

**Э.И. Трещевская, Е.Н. Тихонова, И.В. Голядкина, С.В. Трещевская,  
К.В. Бобрешов, Н.В. Галстян**

## **ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

*Введение.* При добыче полезных ископаемых открытым способом полностью нарушается сложившийся природный ландшафт. При этом создаются отвалы различной высоты и формы, весьма неустойчивые к водной эрозии и дефляции. В результате ухудшается санитарно-гигиеническое состояние окружающей среды близлежащих городов и населенных пунктов, происходит заиление водоемов, снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Отвалы Лебединского горно-обогатительного комбината Курской магнитной аномалии (КМА) располагаются вблизи растущих городов: Губкин, Старый Оскол – и других населенных пунктов в Белгородской области.

Несмотря на длительный период изучения и обширную библиографию, проблема рекультивации нарушенных земель является актуальной, что обусловлено, в первую очередь, многообразием видов нарушенных земель и различными природно-климатическими условиями [Осипенко и др., 2022]. Учитывая, что свойства складываемых горных пород недостаточно благоприятны для развития почвообразования, большинство авторов рекомендуют предварительное землевание, то есть нанесение потенциально плодородного слоя почвы определенной мощности. Так, Л.П. Капелькина [2021] важным технологическим приемом восстановления нарушенных земель, адаптированным к суровым климатическим условиям, считает использование маломощного почвенного слоя вместе с растительностью. Данилов и др. [2018] для повышения плодородия песчаных грунтов рекомендуют наносить на поверхность слой плодородных пород и применять способы мелиорации песчаных смесей. Куприянов и др. [2021] в своей работе приводят положительные результаты эксперимента по реконструкции почвенно-растительного слоя на нарушенных землях Кузбасса путем перенесения плодородного слоя почвы, содержащего органы и семена растений, ценозы почвенных беспозвоночных и микробные ассоциации на поверхность песчаникового отвала. McMahon et al. [2022] экспериментально

доказывают, что нанесение даже небольшого количества верхнего плодородного слоя лесной почвы может улучшить приживаемость и первоначальный рост сеянцев, а также способствовать восстановлению почвенных микробных сообществ.

Еще одной характерной особенностью породных отвалов является чрезвычайная неоднородность почвенно-экологических условий. Пигорев и Солошенко [2015] в своей работе указывают, что искусственно сформированные геосистемы техногенных образований с наличием крутосклонов характеризуются экологической нестабильностью, многообразием дефляционно-эрозионных процессов и индивидуальным микроклиматом. При этом неоднородность наблюдается как внутри одной группы геоморфологических участков, так и между различными группами и разными техногенными ландшафтами. Важным фактором, влияющим на формирование благоприятных условий почвообразования, является рельеф, несколько в меньшей степени, но значимо влияет экспозиция склонов (инсолируемость участка). По данным Андроханова и Курачева [2004] на старых угольных разрезах Кузбасса на горизонтальных и слабонаклонных поверхностях доля местообитаний с хорошими условиями почвообразования составляет не более 40%, а на склоновых позициях – около 10%. В связи с этим возникает необходимость оценки эффективности мероприятий по биологической рекультивации в зависимости от рельефа и экспозиции склона.

Учитывая сложные почвенно-экологические условия техногенного ландшафта, подбор ассортимента является ключевым вопросом при планировании мероприятий по биологической рекультивации. На сегодняшний день существуют различные подходы к выбору древесных и кустарниковых пород, применяемых на породных отвалах. За рубежом, например, в работе Macdonald et al. [2015] предлагается максимально возможное содействие естественному зарастанию и преимущественное использование аборигенных видов. М. Pietrzykowski [2019] рекомендует пропорциональное введение в состав рекультивационных насаждений: 1) пионерных видов; 2) пород с ярко выраженными фитомелиоративными свойствами; 3) целевых пород. При этом необходимо проведение предварительных испытаний по приживаемости и сохранности того или иного вида в условиях техногенных формирований.

Никитина и др. [2020] и Стифеев и др. [2017] для отвалов Михайловского горно-обогатительного комбината КМА рекомендуют такие древесные и кустарниковые породы, как берёза, сосна, тополь, ива, акация, облепиха. В.Н. Анопин [2004] в своей работе к перспективным видам для

лесной рекультивации деградированных урболандшафтов в черноземной зоне относит дуб черешчатый, березу повислую, робинию лжеакацию, тополя, сосну обыкновенную, вяз обыкновенный, клены остролистный, полевой, татарский, а также смородину золотую, терн, скумпии, боярышники и жимолость татарскую. Ковалевский и др. [2021] из-за недостатка азота в техногенных грунтах в посадочный материал рекомендуют обязательно включать представителей семейства Бобовые и другие растения, способные фиксировать атмосферный азот.

Авторами данной статьи в предыдущих работах приводятся результаты долговременного мониторинга состояния лесных культур некоторых древесных и кустарниковых пород на гидроотвале КМА [Трещевская и др., 2020, 2022].

Очень мало научных работ посвящено изучению защитных лесных полос как составной части мероприятий по биологической рекультивации [Гурина, 2013]. Во многом это обусловлено тем, что защитные лесные полосы можно создавать на поверхности суглинистых и глинистых отвалов площадью более 50 га. На поверхности меловых, мело-мергельных, песчаных и песчано-меловых отвалов такой же площади после землевания при условии их сельскохозяйственного освоения целесообразно создание полезащитных и стоко-регулирующих лесных полос [Панков, Трещевский, 2005]. Комплекс защитных лесных насаждений на крупноплощадных отвалах позволит не только восстановить производительность рекультивируемых земель, но и получить более высокие урожаи сельскохозяйственных культур как на восстановленных, так и с учетом зоны мелиоративного влияния на зональных прилегающих площадях [Ивонин, 2017]. Особенно это актуально для пополнения земельных ресурсов ключевых аграрных районов нашей страны, где по современным оценкам степень распаханности сельскохозяйственных угодий превышает все разрешенные лимиты и составляет 60–90% [Кулик и др., 2023].

На зональных почвах в системе мер по защите земель от водной эрозии и дефляции лесным полосам принадлежит одно из главных мест [Кулик и др., 2020]. Они регулируют снегораспределение в межполосных пространствах, способствуют большому накоплению влаги в почве, уменьшают скорость ветра, превращают поверхностный сток во внутрипочвенный, улучшают микроклимат в целом, в результате чего повышается урожайность сельскохозяйственных культур в агроландшафтах Центрального Черноземья [Михин, Михина, 2023].

Целью данной работы является обобщение данных многолетнего мониторинга защитных лесных полос и разработка рекомендаций по подбору

ассортимента древесных и кустарниковых растений для линейных защитных насаждений в условиях горнопромышленного ландшафта КМА.

*Материалы и методика исследования.* Объектами исследований послужили древесные и кустарниковые породы в защитных лесных полосах, созданных на гидроотвале Березовый лог Лебединского ГОКа КМА. Территория Губкинского района находится в северной части Белгородской области Среднерусского агролесомелиоративного района лесостепной зоны европейской части России. Климат района – умеренно континентальный. Годовая сумма осадков находится в пределах 500–550 мм. Ветровой режим характеризуется преобладанием юго-западных, южных и западных ветров в холодный период года, северо-западных и северо-восточных ветров – в летний период.

Гидроотвал Березовый лог начал формироваться с 1965 г. путем гидравлического намыва песчаного грунта в одноименную балку площадью 449 га. Он находится в непосредственной черте г. Губкина с юго-восточной его стороны. Упорная призма представляет собой северо-западную часть гидроотвала. Формирование его осуществлялось отдельными уступами (террасами), которые представлены 1–4 призмами. Гидроотвал сложен кварцевыми песками с включениями альбского яруса и песчано-глинистыми отложениями апского яруса, богатыми слюдой. Сверху на гидроотвал были намыты среднезернистые кварцевые пески с включением фосфоритов сеноманского яруса. Высота гидроотвала составляет 40–45 м, крутизна откосов – 6–30°.

На поверхность гидроотвала, предназначенную под сельскохозяйственную рекультивацию, был нанесен плодородный слой мощностью 30–80 см. На гидроотвале были заложены стокорегулирующие и полезащитные лесные полосы с использованием следующих древесных и кустарниковых пород: тополя балзамического (*Populus balsamifera* L.), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), робинии лжеакации (*Robinia pseudoacacia* L.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.). В полезащитные полосы вводился также дуб красный (*Quercus rubra* L.).

Закладка пробных площадей в защитных лесных полосах и работы на них выполнялись по общепринятым в практике таксации, лесоводства и почвоведения методикам с учетом современных требований. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием пакета прикладных программ Excel и Statistica.

*Результаты исследования.* Защитное лесоразведение является важнейшим фактором интенсификации сельского хозяйства, что особенно важно для отвалов, предназначенных для сельскохозяйственного использования. Кроме того, лесные полосы выполняют разнообразные функции в специфических условиях насыпных техноземов, подверженных эрозии и дефляции. При создании защитных лесных полос на отвалах необходимо учитывать мелиоративные функции лесных полос в каждом конкретном случае, а также природно-климатические условия района. Учитывая, что на опытных объектах преобладающее направление ветров – юго-восточное, полезащитные лесные полосы длинной стороной располагаются перпендикулярно к ним. Отклонение в ту или иную сторону составляет не более 30°. Таким образом, защитные полосы на гидроотвале имеют направление с севера-востока на юго-запад.

В нижней части гидроотвала с абсолютной отметкой 191,5 м были заложены 4 стокорегулирующие лесные полосы, разные по протяженности и ассортименту древесных и кустарниковых пород. Они располагаются на территории, прилегающей к первому откосу, в северо-западной, западной и юго-западной частях.

Первая полоса расположена по нижнему краю основания гидроотвала. Общая ее протяженность составляет 813 м, в том числе в северо-западной части – 246 м. Она состоит из ясеня обыкновенного, робинии лжеакация и тополя бальзамического. Схема смешения в полосе – Ясо-Ясо-Рбл-Тбз. Длина полосы у основания склона западной экспозиции – 495 м. На протяжении 412 м посадка лесных культур проведена по схеме «Ясо-Ясо-Тбз-Рбл-Тбз», а на участке длиной 83 м в лесную полосу введен кустарник жимолость татарская, схема смешения – Жт-Тбз-Тбз-Жт. Полоса вдоль склона юго-западной экспозиции длиной 318 м была создана по схеме «Жт-Тбз-Рбо-Жт». Расстояние в ряду – 0,8 м, ширина междурядий – 2,0 м. Анализ состояния и роста древесных и кустарниковых пород приводится в табл. 1.

Вторая полоса расположена немного выше первой и имеет общую длину 869 м, состоит из трех участков в зависимости от экспозиции склона. Участок на склоне северо-западной экспозиции имеет длину 248 м, схема смешения – Тбз-Тбз-Ясо-Ясо. Лесная полоса на склоне западной экспозиции протяженностью 258 м вдоль дороги имеет два участка. Схема смешения на первом участке, протяженностью 166 м, – Тбз-Тбз-Ясо-Ясо, на втором длиной 92 м введена рябина обыкновенная (схема смешения – Рбо-Жт-Тбз-Жт-Тбз). Участок на склоне юго-западной экспозиции протяженностью 363 м создан по аналогичной схеме – Рбо-Жт-Тбз-Жт-Тбз. Размещение посадочных мест – такое же, как в первой полосе.

Таблица 1

## Показатели приживаемости и роста древесных и кустарниковых пород в стокорегулирующих лесных полосах на гидротвале

## Survival and growth rates of plant species in effluent-regulating forest belts on hydraulic dump

№ по- лосы	Экспозиция склона	Древесная/ кустарнико- вая порода	Прижи- ваемость, %	Биометрические показатели, см	
				средняя высота	текущий прирост
1	северо-западная	Тбз	62	67,9±3,28	23,6±1,18
		Ясо	62	32,7±1,72	5,3±0,68
		Рбл	44	49,4±1,59	13,6±1,04
	западная	Тбз	34	68,0±1,43	18,6±1,58
		Ясо	44	29,0±2,23	8,3±1,16
		Жт	72	34,2±1,16	10,9±1,01
		Рбл	78	25,8±2,12	12,2±1,45
	юго-западная	Тбз	92	34,5±2,58	12,7±1,68
		Жт	78	29,6±1,36	7,5±0,88
Рбо		70	23,9±3,03	11,0±0,77	
2	северо-западная	Тбз	54	68,6±4,45	25,0±0,64
		Ясо	60	29,6±2,54	10,6±1,05
	западная	Тбз	60	59,6±3,68	29,3±1,15
		Ясо	48	30,7±2,14	7,2±0,81
		Жт	78	38,8±3,17	22,2±1,61
Рбо	55	38,8±2,57	4,9±0,69		
юго-западная	Тбз	90	42,6±3,06	15,9±0,48	
	Жт	84	35,9±2,54	26,2±1,12	
	Рбл	79	59,9±2,68	14,5±0,87	
3	северо-западная	Ясо	70	30,3±3,86	9,7±1,01
		Рбл	58	66,7±2,59	16,6±1,04
	западная	Ясо	52	27,2±3,57	7,4±0,58
		Рбл	78	60,8±2,64	14,6±1,06
		Тбз	62	69,0±2,15	2,5±0,25
		Рбо	94	23,7±1,56	9,2±1,75
Жт	84	37,4±3,14	12,6±0,84		

Окончание табл. 1

№ по- лосы	Экспозиция склона	Древесная/ кустарнико- вая порода	Прижи- ваемость, %	Биометрические показатели, см	
				средняя высота	текущий прирост
	юго-западная	Тбз	94	68,3±2,56	12,8±1,05
		Рбо	88	18,5±1,14	7,5±0,87
		Жт	90	32,2±2,08	10,8±0,26
4	западная	Ясо	40	36,8±2,84	6,9±0,74
		Рбо	54	39,8±2,46	4,8±0,65
		Жт	66	36,6±2,17	9,5±0,62
	юго-западная	Тбз	88	36,9±3,05	15,6±0,45
		Жт	88	37,2±3,14	10,3±0,3

*Примечание:* Тбз – тополь бальзамический, Рбо – рябина обыкновенная, Ясо – ясень обыкновенный, Жт – жимолость татарская, Рбл – робиния лжеакация

Третья полоса протяженностью до 829 м на участке северо-западной экспозиции длиной 170 м состоит из четырех рядов – Ясо-Ясо-Рбл-Рбл. На части полосы на склоне западной экспозиции остается тот же ассортимент, а на участке длиной 90 м и в полосе на склоне юго-западной экспозиции, протяженностью 336 м, схема смешения – Рбл-Рбл-Тбз-Жт.

Четвертая полоса имеет небольшую длину и расположена выше первых трех, примыкая непосредственно к первому откосу гидроотвала. Участок полосы длиной 313 м находится в западной части, а участок длиной 300 м – в юго-западной части поверхности основания гидроотвала. В первой части насаждение создано по схеме смешения «Ясо-Рбо-Рбо-Ясо», на втором участке – по схеме «Тбз-Жт-Тбз-Жт». Ширина междурядий – 2,0 м, расстояние в ряду – 0,8 м. Общая площадь насаждения составляет 3,12 га.

Из табл. 1 видно, что приживаемость древесных и кустарниковых пород неодинакова. Наилучшей приживаемостью характеризуется тополь бальзамический, особенно в полосах на склоне юго-западной экспозиции, где она колеблется от 88 до 94%. Приживаемость тополя в полосах на склонах северо-западной и западной экспозиций значительно ниже – 34–62%. Хорошей приживаемостью характеризуется рябина обыкновенная, у которой этот показатель может достигать 88%. У жимолости татарской также отмечается высокая приживаемость. В первой полосе она составляет 72–78% во второй – 78–84%, в третьей – 84–90% и в четвертой полосе – 66–88%. Несколько ниже приживаемость у ясеня обыкновенного и робинии лжеакции. Она составляет, соответственно, 40–70% и 44–78%.

Большое влияние на приживаемость оказывает экспозиция склона. У тополя лучшая приживаемость отмечается на юго-западных участках, у жимолости и рябины – на западных и юго-западных. Рябина характеризуется лучшей приживаемостью на склонах северо-западной и западной экспозиций, ясень – также на склонах северо-западной экспозиции. Какой-либо закономерности в приживаемости древесных и кустарниковых пород в различных полосах не наблюдается.

Из всех высаженных пород наибольший прирост отмечен у тополя. В большинстве случаев он колеблется от 18,6 до 25,0 см. Величина прироста тополя в значительной мере также зависит от экспозиции склона. Самый низкий прирост наблюдается в полосах на склонах юго-западной экспозиции. Здесь во всех четырех полосах он составляет 12,7–15,9 см. На склонах западной и северо-западной экспозиций он выше и составляет 18,6–29,3 см. Это объясняется, прежде всего, тем, что испарение с поверхности субстрата на южных склонах больше, что влечет за собой снижение влагообеспеченности растений, а значит, и снижение прироста.

Второе место по величине прироста в высоту занимает робиния лжеакация, у которой он колеблется от 12,2 до 16,6 см. Прирост остальных древесных и кустарниковых пород в различных лесных полосах колеблется в широких пределах. Так, например, в западной и юго-западной частях второй полосы наибольший прирост отмечается у жимолости, он составляет 22,2–26,2 см, в то время как в первой, третьей и четвертой полосах он равен 7,5–12,6 см. Аналогичные показатели получены и для других пород.

На поверхности гидроотвала, в северной его части, посажены две полезащитные полосы. Основная расположена перпендикулярно вредоносным юго-восточным и южным ветрам. Она является приводораздельной. Длина полосы – 1000 м, ширина – 17 м. Схема смещения – Рбл-Тбз-Тбз-Тбз-Тбз-Рбо. Размещение посадочных мест – 2,5 × 1,0 м. Перпендикулярно к этой полосе в направлении с запада на восток посажена вспомогательная полоса длиной 100 м и шириной 15 м по схеме «Рбл-Дк(дуб красный)-Рбл-Рбл».

Общая площадь полезащитных полос на поверхности гидроотвала составляет 2,15 га. Полосы посажены по 2-летнему пласту многолетней бобово-злаковой смеси. Технозем под посадку предварительно не обрабатывался, но осенью была проведена вспашка с последующим боронованием дисковой тяжелой бороной БДТ-3.

В полезащитную лесную полосу, созданную на поверхности гидроотвала в направлении с запада на восток перпендикулярно вредоносным ветрам, в качестве основной породы был введен дуб красный. В полосах использовались также робиния лжеакация, тополь бальзамический, рябина обыкновенная. Показатели их приживаемости и роста приводятся в табл. 2.

Таблица 2

**Показатели приживаемости и роста древесных пород  
в поlezащитных лесных полосах на гидротоувале**

**Survival and growth rates of plant species in forest shelter belts  
on the hydraulic dump**

Вид полосы	Экспозиция склона	Древесная порода	Приживаемость, %	Биометрические показатели, см	
				средняя высота	текущий прирост
Основная поlezащитная	Северо-западная, северо-восточная	Рбл	73	42,5±3,24	14,1±1,06
		Тбз	52	65,8±3,68	12,2±1,19
		Рбо	76	39,9±2,15	2,8±0,12
Вспомогательная поlezащитная	Западная, восточная	Дк	57	19,2±2,01	2,6±0,26
		Рбл	91	54,8±4,01	20,1±0,57

*Примечание:* Тбз – тополь бальзамический, Рбо – рябина обыкновенная, Рбл – робиния лжеакация, Дк – дуб красный

В результате неблагоприятного гидротермического режима приживаемость тополя составила 52%, дуба – 57%. Последний имел и незначительный прирост, не только из-за неблагоприятных условий, но и в силу своих биологических особенностей. Дуб и рябина имеют самый маленький прирост, который равен, соответственно, 2,6 и 2,8 см. Приживаемость робинии на участках западной и восточной экспозиций значительно выше, чем на северо-западном и северо-восточном участках, соответственно, она составляет 91% и 73%. Прирост также снизился с 20,1 см до 14,1 см, т.е. в 1,4 раза. Таким образом, приживаемость и рост древесных пород зависят от экологических условий, которыми характеризуются участки различной экспозиции.

Древесные и кустарниковые породы, которые были использованы при создании стокорегулирующих лесных полос, ранее испытывались в условиях отвально-техногенных субстратов. К основанию гидротоувала с северо-западной стороны примыкает пологий возвышенный участок с абсолютной отметкой 191,5 м, на котором в 1976 г. были высажены лесные культуры тополя, робинии и рябины. Жимолость была высажена на втором откосе юго-западной экспозиции с абсолютной отметкой 200 м. У основания гидротоувала в 1984 г. были заложены насаждения из этих же пород. Показатели их роста и сохранности в разном возрасте приводятся в табл. 3.

Таблица 3

**Характеристика сохранности и роста древесных и кустарниковых пород  
на гидроотвале**

**Characteristics of preservation and growth of plant species  
on the hydraulic dump**

Порода	Возраст, лет	Сохранность, %	Биометрические показатели, см	
			средняя высота	текущий прирост
Тополь бальзамический	8	80	306,0±2,78	40,8±0,51
	42	11	1200,0±5,01	45,5±0,77
Робиния лжеакация	8	90	195,5±3,05	33,9±0,41
	41	42	1050±4,33	20,8±0,44
Рябина обыкновенная	8	78	139,4±1,12	13,0±0,11
	36	выпала		
Жимолость татарская	8	66	101,0±0,80	15,0±1,10
	43	24	280,0±2,12	4,4±0,23

Анализ многолетних данных показывает, что сохранность культур в этих условиях неодинакова. Наибольшая сохранность характерна для тополя и робинии в возрасте 8 лет, соответственно, 80% и 90%. У рябины и жимолости она ниже – соответственно, 78% и 66%.

В возрасте 42 лет насаждение тополя имеет сохранность 11%. Оставшиеся экземпляры растут по III классу бонитета, имея среднюю высоту 12,0 м и средний диаметр 36,61 см. Насаждение робинии в возрасте 41 года отличается наиболее высокой сохранностью – 42%.

*Заключение.* Мониторинг насаждений позволяет разработать ассортимент древесных и кустарниковых пород для создания лесных полос в техногенных ландшафтах.

Несмотря на то, что тополь бальзамический является быстрорастущей древесной породой, в условиях нарушенных земель он не формирует долговечных устойчивых насаждений и не может быть рекомендован для лесной рекультивации отвалов в техногенных ландшафтах.

Робинию лжеакацию можно использовать на техногенно нарушенных землях для создания защитных лесных насаждений, лесных полос, а также

для создания предварительных насаждений с последующим введением более ценных пород.

Рябина обыкновенная, хоть и отличается в первые годы жизни удовлетворительной сохранным, к возрасту 35 лет полностью выпала, поэтому является непригодной породой для создания долговечных насаждений.

Жимолость татарскую рекомендуется вводить в лесные полосы по схемам смешения, применяемым на зональных почвах, или в защитные лесные насаждения санитарно-гигиенического, ландшафтно-озеленительного и рекреационного значения в количестве не более 50%.

*Конфликт интересов.* Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Библиографический список**

*Андроханов В.А., Курачев В.М.* Принципы оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2009. Т. 16, № 2. С. 165–169.

*Анотин В.Н.* Физико-географические основы лесной рекультивации деградированных урболандшафтов Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Волгоград: ВГАСУ, 2004. 44 с.

*Гурина И.В.* О применении комплексных мелиораций при биологической рекультивации нарушенных земель // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. № 3. С. 27–28.

*Данилов Ю.И., Навалихин С.В., Петров В.А.* Рост и продуктивность культур сосны при рекультивации песчаных карьеров // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: матер. третьей Междунар. науч.-технич. конференции. Санкт-Петербург, 2018. Т. 1. С. 92–94.

*Ивонин В.М.* Обоснование системы лесных мелиораций природно-антропогенных ландшафтов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017. № 3(27). С. 18–31.

*Капелькина Л.П.* Технологические аспекты рекультивации нарушенных земель на Севере России // Проблемы региональной экологии. 2021. № 5. С. 96–99.

*Ковалевский А.В., Тарасова И.В., Лучникова Е.М., Филиппова А.М., Воронина Л.А., Гашков С.И., Ильяшенко В.Б., Зубко К.С., Сметанин А.В., Ефимов Д.А.* Лесная рекультивация угольных отвалов с позиции сохранения фаунистического разнообразия Кузбасса // Лесоведение. 2021. № 5. С. 509–522.

*Кулик К.Н., Манаенков А.С., Кузенко А.Н., Салугин А.Н.* К вопросу о состоянии защитного лесоразведения в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1(57). С. 23–33.

*Кулик К.Н., Беляев А.И., Пугачева А.М.* Роль защитного лесоразведения в борьбе с засухой и опустыниванием агроландшафтов // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29, № 1(94). С. 4–14.

Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Куприянов О.А., Шатилов Д.А. Реконструкция почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов в Кузбассе // Уголь. 2021. № 2(1139). С. 46–52.

Михин В.И., Михина Е.А. Лесомелиоративные системы в бассейне Среднего Дона // Охрана, инновационное восстановление и устойчивое управление лесами. Forestry-2023: матер. Междунар. лесного форума. Воронеж, 2023. С. 86–91.

Никитина О.В., Стифеев А.И., Лазарев В.И. Создание фитоценозов на техногенных ландшафтах Курской магнитной аномалии как оптимальный способ их биологической рекультивации // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 3(66). С. 108–116.

Осипенко Р.А., Залесов С.В., Зарипов Ю.В. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации выработанных карьеров глины в Средне-Уральском таежном лесном районе // Лесохозяйственная информация. 2022. № 4. С. 96–102.

Панков Я.В., Трещевский И.В. Мониторинг процессов биологической рекультивации техногенных ландшафтов КМА // Лес. Наука. Молодежь-2004: сб. матер. по итогам научно-исследовательской работы молодых ученых за 2004 год, посвященный 75-летию со дня рождения профессора А.В. Веретенникова. Воронеж, 2005. С. 60–63.

Пигорев И.Я., Солошенко В.М. Экологические изменения ландшафта Курской магнитной аномалии в ходе открытой добычи железной руды // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 9. С. 139–144.

Стифеев А.И., Никитина О.В., Бессонова Е.А., Кемов К.Н. Рекультивация нарушенных земель и технологии их реабилитации на территории Центрального Черноземья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 6. С. 34–38.

Трещевская Э.И., Голядкина И.В., Трещевская С.В., Князев В.И., Куинир Е.А. Перспективы лесной рекультивации техногенных ландшафтов с помощью культур тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) // Лесотехнический журнал. 2020. Т. 10, № 2(38). С. 81–92.

Трещевская Э.И., Тихонова Е.Н., Голядкина И.В., Трещевская С.В., Лабоха К.В., Князев В.И. Рост, состояние и продуктивность кустарниковых пород в условиях отвалов железорудных месторождений // Лесотехнический журнал. 2022. Т. 12, № 4(48). С. 60–76.

Macdonald S., Landhäusser S., Skousen J., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D.F., Quideau S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions // New Forests. 2015. Vol. 46. P. 703–732.

McMahon K., Anglin C.D., Lavkulich L.M., Simard S., Grayston S. Small-volume additions of forest topsoil improve root symbiont colonization and seedling growth in mine reclamation // Applied Soil Ecology. 2022. Vol. 180. Art. no. 104622.

Pietrzykowski M. Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences // Ecological Engineering. 2019. Vol. 10, iss. 3. Art. no. 100012.

## References

Androhanov V.A., Kurachev V.M. Principles of the evaluation of soil-ecological state of technogenic landscapes. *Siberian Journal of Ecology*, 2009, vol. 16, no. 2, pp. 165–169. (In Russ.)

Anopin V.N. Physical and Geographical Bases of Forest Recultivation of Degraded Urbolandscapes of the Lower Volga region: author's abstract. Dis. ... Doctor of Geographical Sciences. Volgograd: Volgograd State Architecture and Construction University, 2004. 44 p. (In Russ.)

Danilov Yu.I., Navalihin S.V., Petrov V.A. Growth and productivity of Scots pine during sand pit land reclamation. *Forests of Russia: politics, industry, science, education: mater.* Third International sci.-tech. conf. St. Petersburg, 2018, vol. 1, pp. 92–94. (In Russ.)

Gurina I.V. On the application of reclamation plant in land reclamation. *Melioration and water management*, 2013, no. 3, pp. 27–28. (In Russ.)

Ivonin V.M. The substantiation of forestry reclamation system of natural-anthropogenic landscapes. *Scientific journal of Russian scientific research institute of land improvement problems*, 2017, no. 3(27), pp. 18–31. (In Russ.)

Kapel'kina L.P. Technological aspects of recultivation of the disturbed lands in the Russian north. *Regional environmental challenges*, 2021, no. 5, pp. 96–99. (In Russ.)

Kovalevskiy A.V., Tarasova I.V., Luchnikova E.M., Filippova A.M., Voronina L.A., Gashkov S.I., Il'yashenko V.B., Zubko K.S., Smetanin A.V., Yefimov D.A. Forest reclamation of the coal dumps from the perspective of preserving the fauna diversity on the example of the Kuznetsk coal basin. *Russian Forest Sciences*, 2021, no. 5, pp. 509–522. (In Russ.)

Kulik K.N., Manayenkov A.S., Kuzenko A.N., Salugin A.N. On the issue of the protective afforestation status in Volgograd region. *Proceedings of Lower Volga Agro-university complex: science and higher education*, 2020, no. 1(57), pp. 23–33. (In Russ.)

Kulik K.N., Belyaev A.I., Pugacheva A.M. The role of protective afforestation in drought and desertification control in agro-landscapes. *Arid ecosystems*, 2023, no. 1(94), pp. 4–14. (In Russ.)

Kupriyanov A.N., Manakov Yu.A., Kupriyanov O.A., Shatilov D.A. Reconstruction of the soil-vegetation layer on the rock-dump surface in Kuzbass. *Coal*, 2021, no. 2(1139), pp. 46–52. (In Russ.)

Macdonald S., Landhäusser S., Skousen J., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D.F., Quideau S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions. *New Forests*, 2015, vol. 46, pp. 703–732.

McMahen K., Anglin C.D., Lavkulich L.M., Simard S., Grayston S. Small-volume additions of forest topsoil improve root symbiont colonization and seedling growth in mine reclamation. *Applied Soil Ecology*, 2022, vol. 180, art. no. 104622.

Mihin V.I., Mihina E.A. Forest reclamation systems in the middle Don basin. *Protection, innovative restoration and sustainable management of forests. Forestry-2023: mater. International forest forum. Voronezh, 2023*, pp. 86–91. (In Russ.)

Nikitina O.V., Stifeev A.I., Lazarev V.I. Creation of phytocenoses in technogenic landscapes of Kursk magnetic anomaly as the optimal way of their biological recultivation. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 2020, no. (66), pp. 108–116. (In Russ.)

Osipenko R.A., Zalesov S.V., Zaripov Yu.V. Forestry trend reclamation of worked out clay quarries efficiency in the middle Ural taiga forest region. *Forestry information*, 2022, no. 4, pp. 96–102. (In Russ.)

Pankov Ya. V., Treshchevskiy I.V. Monitoring of biological reclamation of technogenic landscapes of the KMA. *Forest. Science. Youth-2004: collection of mater. based on the results of young scientists scientific research work in 2004 dedicated to the 75th anniversary of birth of prof. A.V. Veretennikov. Voronezh, 2005*, pp. 60–63. (In Russ.)

Pietrzykowski M. Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences. *Ecological Engineering*, 2019, vol. 10, iss. 3, art. no. 100012.

Pigorev I.Ya., Soloshenko V.M. Environmental changes in the landscape Kursk magnetic anomaly during open iron ore mining. *Vestnik of the Kursk State Agricultural Academy*, 2015, no. 9, pp. 139–144. (In Russ.)

Stifeev A.I., Nikitina O.V., Bessonova E.A., Kemov K.N. Reclamation of disturbed lands and technologies of their rehabilitation on the territory of the Central Black region. *International Agricultural Journal*, 2017, no. 6, pp. 34–38. (In Russ.)

Treshchevskaya E.I., Golyadkina I.V., Treshchevskaya S.V., Knyazev V.I., Kushnir E.A. Prospects for forest recultivation of technogenic landscapes using balsam poplar (*Populus balsamifera* L.). *Forestry Engineering Journal*, 2020, no. 2(38), pp. 81–92. (In Russ.)

Treshchevskaya E.I., Tihonova E.N., Golyadkina I.V., Treshchevskaya S.V., Labokha K.V., Knyazev V.I. Growth, state and productivity of perennial shrubs on dumps of iron-ore mine *Forestry Engineering Journal*, 2022, no. 4(48), pp. 60–76. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 06.02.2024

---

**Трещевская Э.И., Тихонова Е.Н., Голядкина И.В., Трещевская С.В., Бобрешов К.В., Галстян Н.В.** Защитные лесные полосы как составная часть мероприятий по биологической рекультивации техногенно нарушенных земель // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 252. С. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.252.22-39

Обратной стороной добычи полезных ископаемых является неблагоприятное воздействие человека на окружающую среду, которое проявляется в нарушении сложившихся природных ландшафтов. Ведущая роль в восстановлении техногенно нарушенных земель принадлежит лесной рекультивации. Она заключается в создании насаждений различного назначения. При сельскохозяйственном направлении рекультивации техногенных ландшафтов возможно выращивание защитных лесных полос. Полезные и стокорегулирующие полосы создаются на выровненных отвалах площадью более 50 га: на глинистых и суглинистых – без предварительного нанесения плодородного слоя, на песчаных, песчано-меловых и мело-мергельных – после землевания. На гидроотвале Березовый лог Курской магнитной аномалии (КМА) в условиях двухкомпонентных технозёмов были заложены полезозащитные и стокорегулирующие лесные полосы с использованием следующих древесных и кустарниковых пород: тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), ясени обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), робинии лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.), дуба красного (*Quercus rubra* L.). Исследования показали, что большое влияние на приживаемость пород оказывает экспозиция склона. У тополя лучшая приживаемость отмечается на юго-западных участках, у жимолости и рябины – на западных и юго-западных. Рябина характеризуется лучшей приживаемостью на склонах северо-западной и западной экспозиций, ясень – также на склонах северо-западной экспозиции. Наблюдения за ранее созданными на техноземах насаждениями в возрасте до 43 лет позволили оценить пригодность испытанных древесных и кустарниковых пород для создания защитных лесных полос в техногенных ландшафтах. Сделаны выводы, что только робиния лжеакация может быть использована при выращивании полезозащитных и стокорегулирующих полос, а также других видов защитных лесных насаждений. Тополь бальзамический, хоть и отличается в молодом возрасте высокой приживаемостью и показателями роста, не формирует долговечных устойчивых насаждений, имея в возрасте 42 лет сохранность всего 11%. Он не может быть рекомендован для лесной рекультивации отвалов, так же как и рябина обыкновенная, выпавшая полностью к 35 годам. Жимолость татарскую рекомендуется вводить в лесные полосы по схемам смешения, применяемым на зональных почвах.

Ключевые слова: защитные лесные полосы, биологическая рекультивация, гидроотвал, нарушенные земли, технозём, Курская магнитная аномалия (КМА).

**Treshchevskaya E.I., Tikhonova E.N., Golyadkina I.V., Treshchevskaya S.V., Bobreshov K.V., Galstyan N.V.** Forest Shelterbelts as an integral part of the land reclamation on post-technogenic areas. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnikeskoj Akademii*, 2025, iss. 252, pp. 22–39 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.252.22-39

The downside of mining is the adverse human impact on the environment, which appears in the disruption of natural landscapes. Forest land reclamation plays a leading role in the restoration of post-technogenic lands. It was key to the creation of plantations for various purposes. It is possible to cultivate Forest Shelterbelts in agricultural areas. Forest Shelterbelts and effluent-regulating Forest Belts are created on specially lined dumps of more than 50 hectares: on clay and loam substrate – without preliminary application of the fertile layer, on sandy, sandy and chalk and chalk and marl substrates – after applying topsoil fertile layer. On the hydraulic dump called ‘Berezovy Log’ related to iron ore basin of the Kursk magnetic anomaly (KMA), in the conditions of two-component Technosols, were laid forest shelter belts and effluent-regulating forest belts using the following plant species: *Populus balsamifera* L., *Fraxinus excelsior* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Sorbus aucuparia* L., *Lonicera tatarica* L., *Quercus rubra* L. Studies have shown that slope exposure has a large impact on the survival of plant species. *Populus balsamifera* L. is characterized better survival on the south-western plots, *Sorbus aucuparia* L. and *Lonicera tatarica* L. – on the west and south-west plots. *Sorbus aucuparia* L. is best survivable on the slopes of the north-west and western expositions, and *Fraxinus excelsior* L. – also on the slopes of the north-west exposition. Monitoring of previously created plantations on Technosols up to 43 years old allowed to assess the suitability of tested plant species to create Forest Shelterbelts on post-technogenic lands. The conclusions are made that only *Robinia pseudoacacia* L. can be used when growing forest shelter belts, as well as other types of protective forest plantations. *Populus balsamifera* L., although distinguished at a young age by high survival rate, does not form durable sustainable plantations, having at the age of 42 years of preservation of only 11%. It can not be recommended for forest reclamation of dumps, as well as *Sorbus aucuparia* L., which fell out completely by the age of 35. It is recommended to add *Lonicera tatarica* L., into Forest Shelterbelts according to the mixing schemes used on zonal soils.

**Key words:** Forest Shelterbelts, biological land reclamation, hydraulic dump, post-technogenic lands, Technosol, the Kursk Magnetic Anomaly (KMA).

---

**ТРЕЩЕВСКАЯ Элла Игоревна** – профессор кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент. SPIN-код: 7620-6032. ORCID: 0000-0003-1454-4095.

394087, ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Россия. E-mail: ehllt@yandex.ru

**TRESHCHEVSKAYA Ella I.** – DSc (Agriculture), Professor of Silviculture, Selection and Forest melioration Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Associate Professor. SPIN-code: 7620-6032. ORCID: 0000-0003-1454-4095.

394087. Timiryazev str. 8. Voronezh. Russia. E-mail: ehllt@yandex.ru

**ТИХОНОВА Елена Николаевна** – заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры и почвоведения Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, кандидат биологических наук, доцент. SPIN-код: 4458-6010. ORCID: 0000-0002-9039-9822.

394087, ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Россия. E-mail: tichonova-9@mail.ru

**TIKHONOVA Elena N.** – PhD (Biological), Head of Landscape Architecture and Soil Science Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Associate Professor. SPIN-code: 4458-6010. ORCID: 0000-0002-9039-9822.

394087. Timiryazev str. 8. Voronezh. Russia. E-mail: tichonova-9@mail.ru

**ГОЛЯДКИНА Инна Вячеславовна** – доцент кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. SPIN-код: 6628-5384. ORCID: 0000-0002-4532-3810.

394087, ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Россия. E-mail: golyadkina@post.vgltu.ru

**GOLYADKINA Inna V.** – PhD (Agriculture), Associate Professor of Landscape Architecture and Soil Science Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Associate Professor. SPIN-code: 6628-5384. ORCID: 0000-0002-4532-3810.

394087. Timiryazev str. 8. Voronezh. Russia. E-mail: golyadkina@post.vgltu.ru

**ТРЕЩЕВСКАЯ Светлана Викторовна** – старший преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 9504-4375. ORCID: 0000-0002-2363-8512.

394087, ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Россия. E-mail: streshchevskaya@mail.ru

**TRESHCHEVSKAYA Svetlana V.** – PhD (Agriculture), Senior Teacher of Landscape Architecture and Soil Science Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov. SPIN-code: 9504-4375. ORCID: 0000-0002-2363-8512.

394087. Timiryazev str. 8. Voronezh. Russia. E-mail: streshchevskaya@mail.ru

**БОБРЕШОВ Константин Викторович** – аспирант кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова.

394087, ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Россия. E-mail: 1993177.21@mail.ru

**BOBRESHOV Konstantin V.** – PhD student of Silviculture, Selection and Forest melioration Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov.

394087. Timiryazev str. 8. Voronezh. Russia. E-mail: 1993177.21@mail.ru

**ГАЛСТЯН Нарек Вараздатович** – аспирант кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова. ORCID: 0009-0003-6668-4708.

394087, ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Россия. E-mail: galstyannar007@gmail.com

**GALSTYAN Narek V.** – PhD student of Silviculture, Selection and Forest melioration Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov. ORCID: 0009-0003-6668-4708.

394087. Timiryazev str. 8. Voronezh. Russia. E-mail: galstyannar007@gmail.com