metallam [Plant resistance to heavy metals]. *Karelian Scientific Centre RAS*, Petrozavodsk, Russia, 169 p. (In Russian).
- Vedernikov, K.G., 2002. Lesnaya rekul'tivatsiya i optimizatsiya tekhnogennykh landshaftov (na primere promyshlennykh otvalov Kumertautskogo burougol'nogo razreza) [Forest reclamation and optimization of man-made landscapes (on the example of industrial dumps of the Kumertaut brown coal mine)]. *PhD in Biology thesis abstract*. Tol'yatti, Russia, 16 p. (In Russian).
- Zhukov, S.P., 2018. Sliyanie rekul'tivirovannykh otvalov shakht s gorodskim landshaftom kak variant ekologicheskoi optimizatsii staropromyshlennykh territorii [Merging of reclaimed mine dumps with the urban landscape as an option for environmental optimization of old industrial territories]. *Sbornik nauchnykh trudov GNBS* [Collection of scientific papers of State Nikitsky Botanical Garden] 147, 210–211. (In Russian).
- Zhukov, S.P., Martynova, E.A., 2015. Otval shakhty № 5-6 g. Donetska: 100-letnii yubilei, retrospektivy i perspektivy [Mine dump No. 5-6 Donetsk: 100th anniversary, retrospectives and prospects]. *Sbornik nauchnykh rabot regional'noi konferentsii «Kompleksnoe ispol'zovanie prirodnykh resursov»* [Collection of scientific papers of the regional conference "Integrated use of Natural resources"], Donetsk, 10.12.2015. Donetsk National Technical University, Donetsk. (In Russian).