

СОХРАННОСТЬ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМОМ ГРАНИТНОМ КАРЬЕРЕ**В. С. Котова, А. Е. Осипенко, Р. А. Осипенко, Л. А. Старыгин, С. В. Залесов**

Уральский государственный лесотехнический университет
Российская Федерация, 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37
E-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. Проанализирована приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dylis) и сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) на рекультивируемой выработанной части Исетского гранитного карьера, расположенного в Средне-Уральском таежном лесном районе. Экспериментально установлено, что лесохозяйственное направление является перспективным при рекультивации выработанных гранитных карьеров. Несмотря на низкое плодородие смеси вскрышных пород и отсева гранита толщиной 25–30 см, созданные лесные культуры характеризуются высокими показателями приживаемости и сохранности в первые 2 года после создания. Худшими показателями приживаемости при весенней посадке характеризуются лесные культуры ели сибирской – 79,9 %, созданные 4-летними сеянцами. Лучшая приживаемость зафиксирована при создании лесных культур 2-летними сеянцами лиственницы Сукачева – 92,0 %. Осенняя посадка сеянцев показала преимущество над весенней. Так, создание лесных культур во второй половине сентября обеспечило приживаемость сеянцев от 95,6 до 100 %. При этом существенных различий в приживаемости сеянцев с открытой и закрытой корневыми системами не зафиксировано. Учитывая важное значение рекультивации нарушенных земель исследование на созданном стационаре планируется продолжать в направлении установления объема депонирования углерода в компонентах формируемых насаждений.

Ключевые слова: добыча гранита, нарушенные земли, рекультивация, лесохозяйственное направление, лесные культуры, приживаемость.

*Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 5, P. 43–51***PRESERVATION OF FOREST CROPS AT A RECULTIVATED GRANITE QUARRY****V. S. Kotova, A. E. Osipenko, R. A. Osipenko, L. A. Starygin, S. V. Zalesov**

Ural State Forest Engineering University
37, Sibirsky Trakt St., Ekaterinburg, 620100, Russian Federation
E-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

*The survival rate and preservation of forest crops of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.), Sukachev larch (*Larix sukaczewii* Dylis) and Siberian cedar pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in the reclaimed mined-out part of the Isetsky granite quarry located in the Middle Ural taiga forest region were analyzed. It has been experimentally established that the forestry direction is promising in the recultivation of mined-out granite quarries. Despite the low crop-producing power of the mixture of overburden rocks and granite screenings 25–30 cm thick, the created forest crops are characterized by high rates of survival and preservation in the first 2 years after creation. The worst survival rates for spring planting (79.9 %) are observed for forest crops of Siberian spruce created by 4-year-old seedlings. The best survival rates (92.0 %) were recorded when creating forest crops by 2-year-old seedlings of Sukachev larch. Autumn planting of seedlings showed an advantage over spring planting. Thus, the creation of forest crops in the second half of September ensured the survival of seedlings from 95.6 to 100 %. At the same time, significant differences in the seedlings survival with open and closed root systems were not recorded. Considering the importance of recultivation of disturbed lands, the research at the created station is planned to be continued in the direction of establishing the volume of carbon deposition in the components of the formed plantations.*

Keywords: granite mining, disturbed lands, recultivation, forestry direction, forest crops, survival rate.

ВВЕДЕНИЕ

Условия проживания населения во многом определяются наличием вблизи населенного пункта нарушенных земель [1; 2; 3]. Построение логистических цепочек добычи, транспортировки и переработки полезных ис-

копаемых обусловили размещение большинства карьеров и отвалов в непосредственной близости от населенных пунктов, что особенно характерно для Уральского региона, где горнодобывающая промышленность развивается на протяжении нескольких столетий.

После завершения добычи или истощения месторождения абсолютное большинство отвалов, карьеров и других видов нарушенных земель оставлялось под естественное зарастание. Однако жесткие лесорастительные условия, складывающиеся на указанных нарушенных землях, растягивали период естественного самозарастания на многие десятилетия [4; 5; 6].

В то же время на Урале имеется и значительный опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель [7; 8; 9; 10; 11; 12]. На отвалах и в карьерах преимущественно создавались лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) как вида, способного создавать устойчивые насаждения на малоплодородных субстратах с неблагоприятным водным режимом [13]. Проблема заключается в том, что разные виды нарушенных земель нуждаются в различных подходах к проведению рекультивации и к выбору основной древесной породы для создания лесных культур. Кроме того, нередко жесткие лесорастительные условия на рекультивируемых нарушенных землях усугубляются негативным воздействием промышленных поллютантов [14; 15; 16; 17; 18]. В доступной научной литературе отсутствуют данные, оценивающие эффективность создания лесных культур на выработанных гранитных карьерах, что и определило направление настоящего исследования.

Цель работы – определение показателей приживаемости и сохранности лесных культур, созданных на рекультивированной части Исетского гранитного карьера, а также разработка на этой основе предложений по совершенствованию методов рекультивации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлась выработанная часть Исетского гранитного карьера, подлежащая рекультивации. Карьер расположен на территории по-

селка Исеть Верхнепышминского района Свердловской области. В соответствии с действующим нормативным документом [19] данная территория относится к Средне-Уральскому таежному лесному району.

До начала разработки карьера на его территории произрастали сосновые насаждения. Средняя мощность вскрышных пород составляет 0,45 м, а отработанной гранитной толщи – 42 м. Максимальная длина карьера составляет 810 м, ширина в самом широком месте – 450 м. Общее представление о гранитном карьере позволяет получить рис. 1.

Климатические условия и эксплуатационные характеристики Исетского гранитного карьера были подробно охарактеризованы ранее [20; 21].

На выработанном участке выполнен технический этап рекультивации, включающий выравнивание поверхности и размещение на ней слоя вскрышных пород и гранитного отсева толщиной в среднем 25–30 см.

После завершения технического этапа рекультивации на выработанной части карьера были созданы лесные культуры сеянцами сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели сибирской (*Picea obovate* Ledeb.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dylis) и сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour).

Посадочный материал был как с открытой (ОКС), так и с закрытой корневой системой (ЗКС). Посадочный материал имел следующие характеристики: ель сибирская – 4-летние сеянцы с ОКС, сосна обыкновенная – 2–3-летние сеянцы с ОКС и 1-летние с ЗКС, лиственница Сукачева – 1–2-летние сеянцы с ОКС, сосна кедровая сибирская – 2-летние сеянцы с ОКС и 3-летние с ЗКС.

Подробное описание вариантов опыта по рядам представлено в предыдущей работе (Осипенко и др., 2024). Сеянцы с ОКС высаживались вручную с использованием меча Колесова, сеянцы с ЗКС – с помощью лесопосадочной трубы и лопаты.



Рис. 1. Внешний вид Исетского гранитного карьера

Посадка была рядовой с расстоянием между рядами 2,5 м и шагом посадки 1,0 м. Работы проводились в весенний (27.04.2023 г.) и осенний (20.09.2023 г.) периоды с целью определения оптимальных сроков посадки. Общий вид рекультивированной части карьера представлен на рисунке 2.

В рамках исследований определялись показатели приживаемости и сохранности созданных лесных культур. Под приживаемостью понималось выражен-

ное в процентах количество сеянцев спустя год после создания лесных культур. Если давность посадки превышала один год, соответствующий показатель обозначался как сохранность.

В процессе проведения экспериментальных работ, сборе и обработке экспериментальных материалов использовались апробированные методики [22; 23], а также положения действующего нормативного документа [24].



a



б

Рис. 2. Внешний вид части Исетского гранитного карьера, где создавались лесные культуры:
a – на момент посадки (апрель 2023 года); *б* – на момент обследования (апрель 2025 года)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как указывалось ранее, лесные культуры на рекультивированной части Исетского гранитного карьера создавались в весенний и осенний периоды. После посадки трехкратно была выполнена инвентаризация сохранивших жизнеспособность семян, результаты которой представлены в табл. 1.

Общее количество высаженных семян превышало число, отражённое в табл. 1, поскольку из выборки были исключены ряды, в которые при посадке вносились удобрения. Данные по участкам, на которых применялись удобрения, были обобщены в рамках отдельного исследования [25]. Настоящее исследование сосредоточено на изучении сохранности культур сосны обыкновенной в условиях минимального агротехнического вмешательства.

К основным причинам гибели растений на исследуемом участке относятся неблагоприятные погодные условия (в частности, засушливые периоды), неблагоприятный водно-воздушный режим грунта, его просадка и низкое плодородие, вымокание семян в понижениях микрорельефа, а также механические повреждения растений (включая слом стволиков), предположительно вызванные деятельностью посторонних лиц (рис. 3) [26].

Анализ полученных данных подтверждает, что наиболее интенсивный отпад растений происходит в первый год после посадки. Так, приживаемость ели сибирской через год после весенней посадки составила 79,9 %, что соответствует 60 отпавшим сеянцам. В последующий период (с 28.04.2024 по 24.04.2025 гг.) количество отпавших растений составило всего 13 штук – в 4,6 раза меньше.

Минимальные показатели приживаемости зафиксированы у ели сибирской, что, вероятно, объясняется двумя причинами. Во-первых, это низкое плодородие

почвогрунта, а во-вторых недостаток влаги при относительно большой надземной фитомассе у 4-летних сеянцев ели по сравнению с таковой у 2- и 1-летних сеянцев других древесных пород. Наши результаты отличаются от результатов похожего эксперимента в условиях Западных Карпат [27].

В табл. 2 приведены средние морфометрические показатели культивируемых растений по состоянию на 08.10.2024 г.

Наиболее крупными культивируемыми растениями на момент учета были экземпляры лиственницы Сукачева, посаженные весной сеянцами с ОКС.

Лучшие приросты по высоте наблюдаются у растений, посаженных весной 2023 года. Это объясняется тем, что для растений, посаженных осенью 2023 года вегетационный период 2024 года был первым после посадки, и они испытывали послепосадочный стресс [27; 28; 29], а также имели менее развитую корневую систему.

Данные о лесорастительных условиях нанесенного на поверхность выработанной части Исетского гранитного карьера почвогрунта приведены в табл. 3.

Материалы табл. 3 свидетельствуют о низком содержании питательных элементов, особенно азота, а также о повышенной кислотности субстрата.

Косвенным подтверждением низкого плодородия является слабое развитие напочвенного покрова, что, в свою очередь, делает нецелесообразным проведение агротехнических уходов в первые два года после посадки на большей площади участка.

Несмотря на указанные неблагоприятные условия, по результатам учета через два года сохранность сеянцев ели составила 75,5 %, что позволяет обеспечить планируемую густоту путем дополнения лесных культур.

Таблица 1
Приживаемость лесных культур на выработанной части Исетского гранитного карьера

Поро- да	Возраст сеянцев, лет	Корневая система	Дата посадки	Количество высаженных сеянцев, шт./%	Приживаемость (сохранность, шт./%)		
					28 апреля 2024 г.	21 августа 2024 г.	24 апреля 2025 г.
Весенняя посадка							
Е	4	ОКС	27.04.2023 г.	298 100	238 79,9	225 75,5	225 75,5
Л	1	ОКС		113 100	104 92,0	103 91,2	103 91,2
С	2	ОКС	11.05.2023 г.	277 100	247 89,2	237 85,6	235 84,8
С	1	ЗКС		312 100	285 91,3	285 91,3	279 89,4
Осенняя посадка							
Л	2	ОКС	20.09.2023 г.	91 100	86 94,5	86 94,5	84 92,3
К	2	ОКС		146 100	146 100	145 99,3	145 99,3
К	3	ЗКС		29 100	29 100	29 100	28 96,6
С	1	ЗКС		88 100	88 100	88 100	87 98,8
С	1	ЗКС	29.09.2023 г.	103 100	102 99,0	101 98,1	101 98,1

Таблица 2
Средние морфометрические показатели культивируемых растений, см

Порода	Корневая система	Дата посадки	Высота	Текущий годичный прирост по высоте	Диаметр кроны	Диаметр основания ствола
Е	ОКС	27.04.2023 г.	$27,6 \pm 1,7$	$9,7 \pm 0,9$	$19,1 \pm 1,2$	$0,63 \pm 0,03$
Л	ОКС		$47,2 \pm 2,6$	$33,8 \pm 2,3$	$35,2 \pm 1,8$	$1,05 \pm 0,04$
С	ОКС		$34,4 \pm 1,9$	$21,9 \pm 2,0$	$30,9 \pm 1,8$	$0,97 \pm 0,05$
С	ЗКС	11.05.2023 г.	$26,2 \pm 1,3$	$20,0 \pm 1,2$	$27,4 \pm 1,0$	$0,76 \pm 0,03$
Л	ОКС		$17,5 \pm 1,3$	$7,6 \pm 0,7$	$12,4 \pm 0,9$	$0,41 \pm 0,03$
К	ОКС		$8,7 \pm 0,5$	$2,7 \pm 0,1$	$10,4 \pm 0,3$	$0,49 \pm 0,01$
К	ЗКС	20.09.2023 г.	$12,6 \pm 0,6$	$4,3 \pm 0,3$	$12,9 \pm 0,5$	$0,66 \pm 0,03$
С	ЗКС		$30,4 \pm 1,1$	$11,6 \pm 0,6$	$22,3 \pm 0,9$	$0,69 \pm 0,02$
С	ЗКС	29.09.2023 г.	$18,0 \pm 0,8$	$10,4 \pm 0,5$	$16,5 \pm 0,9$	$0,49 \pm 0,02$



а



б

Рис. 3. Механические повреждения деревьев лиственницы (а) и ели (б)

Таблица 3
Характеристика почвогрунта на выработанной части Исетского гранитного карьера

Наименование показателя	Единица измерения	НД на метод испытания	Результаты испытаний	Погрешность (неопределенность)
Кислотность рН _{сол.}	Ед. рН	ГОСТ 26483–85	4,3	0,1
Массовая доля органического вещества	%	ГОСТ 26213–2021	1,99	0,4
Массовая доля азота нитратов	мг/кг	ГОСТ 26951–86	0,13	0,04
Массовая доля азота аммония	мг/кг	ГОСТ 26489–85	менее 2,5	–
Массовая доля подвижных соединений фосфора (P ₂ O ₅)	мг/кг	ГОСТ Р 54650–2011	104	21
Массовая доля подвижных соединений калия (K ₂ O)	мг/кг	ГОСТ Р 54650–2011	91	14

Приживаемость и сохранность сеянцев других древесных пород (как с ОКС, так и с ЗКС) соответствуют требованиям действующих нормативных документов, что позволяет отказаться от проведения дополнения [22].

При весенней посадке лучшими показателями приживаемости характеризуются лесные культуры лиственницы Сукачева – 92,0 %. Эта порода также показала наивысшую сохранность сеянцев по истечении двух лет.

Сеянцы сосны обыкновенной с ЗКС продемонстрировали более высокие показатели приживаемости и сохранности по сравнению с ОКС. Однако различия составляют менее 5 % (2,1 % по приживаемости и 4,6 % по сохранности), что находится в пределах точности полевых опытов.

Осенняя посадка показала лучшие результаты по приживаемости большинства пород. Это, по-видимому, связано с тем, что зимой в карьере, в отличие от отвалов [30; 31], накапливается снег [21], создавая влаго-

запас и лучшие условия обеспеченности влагой в начале вегетационного периода. Так, приживаемость сеянцев сосны кедровой сибирской с ЗКС составила 100 %, с ОКС – 98,4 %. Варьирование приживаемости сеянцев сосны с ЗКС при осенней посадке составляет от 99 до 100 %, а сохранности – от 98,1 до 98,8. В то же время приживаемость и сохранность лиственницы при осенней посадке оказалась ниже чем при весенней на 5,9 и 6,5 %, что может быть связано с возрастными особенностями их корневой системы и чувствительностью к условиям пересадки [32; 33; 34].

С учетом важности лесохозяйственной рекультивации нарушенных земель и полученных положительных результатов, дальнейшие исследования на данном стационаре следует направить на количественную оценку депонирования углерода в компонентах формируемых насаждений.

ВЫВОДЫ

1. Осенняя посадка обеспечивает более высокие показатели приживаемости лесных культур (95,6–100 %) по сравнению с весенней (79,9–92,0 %). Это, вероятно, обусловлено стрессовыми погодными условиями в мае 2023 года, когда после весенней посадки наблюдалась засушливая и жаркая погода, неблагоприятная для укоренения сеянцев.

2. Наилучшая приживаемость при весенней посадке отмечена у 1-летних сеянцев лиственницы Сукачева с ОКС (92,0 %), наихудшая – у 4-летних сеянцев ели сибирской (79,9 %). При осенней посадке, напротив, наиболее низкие показатели приживаемости зафиксированы у 2-летних сеянцев лиственницы Сукачева, что может быть связано с возрастными особенностями их корневой системы и чувствительностью к условиям пересадки.

3. Различия в приживаемости и сохранности лесных культур, созданных сеянцами с открытой и закрытой корневой системами (сосна обыкновенная, сосна кедровая сибирская) незначительны.

4. Во второй год выращивания сохранность лесных культур, созданных весной, составляет от 75,5 до 91,2 %, тогда как у культур, созданных осенью 2023 года (и переживших один вегетационный сезон), сохранность выше – от 92,3 до 98,8 %. Это указывает на потенциал осенней посадки как более надежной технологии при лесохозяйственной рекультивации.

5. Наиболее интенсивный рост по основным морфометрическим показателям (высота, диаметр стволика и диаметр кроны) зафиксирован у лиственницы Сукачева, посаженной весной 1-летними сеянцами с ОКС. Это подтверждает высокую адаптивность данной породы к условиям субстрата, сформированного на рекультивированной территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Качество жизни: вчера, сегодня, завтра. Актуальные проблемы вступления России в ВТО / Г. В. Астратова, А. В. Мехренцев, Л. И. Пономарева [и др.]. Екатеринбург : Изд-во ГК «Стратегия позитива», 2012. 648 с.

2. Качество жизни: проблемы и перспективы XXI века / Г. А. Астратова, А. В. Мехренцев, М. И. Хру-

щева [и др.]. Екатеринбург : Изд-во ГК «Стратегия позитива», 2013. 534 с.

3. Жилищно-коммунальное хозяйство и качество жизни в XXI веке: экономические модели, новые технологии и практики управления / Л. С. Азаренков, Г. В. Астратова, Я. П. Силин [и др.]. Москва ; Екатеринбург : Изд. центр «Науковедение», 2017. 600 с.

4. Формовое разнообразие подроста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающего на отвалах месторождения хризотил-асбеста / А. Ю. Зарипова, Д. И. Окадьев, Е. Б. Терентьев [и др.] // Леса России и хозяйство в них, 2020. № 2 (73). С. 41–49.

5. Формирование естественных фитоценозов на выработанном карьере кирпичной глины как начальный этап дальнейшего лесоразведения / Р. А. Осипенко, А. Е. Осипенко, Ю. В. Зарипов [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова, 2020. № 3. С. 111–117. DOI 10.34655/bgsha.2020.60.3.017.

6. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 5(383). С. 22–33. DOI 10.37482/0536-1036-2021-5-22-33.

7. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2013. № 2(332). С. 66–73.

8. Опыт создания лесных культур на солончаках хвойной лесопригодности / С. В. Залесов, О. В. Толкач, И. А. Фрейберг [и др.] // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 9. С. 42–47. DOI: 10.18412/1816-0395-2017-9-42-47.

9. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, Ю. В. Зарипов [и др.] // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 12. С. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-12-63-67.

10. Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Ref-tinskaya HPES, Russia // Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 2020, 35 (1): 7–14. DOI: 10.28955/alinterizbd. 696559.

11. Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Осипенко Р. А. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины хризотил-асбеста и редкоземельных руд. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. 282 с.

12. Петров А. И., Залесов С. В., Котова В. С. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах // Сибирский лесной журнал. 2023. № 3. С. 15–20. DOI: 10.15372/SJFS20230302.

13. Определение перспективности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для создания карбоновых ферм / В. С. Котова, И. Е. Корчагин, Е. П. Розинкина [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3 (86). С. 4–13. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.001.

14. Состояние сообществ дереворазрушающих грибов в районе нефтегазодобычи / И. В. Ставищенко, С. В. Залесов, Н. А. Луганский [и др.] // Экология, 2002. № 3. С. 175–184.

15. Влияние продуктов сжигания попутного газа при добыче нефти на репродуктивное состояние сосновых древостоев в северотаежной подзоне / Д. Р. Аникеев, И. А. Юсупов, Н. А. Луганский [и др.] // Экология. 2006. № 2. С. 122–126.
16. Залесов С. В., Бачурина А. В., Бачурина С. В. Состояние лесных насаждений, подверженных влиянию промышленных поллютантов ЗАО «Карабаш-медь» и реакция их компонентов на проведение рубок обновления. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 277 с.
17. Бачурина А. В., Залесов С. В., Толкач О. В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 6. С. 67–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71DUMMY24.
18. Bachurina A. V., Zalesov S. V., Ayan S. Characteristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in Urals, Russia // Forestist, 2022. No. 73(1). P. 42–50. DOI: 10.5152/forestist.2022.22019.
19. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации : Утв. Приказом Минприроды России от 18.08.2014 № 367.
20. Характеристика древесной и кустарниковой растительности, произрастающей на Исетском гранитном карьере / А. Е. Осипенко, К. А. Башегуров, И. Е. Корчагин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 3 (82). С. 39–48. DOI: 10.51318/FRET.2022.80.43.005.
21. Снегонакопление на учебно-опытном полигоне рекультивации нарушенных земель / Р. А. Осипенко, А. Е. Осипенко, В. С. Котова [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 4–14. DOI: 10.51318/FRET.2024.58.41.001.
22. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
23. Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2023. 146 с.
24. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : Утв. приказом Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024.
25. Влияние аморфного кремнезема на рост сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) на рекультивируемом гранитном карьере / А. В. Лантинова, Н. В. Марина, Е. М. Агапитов [и др.] // Лесотехнический журнал. 2024. Т. 14. № 4 (56). С. 38–49. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2024.4/3.
26. Приживаемость лесных культур на учебно-опытном полигоне рекультивации нарушенных земель / А. Е. Осипенко, С. В. Залесов, И. А. Данилов, [и др.] // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2024. С. 228–232.
27. Planting time, stocktype and additive effects on the development of spruce and pine plantations in Western Carpathian Mts. / I. Repac, M. Belko, D. Krajmerova, L. Paule // New Forests. 2021. No. 52. P. 449–472. DOI: 10.1007/s11056-020-09804-3.
28. Growth of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. seedlings grown in hiko containers in the first year after planting / J. Banach, S. Malek, M. Kormanek, G. Durlo // Sustainability. 2020. No. 12(17). P. 7155. DOI: 10.3390/su12177155.
29. Рост лесных культур ели европейской созданных сеянцами с закрытой корневой системой / А. И. Белова, Р. С. Хамитов, С. М. Хамитова, Е. С. Полякова // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40, № 2. С. 109–113. DOI 10.53374/1993-0135-2022-6-109-113.
30. Накопление подроста на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, Е. С. Залесова, С. В. Залесов [и др.] // Успехи современного естествознания, 2019. С. 21–25.
31. Характеристика ассимиляционного аппарата подроста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения тантал-бериллия / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Д. И. Окатьев [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2020. № 4 (61). С. 129–138. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.020.
32. Haase D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation // Tree Planters' Notes. 2008. Vol. 52, no. 2. P. 24–30.
33. Grossnickle S. C., MacDonald J. E. Seedling Quality: History, Application, and Plant Attributes // Forests. 2018. Vol. 9. No. 5. P. 283. DOI 10.3390/f9050283.
34. Grossnickle S. C., MacDonald J. E. Why seedlings grow: influence of plant attributes // New Forests. 2018. Vol. 49, P. 1–34. DOI 10.1007/s11056-017-9606-4.

REFERENCES

1. Kachestvo zhizni: vchera, segodnya, zavtra. Aktualnye problemy vstupleniya Rossii v VTO / G. V. Astratova, A. V. Mehrencev, L. I. Ponomareva [i dr.]. Ekaterinburg : Izd-vo GK «Strategiya pozitivita», 2012. 648 s.
2. Kachestvo zhizni: problemy i perspektivy XXI veka / G. A. Astratova, A. V. Mehrencev, M. I. Hrusheva [i dr.]. Ekaterinburg : Izd-vo GK «Strategiya pozitivita», 2013. 534 s.
3. Zhilishno-kommunalnoe hozyajstvo i kachestvo zhizni v XXI veke: ekonomicheskie modeli, novye tehnologii i praktiki upravleniya / L. S. Azarenkov, G. V. Astratova, Ya. P. Silin [i dr.]. Moskva ; Ekaterinburg : Izd. centr «Naukovedenie», 2017. 600 s.
4. Formovoe raznoobrazie podrosta sosny obyknovnoy (*Pinus sylvestris* L.), proiz-rastayushego na otvalah mestorozhdeniya hrizotil-asbesta / A. Yu. Zaripova, D. I. Okatev, E. B. Terentev [i dr.] // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih, 2020. № 2 (73). S. 41–49.
5. Formirovanie estestvennyh fitocenozov na vyrobotannom karere kirpichnoj gliny kak nachalnyj etap dalnejshego lesorazvedeniya / R. A. Osipenko, A. E. Osipenko, Yu. V. Zaripov [i dr.] // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj selskohozyajstvennoj akademii im.

V. R. Filippova, 2020. № 3. S. 111–117. DOI 10.34655/bgsha.2020.60.3.017.

6. Podrost sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) na otvalah mestorozhdeniya hri-zotil-asbesta / Yu. V. Zaripov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova [i dr.] // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal. 2021. № 5(383). S. 22–33. DOI 10.37482/0536-1036-2021-5-22-33.

7. Formirovanie iskusstvennyh nasazhdenij na zoloot-vale Reftinskoj GRES / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. A. Zverev [i dr.] // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal, 2013. № 2(332). S. 66–73.

8. Opyt sozdaniya lesnyh kultur na solonchah horoshej lesoprigodnosti / S. V. Zalesov, O. V. Tolkach, I. A. Frej-berg [i dr.] // Ekologiya i promyshlennost Rossii. 2017. T. 21. № 9. S. 42–47. DOI: 10.18412/1816-0395-2017-9-42-47.

9. Rekultivaciya narushennyh zemel na mestorozhdenii tantal-berilliya / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, Yu. V. Zaripov [i dr.] // Ekologiya i promyshlennost Rossii. 2018. T. 22. № 12. S. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-12-63-67.

10. Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletav-ev A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya HPES, Russia // Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 2020, 35 (1): 7–14. DOI: 10.28955/alinterizbd.696559.

11. Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Osipenko R. A. Opyt lesohozyajstvennogo napravle-niya rekultivacii narushen-nyh zemel pri razrabotke mestorozhdenij gliny hrizotil-asbesta i redkozemelnyh rud. Ekaterinburg : Ural. gos. lesotehn. un-t, 2022. 282 s.

12. Petrov A. I., Zalesov S. V., Kotova V. S. Effek-tivnost sozdaniya lesnyh kultur sosny obyknovennoj na drazhnyh otvalah // Sibirskij lesnoj zhurnal. 2023. № 3. S. 15–20. DOI: 10.15372/SJFS20230302.

13. Opredelenie perspektivnosti sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) dlya sozdaniya karbonovyh ferm / V. S. Kotova, I. E. Korchagin, E. P. Rozinkina [i dr.] // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2023. № 3 (86). S. 4–13. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.001.

14. Sostoyanie soobshestv derevorazrushayushih gribov v rajone neftegazodobychi / I. V. Stavishenko, S. V. Zale-sov, N. A. Luganskij [i dr.] // Ekologiya, 2002. № 3. S. 175–184.

15. Vliyanie produktov szhiganiya poputnogo gaza pri dobyche nefti na reproduktiv-noe sostoyanie sosnovykh drevostoev v severotaezhnoj podzone / D. R. Anikeev, I. A. Yusupov, N. A. Luganskij [i dr.] // Ekologiya. 2006. № 2. S. 122–126.

16. Zalesov S. V., Bachurina A. V., Bachurina S. V. Sostoyanie lesnyh nasazhdenij, pod-verzhennyh vliyaniyu promyshlennyh pollyutantov ZAO «Karabashmed» i reakciya ih komponentov na provedenie rubok obnovleniya. Ekaterinburg : Ural. gos. lesotehn. un-t, 2017. 277 s.

17. Bachurina A. V., Zalesov S. V., Tolkach O. V. Effektivnost lesnoj rekultivacii narushennyh zemel v zone vliyaniya medeplavilnogo proizvodstva // Ekologiya i pro-myshlennost Rossii. 2020. T. 24. № 6. S. 67–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71DUMMY24.

18. Bachurina A. V., Zalesov S. V., Ayan S. Charac-teristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in Urals, Russia // Forestist, 2022. No. 73(1). P. 42–50. DOI: 10.5152/forestist.2022.22019.

19. Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitelnyh zon Rossijskoj Federacii i Perechnya lesnyh rajonov Rossijskoj Federacii : Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 18.08.2014 № 367.

20. Harakteristika drevesnoj i kustarnikovoj rastitel-nosti, proizrastayushej na Isetskom granitnom karere / A. E. Osipenko, K. A. Bashegurov, I. E. Korchagin [i dr.] // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2022. № 3 (82). S. 39–48. DOI: 10.51318/FRET.2022.80.43.005.

21. Snegonakoplenie na uchebno-opytном poligone rekultivacii narushennyh zemel / R. A. Osipenko, A. E. Osipenko, V. S. Kotova [i dr.] // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2024. № 3 (90). S. 4–14. DOI: 10.51318/FRET.2024.58.41.001.

22. Osnovy fitomonitoringa / N. P. Bunkova, S. V. Zale-sov, E. S. Zalesova [i dr.]. Ekaterinburg : Ural. gos. Leso-tehn. un-t, 2020. 90 s.

23. Dancheva A. V., Zalesov S. V., Popov A. S. Lesnoj ekologicheskij monitoring. Ekaterinburg : Ural. gos. lesotehn. un-t, 2023. 146 s.

24. Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovleniya, formy, sostava, poryadka soglasovaniya proekta lesovosstanovleniya, osnovanij dlya otkaza v ego soglasovanii, a takzhe trebovanij k formatu v elektronnoj forme proekta lesovosstanovleniya : Utv. prikazom Minprirody Rossii ot 29.12.2021 g. № 1024.

25. Vliyanie amorfnogo kremnezema na rost seyancev sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) i eli sibirskoj (*Picea obovata* Ledeb.) na rekultiviruemom granitnom karere / A. V. Lantinova, N. V. Marina, E. M. Agapitov [i dr.] // Lesotehnicheskij zhurnal. 2024. T. 14, № 4 (56). S. 38–49. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2024.4/3.

26. Prizhivaemost lesnyh kultur na uchebno-opytном poligone rekultivacii narushennyh zemel / A. E. Osipenko, S. V. Zalesov, I. A. Danilov [i dr.] // Effektivnyj otvet na sovremennye vyzovy s uchetoм vzaimodejstviya cheloveka i prirody, cheloveka i tehnologij: socialno-ekonomicheskie i ekologicheskie problemy lesnogo kompleksa : mater. XV Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. Ekaterinburg : Ural. gos. lesotehn. un-t, 2024. S. 228–232.

27. Planting time, stocktype and additive effects on the development of spruce and pine plantations in Western Carpathian Mts. / I. Repac, M. Belko, D. Krajmerova, L. Paule // New Forests. 2021. No. 52. R. 449–472. DOI: 10.1007/s11056-020-09804-3.

28. Growth of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. seedlings grown in hiko con-tainers in the first year after planting / J. Banach, S. Malek, M. Kormanek, G. Durlo // Sustainability. 2020. No. 12(17). R. 7155. DOI: 10.3390/su12177155.

29. Rost lesnyh kultur eli evropejskoj sozdannyh seyancami s zakrytoj kornevoj sistemoj / A. I. Belova, R. S. Hamitov, S. M. Hamitova, E. S. Polyakova // Hvojnye borealnoj zony. 2022. T. 40, № 2. S. 109–113. DOI 10.53374/1993-0135-2022-6-109-113.

30. Nakoplenie podrosta na otvalah mestorozhdeniya hrizotil-asbesta / Yu. V. Zaripov, E. S. Zalesova, S. V. Zale-

sov [i dr.] // *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*. 2019. S. 21–25.

31. Harakteristika assimilyacionnogo apparata podrosta sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) na otvalah mestorozhdeniya tantal-berilliya / Yu. V. Zaripov, S. V. Zalesov, D. I. Okatev [i dr.] // *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj selskohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filipova*. 2020. № 4 (61). S. 129–138. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.020.

32. Haase D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation // *Tree Planters' Notes*. 2008. Vol. 52, No. 2. P. 24–30.

33. Grossnickle S. C., MacDonald J. E. Seedling Quality: History, Application, and Plant Attributes // *Forests*. 2018. Vol. 9, No. 5. P. 283. DOI 10.3390/f9050283.

34. Grossnickle S. C., MacDonald J. E. Why seedlings grow: influence of plant attributes // *New Forests*. 2018. Vol. 49. P. 1–34. DOI 10.1007/s11056-017-9606-4.

© Котова В. С., Осипенко А. Е.,
Осипенко Р. А., Старыгин Л. А.,
Залесов С. В., 2025

Поступила в редакцию 29.05.2025
Принята к печати 20.10.2025