

Оригинальная статья

DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.3/9>

УДК 630*233:631*618



Динамика естественного зарастания травянистой растительностью насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при рекультивации гидроотвала Курской магнитной аномалии

Элла И. Трещевская¹, ehlht@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1454-4095>

Елена Н. Тихонова¹, tichonova-9@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9039-9822>

Инна В. Голядкина¹ , golyadkina@vgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4532-3810>

Светлана В. Трещевская¹, streshchevskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2363-8512>

Николай И. Якимов², yakimov@belstu.by <https://orcid.org/0009-0007-0105-6822>

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия

²Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь

Для улучшения условий роста лесных культур на гидроотвале Березовый лог Курской магнитной аномалии (КМА) было проведено землевание плодородным слоем чернозема, снятым в процессе разработки месторождения. Анализ естественного зарастания гидроотвала необходим для комплексной оценки условий произрастания. Нами он осуществлялся до и после посадки на отвале лесных культур. До проведения землевания на песчаном отвале травянистая растительность не поселялась. Самозарастание началось после нанесения на поверхность гидроотвала плодородного слоя. Более активно зарастала северная часть отвала. Здесь было обнаружено 20 видов трав, относящихся к 10 семействам, в количестве 153 шт./м². Через четыре года, в 6-летних культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), был отмечен более богатый флористический состав. Были зарегистрированы 30 видов травянистых растений, на долю малолетников из которых приходится 54 %. Травянистая растительность в этот период представлена в основном разнотравьем, почти полным отсутствием бобовых и небольшим участием злаков. В 40-летних культурах сосны было зарегистрировано 32 вида трав, относящихся к 13 семействам. Из них под пологом насаждения произрастают 11 видов. Возросло участие в травостое представителей семейств Злаковые и Сложноцветные. Травы являются конкурентом лесных культур за влагу и питательные вещества до возраста смыкания. К лесной рекультивации необходимо приступать сразу после нанесения плодородного слоя. К моменту массового появления сорняков они не будут представлять угрозу лесным культурам.

Ключевые слова: техногенно нарушенные земли, лесные насаждения, сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., гидроотвал, травянистая растительность, естественное зарастание, лесная рекультивация.

Финансирование: данное исследование не получало внешнего финансирования.


Благодарности: авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.


Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.


Для цитирования: Динамика естественного зарастания травянистой растительностью насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при рекультивации гидроотвала Курской магнитной аномалии / Э. И. Трещевская, Е. Н. Тихонова, И. В. Голядкина, С. В. Трещевская, Н. И. Якимов // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 3 (51). – С. 117–130. – Библиогр.: с. 126–129 (23 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.3/9>.


Поступила 04.10.2023. Пересмотрена 18.11.2023. Принята 18.11.2023. Опубликована онлайн 30.11.2023

Dynamics of grass natural overgrowth in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands during reclamation of hydrodump of the Kursk magnetic anomaly

Ella I. Treschevskaya¹, ehllt@yandex.ru,  <https://orcid.org/0000-0003-1454-4095>

Elena N. Tikhonova¹, tikhonova-9@mail.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-9039-9822>

Inna V. Golyadkina¹, golyadkina@vgtu.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-4532-3810>

Svetlana V. Treschevskaya¹, streshchevskaya@mail.ru,  <https://orcid.org/0000-0002-2363-8512>

Nikolaj I. Yakimov², yakimov@belstu.by  <https://orcid.org/0009-0007-0105-6822>

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation

²Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a, Minsk, 220006, Republic of Belarus

Abstract

To improve the conditions for the growth of forest stands on the Berezovy Log Kursk Magnetic Anomaly (KMA) has been conducted applying fertile topsoils, filmed during the development of the deposit. The analysis of the natural growth of the hydro dump is necessary for an integrated assessment of the growing conditions. We carried out it before and after planting on a dump of forest stands. Prior to the applying fertile topsoils, the herbaceous vegetation had not settled on the sand. Natural overgrowth began after the applying fertile topsoils on the surface of the hydro dumps. The northern part of the dump became more active in natural overgrowth. Twenty species of herbs belonging to 10 families were found here, numbering 153 pcs/m². Four years later, in six-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands, a richer floristic composition was noted. Thirty species of herbaceous plants have been recorded, of which 54% are with short life-span. Herbaceous vegetation during this period is represented mainly by heterogeneous grass, almost total absence of legumes and small participation of *Gramineae*. In 40-year-old Scots pine stands, 32 species of grass on the edge and 11 species under the canopy of the plantation were considered, belonging to 13 families. The participation of members of the families of *Gramineae* and *Compositae* has increased. Herbs compete with forest stands for moisture and nutrients up to the age of clamping. It is concluded that forest reclamation should be started immediately after fertile application.

Keywords: *post-technogenic areas, forest stands, Scots pine, Pinus sylvestris* L., *hydrodump, herbaceous vegetation, natural overgrowth, forest reclamation*

Funding: this research received no external funding.

Acknowledgments: the authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Treschevskaya E. I., Tikhonova E. N., Golyadkina I. V., Treschevskaya S.V., Yakimov N. I. (2023). Dynamics of grass natural overgrowth in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands during reclamation of hydrodump of the Kursk magnetic anomaly. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering journal], Vol. 13, No. 3 (51), pp. 126-129 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.3/9>.

Received 04.10.2023. **Revised** 18.11.2023. **Accepted** 18.11.2023. **Published online** 30.11.2023.

Введение

Железистые кварциты являются одним из богатейших полезных ископаемых, добываемых в

нашей стране. Основной объем их добычи приходится на Курскую магнитную аномалию (КМА), расположенную в лесостепной зоне на территории

Белгородской, Курской и Орловской областей ЦФО РФ. Обратной стороной успешной деятельности горнодобывающей промышленности является возникновение нарушенных земель, на которых активно развиваются водная эрозия и дефляция, а также наносится ущерб ряду других важных экосистемных функций [16,21,22]. Наибольшее распространение эти экзогенные процессы имеют на отвалах как преобладающих формах рельефа в техногенных ландшафтах.

Роль растительности в восстановлении нарушенных земель – неопределима. Травы, кустарники и деревья могут появляться на нарушенных землях естественным, искусственным и комбинированным путями. В результате изменения природных условий на техногенных ландшафтах появляется неоднородная пионерная растительность. Естественное поселение растительности во многом зависит от видового разнообразия ненарушенных биогеоценозов, окружающих отвалы.

Самозарастание отвалов начинается с поселения на них травянистой растительности. Скорость самозарастания зависит от способа формирования отвала, его возраста, характера грунтосмеси и др. Медленнее всего зарастают гидроотвалы, сложенные песками и песчано-меловыми смесями [2,13].

Вопросами естественного зарастания отвалов, а также проблемами лесной рекультивацией отвалов КМА начали заниматься сотрудники НИИКМА имени Л. Д. Шевякова, Курского сельскохозяйственного института (сейчас Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова), а также Воронежского лесотехнического института (сейчас Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова) с 1969 года. Результаты их исследований отражены в работах Бурыкина А. М., Пигорева И. Я. [6, 7], Стифеева А. И. [9], Трещевского И. В., Иванова Ф. Е. и Панкова Я. В. [11] и др. По итогам исследований этими авторами, а также рядом зарубежных [14,15,17,18] сделан вывод, что на естественное восстановление техногенно нарушенных ландшафтов полностью рассчитывать не приходится, т. к. оно протекает очень медленно. Для более эффективной защиты и восстановления

нарушенных земель необходимо проведение лесной рекультивации. При этом Белов Л.А. с соавторами (2021) подчеркивают, что рекультивация является дорогостоящим трудоемким мероприятием и при ее проведении всегда пытаются максимально использовать возможности природных экосистем к естественному восстановлению [1].

Осипенко Р.А. и др. (2020) в своей работе указывает, на то, что в целях минимизации затрат весьма актуально изучение формирования первичных сукцессий на нарушенных землях. Особого внимания заслуживают данные о формировании естественных травянистых фитоценозов [3].

Несмотря на значительное количество исследований по вопросам рекультивации в различных регионах нашей страны и за рубежом [12,19,20,23], необходимо изучение мероприятий по восстановлению в зависимости от конкретных условий образования и вида нарушенных земель [4].

Цель исследования – анализ динамики естественного зарастания гидроотвала железорудного месторождения КМА до и после проведения лесной рекультивации. Пионером естественного зарастания в условиях отвалов является травянистая растительность. В связи с этим для достижения поставленной цели решались следующие задачи: учёт видового состава трав и их количества в зависимости от экспозиции откосов упорной призмы гидроотвала до проведения лесной рекультивации и сравнительная характеристика с данными, полученными после проведения лесной рекультивации (культуры сосны различного возраста).

Материалы и методы

Предмет и объект исследований

Объектами исследований послужили растительные группировки, сформировавшиеся на гидроотвале Березовый лог Лебединского горно-обогатительного комбината Курской магнитной аномалии – 51°14'53"с.ш. 37°35'21" в.д.

Гидроотвал является самым большим отвалом в Белгородской области, его площадь составляет более 1100 га. Гидроотвал Березовый лог начал формироваться с 1965 года путем гидравлического намыва песка с небольшим содержанием мела в балку Березовый лог площадью 449 га.

Упорная призма представляет собой западную часть гидроотвала. Она сформирована отдельными уступами и представлена 3-4 призмами. Высота отвала составляет 40-46 м, крутизна откосов – до 30°.

В первый период формирования упорной призмы она состояла из чистого промытого песка. Закрепить поверхность отвала с помощью посева трав не представлялось возможным из-за дефляции песчаного грунта. Выращивание древесно-кустарниковой растительности было возможно только у основания отвала, в условиях лучшего увлажнения. Оно началось в 1972 г., но более активно шло в 1976-1977 гг.

В 1975-1976 гг. для улучшения условий роста лесных культур было проведено землевание снятым с черноземов в процессе разработки месторождения плодородным слоем мощностью от 30 до 80 см и более.

Сбор данных

Зарастание отвалов естественным путем в первую очередь начинается с поселения на них травянистой растительности. Естественное зарастание травами изучалось нами до и после проведения лесной рекультивации на трех откосах упорной призмы.

Для изучения травянистой растительности закладывались по 5 учетных площадок размером 1 × 1 м на каждом из обследуемых участков. При описании напочвенного покрова указывался видовой состав, жизненная форма, общее проективное покрытие, экологическая группа и экологическая группа. Для каждого вида определялось обилие по шкале Друде.

Анализ данных

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием стандартного пакета Microsoft Office Excel 2016.

Результаты

Анализ естественного зарастания гидроотвала необходим для комплексной оценки условий произрастания, подбора местных видов травянистой растительности (при условии сельскохозяйственного освоения отвала), закрепления его откосов и повышения их противоэрозионной и противодефляционной устойчивости.

В первые годы после формирования гидроотвала в связи с бедностью грунта и значительной дефляцией травянистая растительность на нем не поселялась. Ее бурный рост начался после нанесения на поверхность гидроотвала плодородного слоя. Видовой состав трав и их количество приводится в табл. 1 на трех участках: в северной части упорной призмы (участок 1), в центральной (участок 2) и южной части (участок 3).

Из табл. 1 видно, что на различных участках процесс естественного зарастания упорной призмы травами протекал неодинаково. Более активное зарастание и развитие сорной растительности отмечалось на северном участке (участок 1), где плодородный слой наносился в первую очередь.

В этих условиях было учтено 153 растения на 1 м², что на 20,5 % больше, чем в среднем на всем отвале. Это превышает количество растений на участках 2 и 3 соответственно в 1,5 и 1,2 раза. Здесь обнаружено самое большое разнообразие трав – 20 видов. Из наиболее распространенных встречаются: сурепка обыкновенная (22,9 %), марь белая (18,3 %), бодяк полевой (12,5 %) и молочай прутьевидный (10,5 %).

Такое бурное поселение трав в северной части упорной призмы объясняется значительным временем нахождения чернозема в буртах и сильной засоренностью его семенами трав, которое произошло за длительный период хранения. Поскольку на этом участке горнотехническая рекультивация проводилась в первую очередь, то чернозем брался с внешней стороны, где он был насыщен большим количеством семян сорных растений.

Видовой состав травянистой растительности на гидроотвале до посадки лесных культур

Table 1

Species composition of herbaceous vegetation on the hydro dumps after upper fertile layer application

Семейство Familia	Вид травянистых растений Species	Количество трав на участках, шт./м ² Number of herbs on plots, pcs. /m ²			Среднее количество, шт./м ² Medium, pcs. /m ²
		1	2	3	
1. Капустные (Крестоцветные) – <i>Cruciferae</i>	Сурепка обыкновенная – <i>Barbarea vulgaris</i> Ait. f.	35	34	56	41,7±12,4
2. Молочайные – <i>Euphorbiaceae</i>	Молочай прутьевидный – <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. Et Kit.	16	18	14	16,0±2,0
3. Астровые (Сложноцветные) – <i>Compositae</i>	Бодяк полевой – <i>Cirsium arvense</i> L.	19	4	21	14,7±9,3
	Осот полевой – <i>Sonchus arvensis</i> L.	5	14	10	9,7±4,5
4. Амарантовые – <i>Amaranthaceae</i>	Марь белая – <i>Chenopodium album</i> L.	28	10	-	12,7±14,1
5. Зонтичные – <i>Umbelliferae</i>	Горичник горный – <i>Peucedanum oreoselinum</i> L.	8	-	13	7,0±6,5
6. Подорожниковые – <i>Plantaginaceae</i>	Льнянка обыкновенная – <i>Linaria vulgaris</i> Mill.	11	4	-	5,0±5,6
7. Бурачниковые – <i>Boraginaceae</i>	Липучка раскидистая – <i>Lappula squarrosa</i> Retz. Dumort.	3	7	4	4,7±2,1
8. Гречишные – <i>Polygonoideae</i>	Горец вьюнковый – <i>Fallopia convolvulus</i> L.	7	2	1	3,3±3,2
	Горец птичий – <i>Polygonum aviculare</i> L.	2	-	3	1,7±1,5
9. Яснотковые – <i>Lamiaceae</i>	Пикульник обыкновенный – <i>Galeopsis tetrahit</i> L.	9	-	-	3,0±5,2
10. Вьюнковые – <i>Convolvulaceae</i>	Вьюнок полевой – <i>Convolvulus arvensis</i> L.	2	3	-	1,7±1,5
	Другие виды (встречающиеся единично)	8	4	6	6,0±2,0
Всего растений на 1 м ²		153	100	128	127±26,5

Собственные экспериментальные данные

Source: own experimental data

В центральной части упорной призмы (участок 2) было обнаружено 100 шт растений на 1 м². Это самое незначительное количество трав, что на 21,3 % меньше, чем в среднем на всей плотине. Здесь были зарегистрированы 13 видов травянистых растений, что на 7 видов меньше, чем на участке 1. Самыми распространенными здесь являются сурепка (34,0 %), молочай (18,0 %), осот (14,0 %) и марь (10,0 %). На этом участке почти

отсутствует степная и полупустынная растительность. Такой процесс естественного зарастания на данном участке объясняется тем, что чернозем наносился со средней части бурта, которая в меньшей степени была засорена семенами трав.

В южной части гидроотвала (участок 3) было обнаружено 14 видов травянистых растений со средним количеством 128 штук на 1 м² или столько же, сколько в среднем на всей плотине. Наиболь-

ший процент приходится на сурепку (43,2 %), бодяк (16,4 %) и молочай (10,5 %). Этот участок был покрыт черноземом, в котором семян сорняков было больше, чем на участке 2 и меньше, чем на участке 1.

В связи с большим количеством атмосферных осадков сорная растительность после проведения землевания на гидроотвале получила бурное развитие. Всего было учтено 23 вида трав. Среди единично встречающихся видов были обнаружены татарник колючий (*Carduus nutans* L.), смолевка обыкновенная (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke), подорожник большой (*Plantago major* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.), чернокорень лекарственный (*Cynoglossum officinale* L.), сведа стелющаяся (*Suaeda prostrata* L.), живокость полевая (*Consolida regalis* S.F. Gray.), пупавка красильная (*Anthemis Tinctoria* L.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.).

В процессе повторных исследований, проведенных через четыре года, был отмечен более богатый флористический состав. Возраст сосновых культур к этому времени составил 6 лет. Больших различий по количеству и видовому составу трав внутри насаждения и на опушке отмечено не было. Всего было зарегистрировано 30 видов трав (таблица 2). На долю малолетников приходится более половины – 54 %. Такой высокий процент однолетних растений свидетельствует о молодости образующихся ценозов, которые с течением времени, будучи неспособными конкурировать с многолетниками, уступают им место.

Среди многолетников преобладают осот полевой и бодяк полевой, на долю которых приходится от 10 до 20 %. Немного им уступают подорожник большой и пырей ползучий, составляющие в травостое до 10 %. Еще меньше в травостое встречается тысячелистник обыкновенный – 5 %, и совсем незначительное количество в напочвенном покрове имеют горчица полевая, качим высокий, ромашка непахучая и другие виды, на долю которых приходится всего от 1 до 2 %.

Среди малолетников преобладают смолевка обыкновенная, чертополох крючковатый, марь белая, липучка ежовая, составляющие до 5 % от общего травостоя. От 1 до 2 % образуют травяной покров

донник лекарственный, дурнишник обыкновенный, живокость полевая, горец узловатый и др.

Травянистая растительность в основном представлена разнотравьем, почти полным отсутствием бобовых и небольшим участием злаков (3 экземпляра или 10 % от всего травостоя). Анализ экологических групп свидетельствует о преобладании в напочвенном покрове мезофитов – 70 %, т.е. растений, живущих в условиях средней (достаточной) влажности почвы и воздуха.

Для оценки экосистемного и структурного разнообразия растительного покрова использовали общепринятое в ботанической науке соотношение эколого-ценотических групп (ЭЦГ) [5,8]. На рисунке 1 показано, что преобладающей ЭЦГ является лугово-степная группа, с большим долевым участием подгруппы влажных лугов. В 6-летних культурах сосны число эколого-ценотических групп увеличивается, в том числе за счет адвентивных и заносных видов. В 40-летнем сосновом насаждении основное ядро видов также составляет лугово-степная группа, но появляются уже типичные представители боровой группы, характерные для сосновых лесов.

Процесс заселения растительного черноземного слоя происходит сразу же после отсыпки. Так, если в первый год было зарегистрировано 20 видов трав, то на четвертый – 30 или в 1,5 раза больше. Степень проективного покрытия в первый год составляла до 40 %, на второй – 60-70 %, а на третий-четвертый – 90 %.

Надземная фитомасса трав зависит от увлажненности вегетационного периода. Во влажные годы она составляла 31-55 ц/га, что близко к естественным угодьям примыкающих территорий.

На противоэрозионную устойчивость плодородного слоя травы не оказывают существенного влияния, т.к. до 50 % представлены стержнекорневыми видами. Это указывает на плохие условия влагообеспеченности отвально-техногенных земель.

О характере развития корневых систем можно судить по корнено насыщенности плодородного слоя. В поверхностном слое мощностью 0-10 см на 1 м² насчитывается сосущих корней 951 штука. В слоях 10-20 см – в 1,4 раза меньше, а в слое 20-30 см – в 2,6 раза меньше, чем в поверхностном слое.

Обсуждение

Известно, что сорная растительность потребляет из почвы до 1/3 влаги и питательных элементов. Она создает напряженный водный баланс и питательный режим на техногенно нарушенных

землях. Однако травы являются злостным конкурентом молодым лесным культурам до возраста их смыкания. В дальнейшем, после 6-летнего возраста, лесные насаждения способны сами оказывать влияние на развитие напочвенного покрова.

Таблица 2

Видовой состав травянистой растительности на гидроотвале после проведения лесной рекультивации (возраст сосны 6 лет)

Table 2

Species composition of herbaceous vegetation on the hydro dumps after the forest reclamation (age of pine 6 years)

Вид травянистых растений Species	Биогруппа по продолжительности жизни Life span	Характер корневой системы Root systems	Экологическая группа Ecological groups	Тип растительного Сообщества Plant community	Доля от общего травостоя, % Share of grass standing, %
1. Бодяк полевой – <i>Cirsium arvense</i> L.	многолетник	корнеотпрысковый	мезофит	разнотравье	10-20
2. Выюнок полевой – <i>Convolvulus arvensis</i> L.	многолетник	корнеотпрысковый	мезофит	разнотравье	до 1
3. Донник лекарственный – <i>Melilotus officinalis</i> L.	двулетник	стержнекорневой	мезофит	бобовые	до 2
4. Дурнишник обыкновенный – <i>Xanthium strumarium</i> L.	однолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 1
5. Живокость полевая – <i>Delphinium consolida</i> L.	однолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 1
6. Горчица полевая – <i>Sinapis arvensis</i> L.	многолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 1
7. Горец узловатый – <i>Polygonum nodosum</i> L.	однолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 2
8. Гречишка выюнковая (горец выюнковый) – <i>Fallopia convolvulus</i> L.	однолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 2
9. Змееголовник тимьянолистный – <i>Dracocephalum thymiflorum</i> L.	однодвулетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	2-3
10. Кохия стелющаяся – <i>Kochia prostrata</i> L.	многолетник	стержнекорневой	ксерофит	разнотравье	до 1
11. Качим высочайший – <i>Gypsophila altissima</i> L.	многолетник	стержнекорневой	ксерофит	разнотравье	до 1
12. Липучка ежовая – <i>Lappula squarrosa</i> (Retz.)	многолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 5
13. Льянка обыкновенная – <i>Linaria vulgaris</i> (Mill.)	многолетник	корнеотпрысковый	мезофит	разнотравье	до 1
14. Марь белая – <i>Chenopodium album</i> L.	однолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 5
15. Мелколепестник однолетний - <i>Erigeron annuus</i> L.	однолетник	стержнекорневой	ксерофит	разнотравье	до 1
16. Одуванчик лекарственный – <i>Taraxacum officinale</i> Web. ex Wigg.	многолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 2
17. Овес посевной – <i>Avena sativa</i> L.	однолетник	мочковатая	мезофит	злаки	до 10
18. Осот полевой – <i>Sonchus arvensis</i> L.	многолетник	корнеотпрысковый	мезофит	разнотравье	10-20
19. Подорожник большой – <i>Plantago major</i> L.	многолетник	корневищный	мезофит	разнотравье	до 10
20. Пырей ползучий – <i>Elytrigia repens</i> L.	многолетник	корневищный	мезофит	злаки	до 10
21. Пиккульник обыкновенный – <i>Galeopsis tetrahit</i> L.	однолетник	корневищный	мезофит	разнотравье	до 2
22. Полынь горькая – <i>Artemisia absinthium</i> L.	многолетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 2
23. Ромашка пахучая – <i>Matricaria matricarioides</i> (Less.)	многолетник	корневищный	мезофит	разнотравье	до 2

Природопользование

24. Смолевка обыкновенная (<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke)	двулетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 10
25. Тысячелистник обыкновенный – <i>Achillea millefolium</i> L.	многолетник	стержнекорневой	ксерофит, мезоксерофит	разнотравье	до 5
26. Фиалка полевая – <i>Viola arvensis</i> Murr.	однолетник	мочковатая	мезофит	разнотравье	до 1
27. Чистец болотный – <i>Stachys palustris</i> L.	многолетник	клубневый	мезофит	разнотравье	до 2
28. Чертополох крючочный – <i>Carduus hamulosus</i> Ehrh.	двулетник	стержнекорневой	мезофит	разнотравье	до 5
29. Щетинник сизый – <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult.	однолетник	мочковатая	мезоксерофит, мезофит	злаки	до 1
30. Циклахена дурнишниковая – <i>Cyclachaena xanthifolia</i> Fresen.	однолетник	стержнекорневой	мезоксерофит, мезофит	разнотравье	до 1

Источник: собственные экспериментальные данные авторов

Source: own experimental data

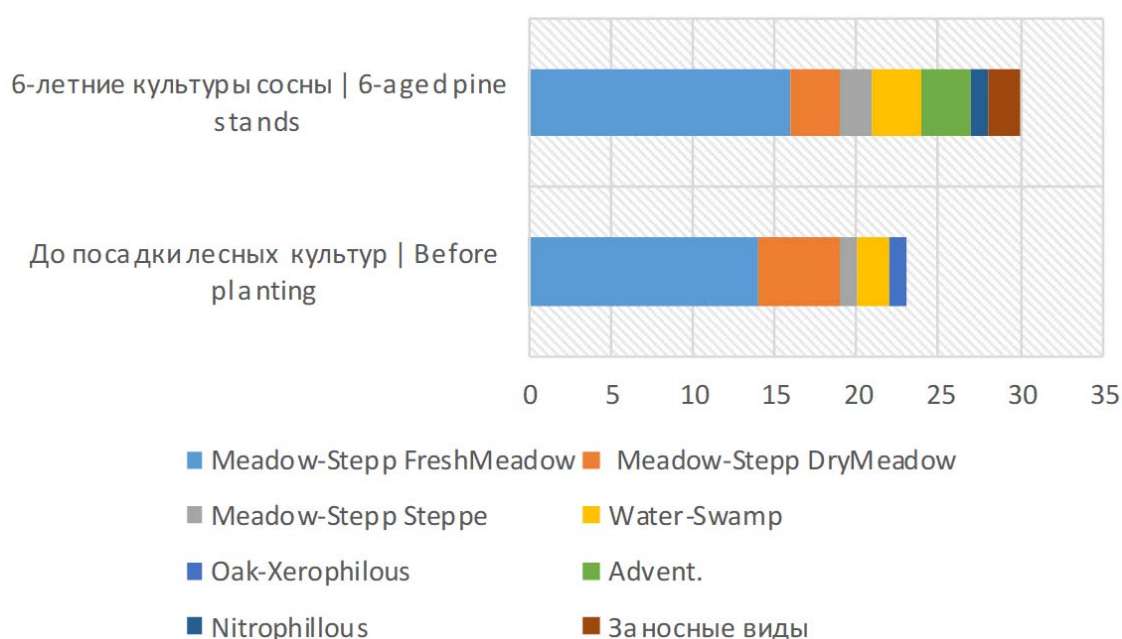


Рисунок 1. Соотношение видов разных эколого-ценотических свит в живом напочвенном покрове рекультивируемой территории гидроотвала Курской магнитной аномалии

Figure 1. The ratio of species of different ecological-coenotic formation in living ground cover of hydrodump reclaimed area, Kursk Magnetic Anomaly

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Как показывают наши наблюдения, живой напочвенный покров в 40-летних насаждениях сосны, заложенных на двухкомпонентном субстрате, достаточно интенсивно развит. При этом необходимо отметить, что на опушке обилие травянистых видов по шкале Друде составляет Soc (сплошь), а под пологом – Cop³ (очень обильно).

Всего в 40-летних культурах сосны было зарегистрировано 32 вида трав, относящихся к 13

семействам. Из них под пологом насаждения произрастают 11 видов. Несмотря на то, что видовое разнообразие травянистых растений под пологом насаждения беднее, степень проективного покрытия составляет 75 %.

По мнению Телесниной В.М. и др. (2023) живой напочвенный покров является индикатором степени увлажнения [10]. Учитывая динамику количества видов травянистой растительности до и

после посадки лесных культур, а также степень проективного покрытия, следует отметить, что с ростом лесных культур водный режим техноземов становится более благоприятным. Средние показатели количества видов травянистых растений до и после проведения рекультивации гидроотвала показаны на рисунке 2. За 34 года общее количество видов травянистых растений на гидроотвале изменилось незначительно. Увеличилось количество злаков.

Появились такие виды как вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* L. Roth.), мятлик дубравный (*Poa nemoralis* L.), овсяница луговая

(*Festuca pratensis* Huds.), костер безостый (*Bromus inermis* Leys.) и другие представители семейства Злаковые (*Gramineae*). Возросло также количество видов разнотравной растительности, в том числе семейства Сложноцветные (*Compositae*). Были зарегистрированы пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), полынь полевая (*Artemisia campestris* L.), пупавка светло-желтая (*Anthemis subtinctoria* Dobroc.) и др. Многие виды, такие как вьюнок полевой, горчица полевая, марь белая и др. были вытеснены культурами сосны из-за недостатка света под пологом насаждения.

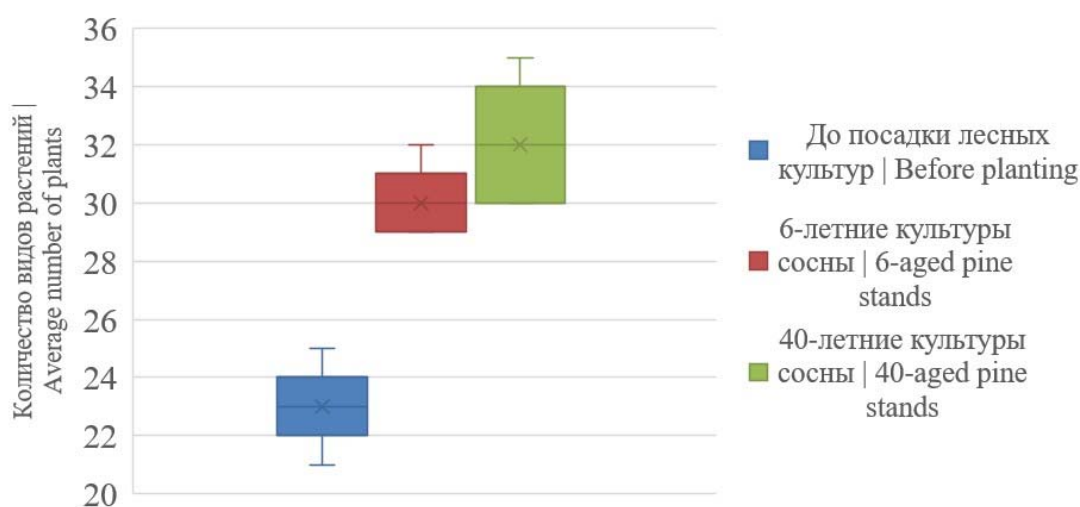


Рисунок 2. Сравнение количества видов травянистых растений на рекультивируемой территории гидроотвала Курской магнитной аномалии

Figure 2. Comparison of the number of herbaceous species on reclaimed areas of hydrodump, Kursk magnetic anomaly

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Травы являются сильным конкурентом лесным культурам за влагу и питательные вещества. Поэтому к лесной рекультивации необходимо приступать сразу после нанесения плодородного слоя.

Выводы

1. На гидроотвалах, сложенных песками и песчано-меловыми смесями, в связи с бедностью грунта и значительной дефляцией травянистая растительность в первые годы не поселяется.

2. Для улучшения лесорастительных условий песчаных и песчано-меловых отвалов в нашей стране и за рубежом применяется землевание. В

результате формируются двухкомпонентные техноземы с поверхностным плодородным слоем (от 30 до 80 см).

3. Бурное появление сорной растительности начинается после нанесения на поверхность отвалов плодородного слоя в связи с большим содержанием в нем семян сорняков, а также их естественным распространением. Семенами трав плодородный слой, снятый с зональных почв в процессе разработки месторождения, насыщается при длительном хранении в буртах.

4. Видовое разнообразие травянистых растений изменяется в зависимости от возраста насаж-

дения. Если до проведения биологической рекультивации количество видов было минимально, то в первый год после землевания было зарегистрировано 20 видов. После проведения биологической рекультивации в 6-летних культурах сосны количество видов достигает уже 30.

5. В 40-летних культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), заложенных на двухкомпонентных техноземах, было зарегистрировано более 30 видов трав, относящихся к 13 семействам. Возросло участие в травостое представителей семейств Злаковые и Сложноцветные.

Список литературы

1. Белов Л. А., Башегуров К. А., Залесов С. В., Зарипов Ю.В., Осипенко Р.А. Эффективность рекультивации выработанного песчаного карьера посевом сосны обыкновенной. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2021;60:7-10. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47200106>
2. Малинина Т. А., Голядкина И. В., Тихонова Е. Н., Деденко Т. П. Оценка водно-физических свойств техногенных субстратов при биологической рекультивации отвалов КМА. Лесотехнический журнал. 2022;1(45): 44-55. DOI 10.34220/issn.2222-7962/2022.1/4.
3. Осипенко Р. А., Осипенко А. Е., Зарипов Ю. В., Залесов С. В. Формирование естественных фитоценозов на выработанном карьере кирпичной глины как начальный этап дальнейшего лесоразведения. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020; № 3(60):111-117. DOI 10.34655/bgsha.2020.60.3.017.
4. Павленко Д. И., Малая М. С., Башегуров К. А., Осипенко Р. А., Белов Л. А. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации песчаных карьеров. Леса России и хозяйство в них. 2022;2(81):19-26. DOI 10.51318/FRET.2022.44.46.003
5. Попова В.Т., Попова А.А., Кондратьева А.К., Цепляев А.Н., Климчик Г.Я., Бельчина О.Г. Динамика напочвенного покрова в биотопах сосновых лесов при фрагментации, вызванной пожарами, в условиях лесостепной зоны. Лесотехнический журнал. 2023;1(49):49-52. DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.1/3>.
6. Пигорев И. Я., Буланова Ж. А. Облесение отвалов вскрышных пород Курской магнитной аномалии (КМА). Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы X международного форума, г.Хэйхэ. Благовещенск. 2019:139-141. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38428959>
7. Пигорев И. Я. Учитель, перед именем твоим... (воспоминания о научном руководителе профессоре Александре Михайловиче Бурькине) . Современная экономика: актуальные проблемы, задачи и траектории развития : материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курск. 2021: 336-340. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47329792&pff=1>
8. Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М.: Наука. 2004. Режим доступа: https://www.impb.ru/eco/eco-ceno_plants_groups.php
9. Стифеев А.И., Нагорная О.В. Основные направления преобразования техноземов в культурные ландшафты. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019; №3:28-34. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38249929>
10. Телеснина В.М., Семенюк О.В., Богатырев Л.Г. Подстилки и живой напочвенный покров биоценозов мелколиственных лесов Московской области. Почвоведение. 2023;7:801-814. DOI: 10.31857/S0032180X2260158X
11. Трещевская Э.И., Панков Я. В., Трещевская С. В., Тихонова Е. Н. Культуры сосны обыкновенной на деградированных и техногенно нарушенных землях ЦЧР : моногр. М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛУ». 2017., 133 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29307651>
12. Чибрик Т.С., Глазырина М. А., Филимонова Е. И., Лукина Н. В. Биоэкологический мониторинг флоры Коркинского железнодорожного отвала № 1 : материалы XV всероссийской научно-практической

конференции с международным участием. Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Киров. 2017:70-74. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30750528>

13. Dedenko T. P., S. V. Navalikhin. Ecological aspect of the industrial soils penetration resistance in wood recultivation of Kursk Magnetic Anomaly. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Jubilee Scientific and Practical Conference "Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)". Voronezh. 2018. DOI 10.1088/1755-1315/226/1/012024.

14. Pietrzykowski M. Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences. Ecological Engineering. 2019;3:100012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoena.2019.100012>

15. Li X., Lei S., Cheng W. et al. Spatio-temporal dynamics of vegetation in Jungar Banner of China during 2000–2017. J. Arid Land 2019;11:837-854. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40333-019-0067-9>

16. Liu S., Liu L., Li J., Zhou Q., Ji Y., Lai W., Long C. Spatiotemporal Variability of Human Disturbance Impacts on Ecosystem Services in Mining Areas. Sustainability 2022;14:7547. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14137547>

17. Macdonald S, Landhausser S., Skousen J., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D., Quide S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions. New Forests. 2015:703-732. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-015-9506-4>

18. McMahan K, Simard S, Grayston S, Anglin L, Lavkulich L. Small-volume additions of forest topsoil improve root symbiont colonization and seedling growth in mine reclamation. Applied Soil Ecology. 2022 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104622>

19. Sarah N. Brown, Rebecca M. Swab. To Establish a Healthy Forest: Restoration of the Forest Herb Layer on a Reclaimed Mine Site," The American Midland Naturalist 2021;186(1):35-50. DOI: <https://doi.org/10.1674/0003-0031-186.1.35>

20. Soriaa R., Rodríguez-Berbela N., Ortega R., Lucas-Borjab M.E., Mirallesa I. Soil amendments from recycled waste differently affect CO₂ soil emissions in restored mining soils under semiarid conditions Journal of Environmental Management. 2021; 294:112894. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112894>

21. Wu Z., Li H., Wang Y. Mapping annual land disturbance and reclamation in rare-earth mining disturbance region using temporal trajectory segmentation. Environ Sci Pollut Res 2021;28:69112-69128. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15480-3>

22. Yang W., Mu Y., Zhang W., Wang W., Liu J., Peng J., Liu X., He T. Assessment of Ecological Cumulative Effect due to Mining Disturbance Using Google Earth Engine. Remote Sens. 2022;14:4381. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14174381>

23. Wang Z., Lechner A.M., Yang Y., Baumgartl T., Wu J. Mapping the cumulative impacts of long-term mining disturbance and progressive rehabilitation on ecosystem services. The Science of the total environment. 2020;717: 137214. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137214>

References

1. Belov L. A., Bashegurov K. A., Zalesov S. V., Zaripov YU.V., Osipenko R.A. Effektivnost' rekul'tivacii vyrabotannogo peschanogo kar'era posevom sosny obyknovennoj [Efficiency of recultivation of the Scots pine sand quarry] Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa =Actual problems of the forest complex.2021; 60:7-10 (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47200106>

2. Malinina T.A., Golyadkina I.V., Tihonova E.N., Dedenko T.P. Ocenka vodno-fizicheskikh svojstv tekhnogennykh substratov pri biologicheskoy rekul'tivacii otvalov KMA. [Assessment of water-physical properties of technogenic substrates during biological recovery of KMA dumps]. Lesotekhnicheskij zhurnal = Forestry Engineering Journal. 2022; 1(45):44-55. (In Russ.). DOI 10.34220/issn.2222-7962/2022.1/4.

3. Osipenko R. A., Osipenko A. E., Zaripov YU. V., Zalesov S. V. Formirovanie estestvennyh fitocenozov na vyrabotannom kar'ere kirpichnoj gliny kak nachal'nyj etap dal'nejshego lesorazvedeniya [Formation of natural phytocenosis on the developed quarry brick clay as an initial stage of further afforestation]. Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova = Bulletin of Buryat State Agricultural Academy. V.R. Filippov.2020; 3(60):111-117. (In Russ.). DOI 10.34655/bgsha.2020.60.3.017.

4. Pavlenko D. I., Malaya M. S., Bashegurov K. A., Osipenko R.A., Belov L.A. Effektivnost' lesohozyajstvennogo napravleniya rekultivacii peschanyh kar'erov [The efficiency of forestry direction of sand quarrying recultivation] Lesa Rossii i hozyajstvo v nih = Russian forests and their economy. 2022; 2(81): 19-26. (In Russ.). DOI 10.51318/FRET.2022.44.46.003

5. Popova V.T., Popova A.A., Kondrat'eva A.K., Ceplyaev A.N., Klimchik G.YA., Bel'china O.G. Dinamika napochvennogo pokrova v biotopah sosnovyh lesov pri fragmentacii, vyzvannoj pozharemi, v usloviyah lesostepnoj zony [Dynamics of the pine forest ground cover in the forest-steppe zone after fires]. Lesotekhnicheskij zhurnal = Forestry Engineering Journal. 2023;1(49):49-52. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.1/3>.

6. Pigorev I. YA., Bulanova ZH. A. Oblesenie otvalov vskryshnyh porod Kurskoj magnitnoj anomalii (KMA) [Afforestation of Open Rock Piles Kursk Magnetic Anomaly (KMA)]. Ohrana i racional'noe ispol'zovanie lesnyh resursov : materialy X mezhdunarodnogo foruma, g.Hejhe = Forest Conservation & Management: Proceedings of the X International Forum, Heihe, (In Russ.). 2019. pp139 -141. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38428959>

7. Pigorev I. YA. Uchitel', pered imenem tvoim... (vospominaniya o nauchnom rukovoditele professore Aleksandre Mihajloviche Burykine) [Teacher, in front of your name... (memoirs about the scientific supervisor Professor Alexander Burykin)] Sovremennaya ekonomika: aktual'nye problemy, zadachi i traektorii razvitiya : materialy II Vserossij-skoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii = Modern Economy: Actual Problems, Tasks and Development Trajectories: Materials of the 2nd All-Russian (National) Scientific and Practical Conference, Kursk, (In Russ.). 2021. pp.336-340. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47329792&pf=1>

8. Smirnova O.V., Hanina L.G., Smirnov V.E. Ekologo-cenoticheskie gruppy v rastitel'nom pokrove lesnogo poyasa Vostochnoj Evropy. Vostochnoevropskie lesa: istoriya v golocene i sovremennost' [Ecological and coenotic groups in the vegetation cover of the forest belt of Eastern Europe. Eastern European forests: history in the Holocene and present]. 2004. (In Russ.). URL: https://www.impb.ru/eco/eco-ceno_plants_groups.php

9. Stifeev A.I., Nikitina O.V., Nagornaya O.V. Osnovnye napravleniya preobrazovaniya tekhnozemov v kul'turnye landshafty [Main directions of technosomes' transformation into cultural landscapes] Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2019; 3:28-34. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38249929>

10. Telesnina V.M., Semenyuk O.V., Bogatyrev L.G. Podstilki i zhivoj napochvennyj pokrov biogecenozov melkolistvennyh lesov Moskovskoj oblasti. [The litters and living ground cover as informational characteristics of biogecenoses for Moscow oblast small-leaved forests] Pochvovedenie = Eurasian Soil Science. 2023;7:801-814. DOI: 10.31857/S0032180X2260158X

11. Treshchevskaya E. I., Pankov YA. V., Treshchevskaya S. V., Tihonova E. N. Kul'tury sosny obyknovonnoj na degradirovannyh i tekhnogenno narushennyh zemlyah CCHR [Scots pine crops on degraded and technogenically disturbed HRC lands]. Voronezh. (In Russ.). 2017. 133p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29307651>

12. CHibrik T.S., Glazyrina M. A., Filimonova E. I., Lukina N. V. Bioekologicheskij monitoring flory Korkinskogo zheleznodorozhnogo otvala № 1 [Bio-ecological monitoring of the flora of the Corkin railway pile 1]. Materialy HV vsrossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Biodiagnostika sostoyaniya prirodnyh i prirodno-tekhnogennyh system = Materials of the XV All-Russian scientific-practical conference with international participation. Biodiagnomy of the state of natural and natural-technogenic systems. Kirov. (In Russ.). 2017.pp. 70-74. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30750528>

13. Dedenko, T. P. Ecological aspect of the industrial soils penetration resistance in wood recultivation of Kursk Magnetic Anomaly / T. P. Dedenko, S. V. Navalikhin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science :

International Jubilee Scientific and Practical Conference "Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)", Voronezh, 2018. DOI 10.1088/1755-1315/226/1/012024.

14. Pietrzykowski M. Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences. *Ecological Engineering*. 2019;3:100012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoena.2019.100012>

15. Li X., Lei S., Cheng W. et al. Spatio-temporal dynamics of vegetation in Jungar Banner of China during 2000–2017. *J. Arid Land* 2019;11:837-854. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40333-019-0067-9>

16. Liu S., Liu L., Li J., Zhou Q., Ji Y., Lai W., Long C. Spatiotemporal Variability of Human Disturbance Impacts on Ecosystem Services in Mining Areas. *Sustainability* 2022;14:7547. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14137547>

17. Macdonald S, Landhausser S., Skousen J., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D., Quide S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions. *New Forests*. 2015:703-732. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-015-9506-4>

18. McMahan K, Simard S, Grayston S, Anglin L, Lavkulich L. Small-volume additions of forest topsoil improve root symbiont colonization and seedling growth in mine reclamation. *Applied Soil Ecology*. 2022 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104622>

19. Sarah N. Brown, Rebecca M. Swab. To Establish a Healthy Forest: Restoration of the Forest Herb Layer on a Reclaimed Mine Site," *The American Midland Naturalist* 2021;186(1):35-50. DOI: <https://doi.org/10.1674/0003-0031-186.1.35>

20. Soriaa R., Rodríguez-Berbela N., Ortegaa R., Lucas-Borjab M.E., Mirallesa I. Soil amendments from recycled waste differently affect CO₂ soil emissions in restored mining soils under semiarid conditions *Journal of Environmental Management*. 2021; 294:112894. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112894>

21. Wu Z., Li H., Wang Y. Mapping annual land disturbance and reclamation in rare-earth mining disturbance region using temporal trajectory segmentation. *Environ Sci Pollut Res* 2021;28:69112-69128. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15480-3>

22. Yang W., Mu Y., Zhang W., Wang W., Liu J., Peng J., Liu X., He T. Assessment of Ecological Cumulative Effect due to Mining Disturbance Using Google Earth Engine. *Remote Sens*. 2022;14:4381. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14174381>

23. Wang Z., Lechner A.M., Yang Y., Baumgartl T., Wu J. Mapping the cumulative impacts of long-term mining disturbance and progressive rehabilitation on ecosystem services. *The Science of the total environment*. 2020;717: 137214. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137214>

Сведения об авторах

Трещевская Элла Игоревна – доктор с.-х. наук, проф. кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1454-4095>, e-mail: ehlht@yandex.ru

Тихонова Елена Николаевна – кандидат биол. наук, зав. кафедрой ландшафтной архитектуры и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9039-9822>, e-mail: tichonova-9@mail.ru

✉ *Голядкина Инна Вячеславовна* – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4532-3810>, e-mail: golyadkina@vgtu.ru

Трещевская Светлана Викторовна – кандидат с.-х. наук, преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2363-8512>, e-mail: streshchevskaya@mail.ru

Якимов Николай Игнатьевич – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры лесных культур и почвоведения УО «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, д. 13а, г. Минск, Республика Белоруссия, 220006, <https://orcid.org/0009-0007-0105-6822>, e-mail: yakimov@belstu.by

Information about the authors

Treshevskaya Ella Igorevna – Dr. Sci (Agric.), Professor, Silviculture, Selection and Forest melioration Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1454-4095>, e-mail: ehlht@yandex.ru

Tikhonova Elena Nikolaevna – Cand. Sci (Biol.), Head of Landscape Architecture and Soil Science Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9039-9822>, e-mail: tikhonova-9@mail.ru

✉ *Golyadkina Inna Vyacheslavovna* – Cand. Sci (Agric), Associate Professor, Landscape Architecture and Soil Science Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4532-3810>, e-mail: golyadkina@vgtu.ru

Treshevskaya Svetlana Viktorovna – Cand. Sci (Agric), Teacher, Landscape Architecture and Soil Science Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2363-8512>, e-mail: streshchevskaya@mail.ru

Yakimov Nikolaj Ignat'evich – Cand. Sci (Agric), Associate Professor, Forest Crops and Soil Science Department, Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a, Minsk, Republic of Belarus, 220006, <https://orcid.org/0009-0007-0105-6822>, e-mail: yakimov@belstu.by

✉- Для контактов/Corresponding author