

На правах рукописи

Петров Александр Иванович

**Лесоводственная эффективность рекультивации
дражных отвалов на Урале**

Специальность 4.1.6 – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры,
агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Екатеринбург, 2025

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

Научный руководитель:	доктор сельскохозяйственных наук, профессор Сергей Вениаминович Залесов
Официальные оппоненты:	Трещевская Элла Игоревна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кафедра лесных культур, селекции и лесомелиорации, профессор Глазырина Маргарита Александровна, кандидат биологических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, НИИ физики и прикладной математики, лаборатория антропогенной динамики экосистем, старший научный сотрудник
Ведущая организация:	ФГБНУ Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Защита состоится 24 апреля 2025 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 24.2.424.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru).

Автореферат разослан «___» марта 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент

Магасумова
Альфия Гаптрауфовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. На Урале впервые в России в 1745 г. было открыто месторождение золота, после чего началась его интенсивная разведка и добыча. На 1.01.2019 г. горными работами, связанными с золотодобычей, нарушено около 0,1 млн га. Поскольку открытая добыча россыпных драгоценных металлов драгами и гидравлическим способом полностью разрушает коренные растительные сообщества и приводит к перемешиванию горизонтов почвы и материнской породы, чрезвычайно важной задачей является рекультивация нарушенных земель. При этом нельзя не учитывать, что большинство полигонов по добыче драгоценных металлов сосредоточено в поймах рек и размыв незакрепленных растительностью грунтов приводит к заилению рек и другим неблагоприятным экологическим последствиям. Поскольку большинство участков передано для добычи золота из лесного фонда, логично предположить, что основными являются самозарастание и лесохозяйственное направление рекультивации.

Степень разработанности темы исследований. В мировой и отечественной практике накоплен значительный опыт рекультивации нарушенных в процессе разработки месторождений россыпного золота земель (Касимов, Галако, 2002; Филатова и др., 2023). Однако данный опыт в Уральском регионе не обобщен, что объясняет низкую эффективность рекультивационных работ. Автором предпринята попытка анализа эффективности самозарастания и лесохозяйственного направления рекультивации, нарушенных в процессе добычи россыпного золота, земель.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель исследования. Анализ естественного зарастания и создания лесных культур при рекультивации земель, нарушенных в процессе добычи золота дражным способом и разработка на этой основе предложений по повышению эффективности рекультивации.

В соответствии с заданной целью исследований были сформулированы следующие задачи:

1. Выполнить анализ естественного зарастания нарушенных в процессе добычи золота земель.
2. Изучить эффективность создания и выращивания лесных культур на полигонах добычи россыпного золота.
3. Проанализировать возможность сельскохозяйственного, лесохозяйственного и других направлений рекультивации.
4. Разработать предложения по совершенствованию рекультивации земель, нарушенных в процессе добычи россыпного золота.

Научная новизна результатов исследований. Впервые для условий Уральского региона выполнен комплексный анализ эффективности самозарастания и создания лесных культур на землях, нарушенных в процессе добычи россыпного золота; установлено видовое разнообразие и надземная

фитомасса живого напочвенного покрова при самозаращении и проведении рекультивационных работ; установлены состав подроста и древостоев при естественном заращении полигонов добычи россыпного золота; установлены таксационные показатели древостоев и их санитарное состояние в естественных и искусственных насаждениях, сформировавшихся на дражных отвалах.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в получении данных, расширяющих современные знания о формировании растительности на землях, нарушенных в процессе добычи россыпного золота; изучении приживаемости и сохранности лесных культур, созданных посевом семян и посадкой 2–3-летних сеянцев; установлении запасов искусственных сосновых насаждений, созданных на дражных отвалах в двух лесных районах Урала и определении возможности создания карбоновых ферм на данном виде нарушенных земель; установлении видового состава и надземной фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП) и возможности его использования населением.

Разработанные в ходе проведенных исследований предложения по совершенствованию создания и выращивания лесных культур на землях, нарушенных в процессе добычи россыпного золота, могут быть использованы при уточнении нормативно-правовых документов по компенсационному лесоразведению, а также при расчете углерода, депонируемого лесными экосистемами на нарушенных землях.

Основные результаты исследований используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению 35.03.01 и 35.04.01 – «Лесное дело» (имеется справка о внедрении).

Пробные площади, заложенные в ходе исследований, переданы в банк научно-производственных объектов для осуществления экологического мониторинга и продолжения исследований.

Методология и методы исследований. В основу исследований положены общепринятые, апробированные методики, которые широко применяются при изучении растительности в лесоведении, лесоводстве и лесной таксации. Обработка данных производилась с применением программных продуктов Microsoft Excel, Statistica, MapInfo.

На защиту выносятся следующие положения:

- видовой состав и надземная фитомасса ЖНП под пологом естественных и искусственных насаждений, сформировавшихся на дражных отвалах;
- данные о приживаемости и сохранности лесных культур, созданных на нарушенных в процессе добычи золота землях;
- предложения по совершенствованию рекультивационных работ на землях, нарушенных в процессе добычи золота.

Степень достоверности и апробация результатов. Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается значительным объемом экспериментальных данных, собранных с использованием широко

известных апробированных методик и обработанных современными статистическими методами.

Основные положения и результаты исследований докладывались и обсуждались на междунар. науч.-практ. конф. «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития 2022» (Брянск, 2022); всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием) «Практические аспекты ведения лесного хозяйства и использования лесов» (Вологда, 2022); междунар. науч.-практ. конф. «Состояние и перспективы индустриально-инновационного развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан» (Семей, 2022); междунар. науч.-техн. конф. «Лес-2022» (Брянск, 2023); VIII всерос. науч.-техн. конф. «Леса России: политика, промышленность, наука, образование» (Санкт-Петербург, 2023); всерос. науч.-практ. конф. «Развитие системы лесохозяйственных работ и лесопользования в России» (Пушкино, 2023); Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. с междунар. участием «Оптимизация лесопользования» (Екатеринбург, 2023); науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы таежного и при-тундрового лесоводства на Европейском Севере России» (Архангельск, 2023); всерос. науч. конф. с междунар. участием «Почвы и окружающая среда» (Новосибирск, 2023); XV междунар. науч.-техн. конф. «Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий» (Екатеринбург, 2024); всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Рекультивация нарушенных земель: технологии, эффективность и биоразнообразие» (Новокузнецк, 2024); междунар. науч.-практ. конф. «Устойчивость природных ландшафтов и их компонентов к внешнему воздействию» (Грозный, 2024).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 17 печатных работах, в том числе 7 статей в журналах из списка, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, рекомендаций производству и шести приложений. Список использованной литературы включает 243 наименования, в том числе 14 на иностранных языках. Текст изложен на 168 страницах и проиллюстрирован 32 таблицами и 13 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Проблемы рекультивации нарушенных земель

Добыча полезных ископаемых неразрывно связана с изъятием земель под линейные и площадные объекты с последующей рекультивацией их после выработки месторождений. Рекультивационные работы ведутся во всем мире уже на протяжении нескольких столетий и накоплен определенный опыт проведения различных направлений рекультивации. При этом наиболее эффективным и перспективным считается лесохозяйственное направле-

ние (Браталова и др., 1988; Torbert et al., 1988; Moffat, Ne Neill, 1994; Михайлова, 2008; Ortiz et al., 2012; Macdonald et al., 2015; Pietrzykowski et al., 2015; Кузнецов, Чекаев, 2016; Половников, 2016; Иванова, 2020; Залесов и др., 2022). Последнее объясняется, прежде всего тем, что участки для добычи полезных ископаемых на территории Российской Федерации изымаются, прежде всего, из земель лесного фонда.

Ведутся рекультивационные работы на нарушенных землях и на Урале. В то же время, несмотря на то, что на Урале в 1745 г. было открыто первое на территории Российской Федерации месторождение золота (Альбрехт и др., 2015) и работы по его добыче ведутся более 250 лет, количество научных публикаций по рекультивации полигонов добычи россыпного золота крайне ограничено, а приведенные в них данные об эффективности рекультивационных работ противоречивы. Последнее объясняется различиями последствий добычи и существенностью влияния ее на природные экосистемы. В подавляющем большинстве публикаций авторы рекомендуют оставление полигонов добычи золота под естественное зарастивание древесной растительностью.

Данные о создании лесных культур на дражных отвалах существенно различаются и нет единого мнения даже по вопросу создания лесных культур посадкой или посевом.

Существенность влияния добычи россыпного золота на природные экосистемы и высокая вероятность эрозии почв и заиления рек и ручьев, в поймах которых преимущественно ведется добыча, обусловили необходимость проведения работ по изучению эффективности естественного зарастания и проведения рекультивационных работ по лесохозяйственному направлению.

2. Природные условия районов исследований

В целях более объективной оценки эффективности рекультивации полигонов добычи россыпного золота нами в качестве «ключевых» были выбраны Березовское и Миасское лесничество. На территории Березовского лесничества было открыто первое в России месторождение золота, а территория Миасского лесничества характеризуется наиболее богатыми на Урале россыпями этого металла.

Согласно действующего нормативного документа (Об утверждении ..., 2014) территория Березовского лесничества относится к Средне-Уральскому таежному, а Миасского – к Южно-Уральскому лесостепному лесным районам. Климат на территории Березовского лесничества континентальный, а Миасского – умеренно континентальный.

Несмотря на различие географического положения районов исследований, общее количество тепла и влаги в сочетании с относительно плодородными почвами обеспечивает произрастание сосновых и березовых насаждений высоких классов бонитета. Сдерживающими факторами выра-

щивания твердолиственных видов, а также теплолюбивых древесных и кустарниковых видов интродуцентов являются короткий вегетационный период, а также поздние весенние и ранние осенние заморозки.

Районы исследований относятся к горной части Урала и характеризуются горным и холмисто-увалистым рельефом. Последнее во многом определило мозаичность почв и их значительное разнообразие. При этом доминирующими являются горно-подзолистые, дерново-подзолистые и мелкие дерново-подзолистые почвы. Наличие значительных уклонов обуславливает интенсивную водную эрозию почв, особенно на участках, не покрытых древесно-кустарниковой растительностью. Указанное необходимо учитывать при планировании и проведении рекультивационных работ на нарушенных землях, а также при проведении лесохозяйственных работ и заготовке древесины.

На территории Березовского лесничества крупных рек нет, а по территории Миасского протекает основная водная артерия Челябинской области – река Миасс, имеющая значительное количество притоков. Реки и ручьи, протекающие в районах исследований, в большинстве своем относятся к золотоносным, что обуславливает добычу в их поймах драгоценных металлов дражным способом с последующей рекультивацией нарушенных земель.

3. Программа, методика и объем выполненных работ

Поскольку конечной целью планируемых исследований была разработка предложений по совершенствованию рекультивационных работ на дражных отвалах в Средне-Уральском таежном и Южно-Уральском лесостепном лесных районах, при их организации была составлена следующая программа работ:

1. Выполнить анализ научной и ведомственной литературы по проблеме восстановления нарушенных земель, образовавшихся в результате добычи драгоценных металлов.

2. Проанализировать природные условия районов исследований.

3. Обследовать участки добычи драгоценных металлов и определить места для закладки пробных площадей.

4. Заложить пробные площади на участках естественного зарастания дражных отвалов с установлением таксационных показателей, сформировавшихся насаждений.

5. Заложить пробные площади на участках дражных отвалов, где были проведены рекультивационные работы по лесохозяйственному направлению.

6. Заложить пробные площади в искусственных насаждениях, созданных на вырубках.

7. Проанализировать эффективность естественного зарастания дражных отвалов и создания на них лесных культур сосны обыкновенной, а

также производительность искусственных насаждений на дражных отвалах и вырубках.

8. Проанализировать нижние яруса растительности с целью установления возможности недровесного пользования в насаждениях, созданных на дражных отвалах.

9. Разработать предложения по совершенствованию восстановления нарушенных земель, образующихся при добыче драгоценных металлов в районах исследований.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), на которых выполнен весь комплекс работ в соответствии с методическими рекомендациями и требованиями нормативных документов (Сукачев, Зонн, 1961; ОСТ 56-69-83; Данчева, Залесов, 2015, 2023; Бунькова и др., 2020; Об утверждении ..., 2021).

Все ПП выделялись в натуре с использованием сертифицированных геодезических инструментов и закреплялись кольями. Координаты всех ПП установлены с использованием GPS-навигатора и переданы с материалами ПП в банк научных объектов кафедры лесоводства ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» для осуществления последующего мониторинга.

Помимо установления основных таксационных показателей, в соответствии с вышеуказанными методиками, нами был рассчитан запас углерода в фитомассе древостоев, выращиваемых на дражных отвалах с использованием конверсионных коэффициентов (Об утверждении методик ..., 2022)

Санитарное состояние древостоев на ПП устанавливалось на основании расчета средневзвешенной категории санитарного состояния (Об утверждении ..., 2020). При значении указанной категории от 1 до 1,5 насаждение считалось без признаков ослабления; 1,51–2,5 – ослабленное; 3,51–4,5 – усыхающие и более 4,5 – погибшее.

Коме того, для оценки состояния насаждений использовался коэффициент напряженности расти или комплексный оценочный показатель (КОП) (Густова, Терехина, 2007; Данчева, Залесов, 2023). При этом состояние считалось оптимальным при значении КОП в древостоях до 20 лет – 15–25; 20–30 лет – 10–18 и 40–70 лет – 5–8 см/см².

Подрост и подлесок анализировались по данным учетных площадок размером 2×2 м из расчета 15–30 учетных площадок на каждой ПП (Побединский, 1996; Данчева, Залесов, 2015; Бунькова и др., 2020; Об утверждении ..., 2021). Всходы и подрост учитывались отдельно. Для подроста помимо породного состава, жизненного состояния, густоты и высоты устанавливалась встречаемость (Луганский и др., 2015).

Живой напочвенный покров (ЖНП) характеризовался по данным учетных площадок размером 0,5×0,5 м в количестве 15–30 площадок на каждой ПП. При этом для определения видового состава и надземной фито-

массы все виды внутри учетных площадок срезались на уровне поверхности почвы. В камеральных условиях ЖНП распределялся по видам, а для определения влажности и пересчета надземной фитомассы в абсолютно сухое состояние отобранные образцы каждого вида на ПП высушивались при температуре 105⁰С (Понятовская, 1964; Радионова, 1976; Данчева, Залесов, 2015).

В процессе исследований заложено 32 ПП, 480 учетных площадок размером 2×2 м для оценки подроста и подлеска и 240 учетных площадок размером 0,5×0,5 м для анализа ЖНП. Отобрано 32 образца грунта дражных отвалов для определения его химического состава. Полученный материал обработан математико-статистическими методами и на основании полученных данных разработаны предложения по совершенствованию рекультивационных работ и выращиванию на дражных отвалах высокопроизводительных насаждений.

4. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации дражных отвалов на территории Березовского лесничества

Объектом исследований в Средне-Уральском таежном лесном районе служили естественные и искусственные насаждения, сформировавшихся на дражных отвалах, где добыча золота была прекращена 25–30 лет. Рекультивированные полигоны представляют собой чередующиеся возвышенные участки, выровненные бульдозером, и водоемы между ними. Последние могут служить для разведения рыбы, в качестве противопожарных водоемов и для разведения охотничьей фауны.

Таксационная характеристика насаждений, сформировавшихся на дражных отвалах, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Основные таксационные показатели естественных и искусственных насаждений, сформировавшихся на дражных отвалах в Березовском лесничестве

№ ПП	Состав	Средние			Класс бонитета	Густота, шт./га	Полнота		Запас, м ³ /га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см			абсолютная, м ² /га	относительная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Естественные насаждения									
1Б	7С	18	7,3	7,7		933	4,31	0,23	23
	+Б	15	5,1	4,7		200	0,39	0,02	1
	3Олх	15	6,4	6,5		700	2,32	0,12	8
	+Ос	15	5,4	5,0		133	0,31	0,01	1
	Итого		6,5		I	1966	7,33	0,38	33

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2Б	5Б	18	10,1	8,5		1488	8,53	0,53	47
	2Ос	18	8,9	8,7		848	5,02	0,26	24
	3С	17	7,4	11,2		536	5,24	0,28	25
	Ив	18	7,9	7,5		253	1,11	0,07	4
	Итого		9,1		Ia	3125	18,90	1,14	100
3Б	6Б	20	15,0	12,0		1217	16,05	0,64	105
	1Ос	20	15,2	11,8		290	3,69	0,13	25
	3С	25	11,5	10,6		761	7,73	0,26	25
	Итого		14,0		Ia	2268	27,47	1,03	155
Искусственные насаждения									
4Б	6С	18	7,5	9,8		1504	11,44	0,62	52
	1Б	17	7,3	11,8		127	1,37	0,09	6
	2Ос	18	9,1	8,1		670	3,49	0,23	18
	1Олх	17	9,2	8,2		236	1,24	0,07	7
	Итого		8,0		II	2536	17,54	1,01	83
5Б	8С	18	6,4	7,3		2327	9,70	0,59	43
	1Б	18	7,2	5,4		588	1,33	0,11	5
	1Олх	17	5,9	7,8		332	1,57	0,12	8
	+Ос	18	5,7	7,1		51	0,20	0,02	1
	Итого		6,4		II	3298	12,80	0,84	57
6Б	9С	18	10,8	15,1		1292	23,05	0,96	136
	+Б	18	9,9	10,0		118	0,93	0,06	5
	1Ос	18	10,4	9,9		405	3,10	0,16	17
	едИв	15	7,3	8,4		118	0,66	0,04	3
	Итого				Ia	1933	27,74	1,22	161
7Б	9С	25	11,1	13,7		1313	19,41	0,69	123
	1Б	35	14,2	16,1		84	1,69	0,09	12
	едОс	25	10,7	8,7		93	0,50	0,03	3
	Итого		11,4		Ia	1490	21,60	0,81	138
8Б	9С	25	11,1	11,9		2067	22,92	0,82	141
	1Ос	30	12,5	9,6		345	2,51	0,09	15
	+Б	30	11,8	7,3		197	0,82	0,03	5
	едИв	30	6,0	6,9		213	0,75	0,03	3
	Итого		11,2		I	2822	27,00	0,97	164

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что при естественном зарастании формируются, как правило, мягколиственные насаждения, а восстановление хвойными породами затягивается на длительный период. Создание лесных культур на дражных отвалах позволяет в 18-летнем возрасте сформировать здоровые сосновые насаждения I–Ia класса бонитета с запасом до 161 м³/га. При этом в процессе фотосинтеза из атмосферного воздуха изымается и депонируется в древесине 62,3 т/га углерода, что позволяет рекомендовать создание на дражных отвалах в Средне-Уральском таежном лесном районе карбоновых ферм с выращиванием сосновой древесины.

Имеющий место под пологом древостоев подрост может служить кормовой базой для диких животных и для увеличения густоты формирующихся насаждений. Последние в 18-летнем возрасте нуждаются в лесоводственных уходах с целью снижения внутри и межвидовой конкуренции.

Под пологом искусственных и естественных насаждений произрастает 39 видов растений ЖНП, входящих в 15 семейств.

При этом надземная фитомасса ЖНП в естественных насаждениях варьируется от 74,3 до 138 кг/га, а в искусственных от 66,5 до 143 кг/га в абсолютно сухом состоянии.

Поскольку почвогрунты дражных отвалов не имеют в своем составе вредных для человека и животных химических элементов можно организовывать на рекультивированных участках заготовку кормовых и лекарственных растений, а также организовывать пасеки, дополнительно осуществляя посев семян бобовых растений.

5. Последствия рекультивации дражных отвалов на территории Миасского лесничества

Исследования эффективности лесохозяйственного направления рекультивации дражных отвалов в Южно-Уральском лесостепном лесном районе проводились на территории Миасского лесничества. Дражные отвалы характеризовались практически полным отсутствием фосфора при содержании калия в среднем 0,2–2,0 мг/100 г и азота 1–5 мг/100 г почвогрунта и засоленности в пределах 0,02–0,13 %. Низкое плодородие почвогрунтов обусловило использование в качестве основной древесной породы при создании лесных культур сосны обыкновенной.

За период с 1975 по 1977 гг. на дражных отвалах было создано 424,7 га лесных культур сосны обыкновенной посевом и посадкой. При этом 162,8 га было создано посевом, 76,1 га посадкой вручную сеянцев под меч Колесова и 185,8 га – механизированной посадкой последних с использованием лесопосадочной машины СБН-1 в агрегате с трактором ТДТ-55.

Площадь участков лесных культур варьировалась от 0,6 до 57,5 га. При этом на участках с номерами 9, 11–19 был выполнен посев семян, на участках 1, 2, 4, 20, 21 и 23 ручная посадка, а на остальных участках механизированная посадка. На участках 1, 20–27 при посадке использовались 2-летние сеянцы, а на участках 2–8, 10 – 3-летние. Густота посадки 2-летних сеянцев варьировалась от 3,5 до 6,5 тыс. шт./га, 2-летних от 3,5 до 5,0 тыс. шт./га. Нормы высева семян на участках 9, 11–14 составляла 1,4 кг/га, участках 15 и 16 – 1,2 кг/га и на участках 17–19 – 1,9 кг/га. При этом на участках 9, 12–14 использовались семена I класса, участках 17–19 – второго класса, участке 11 – местные семена и участках 15 и 16 – кондиционные семена. Данные о приживаемости и сохранности лесных культур приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной, созданных на дражных отвалах в Миасском лесничестве

№ участка	Площадь, га	Приживаемость (%), год		Период до перевода, лет	Площадь списания, га	Густота на момент перевода, шт./га
		1-й	3-й			
1	2	3	4	5	6	7
1	40,0	92,4	91,7	4	-	4410
2	10,0	92,0	91,2	5	-	3680
3	20,0	92,0	91,2	5	-	3680
4	10,0	90,5	89,6	5	-	3170
5	18,0	90,5	89,6	6	-	3170
6	12,0	91,4	90,6	6	-	4350
7	9,2	93,8	90,6	6	-	3720
8	9,6	86,5	83,0	5	-	3220
9	9,0	86,5	95,0	6	-	5020
10	10,0	78,0	73,6	5	8	3680
11	20,0	58,0	92,2	6	-	6400
12	39,8	87,8	89,6	9	-	5700
13	9,0	41,6	66,4	7	-	5630
14	1,2	88,5	83,1	7	-	5630
15	25,0	85,5	89,2	9	-	3880
16	35,0	82,0	88,8	11	-	4810
17	10,0	96,1	17,6	-	10,0	-
18	6,0	95,1	89,8	9	-	4600
19	7,8	23,5	-	-	7,8	-
20	4,3	99,4	89,1	6	-	3900
21	11,2	97,0	89,0	8	-	4908
22	1,8	98,8	91,0	7	-	5470
23	0,6	98,9	91,0	7	-	5300
24	18,2	98,9	91,0	7	-	5237
25	57,5	91,0	88,0	8	-	5132
26	15,0	77,5	-	-	-	-
27	14,5	86,6	-	-	-	-
Итого	424,7				25,8	

Исследования показали, что при посеве 1,4 кг/га семян I класса перевод лесных культур в земли, покрытые лесной растительностью, происходит через 6–9 лет, при использовании местных семян через 6 лет, кондиционных семян 9–11 лет, а при использовании семян II класса два участка были списаны, а на одном лесные культуры были переведены в земли, покрытые лесной растительностью, через 9 лет. При посадке 2-летних сеянцев перевод происходит через 7–8 лет, а 3-летних – 5–7 лет после посадки. Более подробно указанный материал изложен нами ранее (Петров и др., 2023 а, б).

Низкое плодородие грунта обуславливает отсутствие на дражных отвалах ЖНП и исключает необходимость проведения лесоводственных уходов.

Для сравнения производительности искусственных насаждений, создаваемых на вырубке и дражных отвалах заложено 8 ПП разных лет создания (табл. 3).

Таблица 3 – Основные таксационные показатели искусственных сосновых насаждений, созданных на вырубке и дражных отвалах в Миасском лесничестве

№ ПП	Состав	Воз- раст, лет	Густота, шт./га		Средние		Полнота		Запас, м³/га
			при созда- нии	на мо- мент учета	вы- сота, м	диа- метр, см	абсо- лют- ная, м²/га	отно- си- тель- ная	
Искусственные насаждения, созданные на вырубках									
2	10С+Б	21	4500	4369	7,1	7,8	18,5	0,8	79
4	8С2Б	16	3600	5123	4,2	4,4	12,8	0,8	30
6	8С2Б	11	5200	5123	3,1	3,4	3,1	0,7	17
8	7С2Б1Ос	7	5050	4863	2,3	1,8	1,6	0,6	6
Искусственные насаждения, созданные на дражных отвалах									
1	10С	21	4500	3923	7,8	8,2	19,4	0,8	81
3	9С1Б	16	6000	5496	4,6	4,9	14,9	0,8	41
5	10С	11	4500	3981	3,1	2,6	3,4	0,8	19
7	10СедИв	7	6200	5069	2,4	2,1	1,8	0,8	10

Материалы табл. 3 наглядно свидетельствуют, что культуры, созданные на дражных отвалах, не только не уступают таковым, созданным на вырубке в условиях сосняка злаково-разнотравного, но даже обгоняют их по запасу, что можно объяснить отсутствием конкуренции со стороны ЖНП и мягколиственных пород.

В то же время значения КОП свидетельствуют, что лесные культуры на дражных отвалах и на вырубках нуждаются в проведении рубок ухода. Кроме того, они требуют создания эффективного противопожарного устройства.

Закладка дополнительных 13 ПП в искусственных насаждениях на дражных отвалах и трех на бывших вырубках показала, что запас в первом случае в возрасте от 20 до 50 лет варьируется от 83 до 295 м³/га, при варьировании в 51–53-летних насаждениях на вырубках от 217 до 305 м³/га. Если на вырубке искусственные насаждения характеризуются I–Ia классами бонитета при относительной полноте 0,64–0,86, то на дражных класс бонитета насаждений I–IV, а относительная полнота варьируется от 0,6 до 1,05. Указанное свидетельствует о существенной неоднородности условий произрастания на дражных отвалах.

Анализ санитарного состояния искусственных насаждений, созданных на вырубках и дражных отвалах свидетельствует об отсутствии четкой зависимости от места и способа их создания (табл. 4).

Таблица 4 – Санитарное состояние древостоев, созданных на вырубках и дражных отвалах в Миасском лесничестве

№ ПП	Возраст лесных культур, лет	Способ создания	Средневзвешенная категория санитарного состояния	Санитарное состояние древостоя
Лесные культуры, созданные на дражных отвалах				
63-11-1	50	Посадка	1,45	Насаждение без признаков ослабления
63-11-2	50	Посадка	1,53	Ослабленные лесные насаждения
63-26	50	Посев	1,97	Ослабленное лесное насаждение
63-41	46	Посев	1,94	Ослабленное лесное насаждение
78-69-1	40	Посев	1,93	Ослабленное лесное насаждение
78-69-2	40	Посев	1,48	Насаждение без признаков ослабления
63-7-1	39	Посев	2,48	Ослабленное лесное насаждение
63-7-2	39	Посев	2,05	Ослабленное лесное насаждение
86-2-1	36	Посадка	1,36	Насаждение без признаков ослабления
86-2-2	36	Посадка	1,65	Ослабленное лесное насаждение
78-10-1	20	Посев	1,90	Ослабленное лесное насаждение
78-10-2	20	Посев	1,72	Ослабленное лесное насаждение
78-10-3	22	Посадка	1,98	Ослабленное лесное насаждение
Искусственные насаждения, созданные на вырубке				
63-31-1	51	Посев	1,71	Ослабленное лесное насаждение
63-31-2	51	Посев	2,09	Ослабленное лесное насаждение
63-33	53	Посадка	1,87	Ослабленное лесное насаждение

В то же время значения КОП свидетельствуют, что абсолютное большинство насаждений на дражных отвалах нуждаются в проведении рубок ухода.

В процессе фотосинтеза искусственные сосновые насаждения изымают из атмосферного воздуха углекислый газ и депонируют углерод в своих тканях. Динамика депонирования углерода сосновыми насаждениями на дражных отвалах и на вырубках приведена на рисунке 1.

Материалы рисунка 1 свидетельствуют, что к 50 годам сосновые насаждения на дражных отвалах депонируют в своей фитомассе до 90 т/га углерода, что близко к аналогичному показателю в искусственных насаждениях, созданных на вырубках в злаково-разнотравном типе леса. Последнее позволяет рекомендовать дражные отвалы для создания карбоновых ферм при реализации климатических проектов.

Практически чистый состав сосновых насаждений, формирующихся на дражных отвалах, и высокая густота древостоев вызывают необходимость создания эффективного противопожарного устройства.

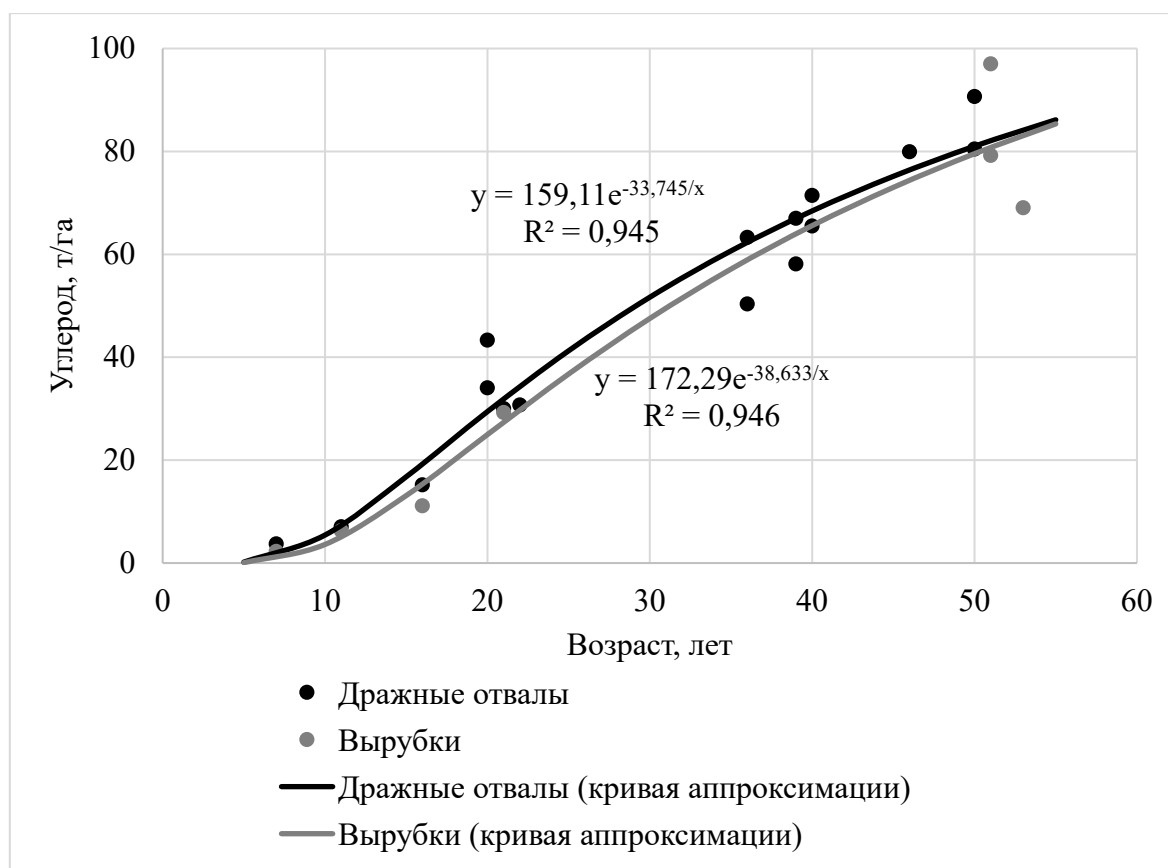


Рис. 1 – Динамика накопления углерода в фитомассе сосняков Миасского лесничества: а – на дражных отвалах; б – на вырубках

Заключение

Добыча россыпного золота на Урале ведется с середины восемнадцатого столетия с активным использованием дражного способа. В результате прохода драги формируется техногенный ландшафт с чередованием мелких водоемов с гривами из промытого грунта. Последний включает в себя материнскую породу с разных горизонтов и характеризуется низкой обеспеченностью элементами минерального питания. В них практически отсутствует фосфор, содержание калия составляет 0,2–2,0 мг/100 г., азота 1–5 мг/100 г., при засоленности в пределах 0,02–0,13 % и отсутствии вредных для человека и животных химических элементов.

Из-за низкого плодородия дражных отвалов основным направлением рекультивации является лесохозяйственное путем создания на отвалах лесных культур сосны обыкновенной.

Исследования проводились на территории Средне-Уральского таежного и Южно-Уральского лесостепного лесных районов. В качестве ключевых для первого лесного района было выбрано Березовское лесничество, а для второго – Миасское.

В ходе исследований была проанализирована лесоводственная эффективность лесоразведения на дражных отвалах. Установлено что в Березов-

ском лесничестве на дражных отвалах при естественном зарастании формируются березовые насаждения Ia класса бонитета с примесью сосны обыкновенной, осины и ольхи. Формирование хвойных насаждений протекает медленно и спустя 25 лет после прекращения добычи золота полнота формирующихся насаждений не превышает 0,38.

Создание на дражных отвалах лесных культур сосны обыкновенной обеспечивает формирование насаждений I–Ia класса бонитета с запасом стволовой древесины в 18-летнем возрасте до 160 м³/га.

Естественные и искусственные молодняки, сформировавшиеся на дражных отвалах, характеризуются хорошим санитарным состоянием, но нуждаются в рубках ухода с целью снижения межвидовой и внутривидовой конкуренции.

По причине высокой сомкнутости древостоев под их пологом произрастает сильно угнетенный подрост сосны обыкновенной, березы, осины и ольхи, а также подлесок, представленный преимущественно ивами и черемухой.

В ЖНП зафиксировано 39 видов, входящих в 15 семейств. Естественные насаждения характеризуются большим разнообразием видов ЖНП по сравнению с искусственными. При этом надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии в естественных насаждениях варьируется от 74,3 до 138,8 кг/га, а в искусственных от 66,5 до 143,6 кг/га. Наличие в составе ЖНП кормовых и лекарственных растений позволяет рекомендовать их заготовку.

В Миасском лесничестве естественная древесно-кустарниковая растительность на дражных отвалах формируется крайне медленно, что создает опасность эрозии почвы.

Рекультивация целесообразна созданием лесных культур сосны обыкновенной. При этом отсутствие ЖНП и сопутствующих древесных пород позволяет создавать лесные культуры посевом, а также исключить агротехнические и лесоводственные уходы.

При создании лесных культур посевом целесообразно использовать местные семена I класса качества в количестве 1,4 кг/га, что обеспечит перевод лесных культур в покрытые лесной растительностью земли через 6–9 лет. Создание лесных культур 2-летними сеянцами обеспечивает перевод в покрытые лесной растительностью земли через 7–8 лет, а 3-летними – через 5–7 лет.

Лесные культуры, созданные на дражных отвалах в Миасском лесничестве, уступают таковым на вырубках в классе бонитета, но из-за повышенной густоты имеют близкие показатели запаса.

Искусственные сосновые насаждения, созданные на дражных отвалах, нуждаются в рубках ухода и создании эффективного противопожарного устройства из-за повышенной потенциальной горимости.

Создание лесных культур на дражных отвалах в вышеуказанных лесных районах позволяет обеспечить компенсационное лесоразведение и вы-

ращивать высокопроизводительные сосновые насаждения.

Рекомендации производству

1. Наиболее эффективным направлением рекультивации нарушенных земель при добыче россыпного золота дражным способом является лесохозяйственное.

2. При техническом этапе рекультивации рекомендуется насыпать на поверхность дражных отвалов почвогрунт слоем 10–20 см в целях повышения плодородия почвы. Имеющиеся водоемы следует оставить в качестве противопожарных.

3. Биологический этап рекультивации заключается в создании лесных культур сосны обыкновенной посевом местных семян I сорта в количестве 1,4 кг/га или посадкой 2–3-летних сеянцев.

4. Из-за отсутствия конкуренции со стороны ЖНП и сопутствующих древесно-кустарниковых пород агротехнические и лесоводственные уходы за лесными культурами не планируются.

5. В насаждениях старше 15 лет необходимо проведение рубок ухода с целью снижения межвидовой и внутривидовой конкуренции.

6. Наличие водоемов, дорожной сети при отсутствии в грунте отвалов вредных для животных и людей химических элементов позволяет после создания искусственных насаждений осуществлять рекреационную деятельность, заготовку пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений, а также осуществлять виды деятельности в сфере охотничьего хозяйства.

7. Учитывая повышенную потенциальную пожарную опасность сосновых насаждений, создаваемых на дражных отвалах, необходимо разрабатывать для каждого участка проект эффективного противопожарного устройства.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ТРУДОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В журналах и изданиях из списка, утвержденного ВАК:

Залесов, С.В. Интенсификация лесопользования путем совершенствования нормативно-правовых документов / С.В. Залесов, П.Н. Сураев, Н.П. Бунькова, А.Е. Осипенко, И.А. Панин, А.И. Петров // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 10 (124). – С. 1–4.

Петров, А.И. Лесохозяйственное направление рекультивации полигона добычи россыпного золота / А.И. Петров, В.С. Котова, Р.А. Осипенко, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. – 2023. – № 2 (85). – С. 16–23.

Петров, А.И. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах / А.И. Петров, С.В. Залесов, В.С. Котова // Си-

бирский лесной журнал. – 2023. – № 3. – С. 15–20.

Котова, В.С. Определение перспективности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для создания карбоновых ферм / В.С. Котова, И.Е. Корчагин, Е.П. Розинкина, А.И. Петров, Р.А. Осипенко, Г.А. Годовалов // Леса России и хозяйство в них. – 2023. – № 3 (86). – С. 4–13.

Осипенко, Р.А. Динамика фракционного состава лесной подстилки в искусственных сосновых насаждениях, созданных на выработанном карьере глины / Р.А. Осипенко, А.В. Ильясова, И.Е. Корчагин, А.И. Петров, С.В. Залесов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2 (78). – С. 82–88.

Петров, А.И. Обеспеченность подростом естественных и искусственных насаждений, формирующихся на дражных отвалах / А.И. Петров, В.С. Котова, С.А. Медведев, Е.М. Харлашкина, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 9 (147). – URL: <https://research-journal.org/media/articles/14800.pdf>

Петров, А.И. Характеристика живого напочвенного покрова в насаждениях, сформировавшихся на дражных отвалах / А.И. Петров, В.С. Котова, С.А. Медведев, Р.А. Осипенко, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 1. – URL: <https://research-journal.org/media/articles/16470.pdf>

Статьи в других журналах и изданиях:

Петров, А.И. Обеспеченность подростом спелых и перестойных насаждений Березовского лесничества / А.И. Петров, П.Н. Сураев, Г.А. Годовалов // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сб. науч. тр. – Брянск: БГИТУ, 2022. – Вып. 62. – С. 74–77.

Корчагин, И.Е. Использование облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) при рекультивации нарушенных земель / И.Е. Корчагин, В.С. Котова, А.Н. Марковская, П.А. Мартюшов, Р.А. Осипенко, А.И. Петров // Леса России и хозяйство в них. – 2022. – № 4 (83). – С. 30–37.

Розинкина, Е.П. Методические подходы к проблеме рекультивации нарушенных земель / Е.П. Розинкина, К.А. Башегуров, И.Е. Корчагин, А.И. Петров, А.Е. Морозов, С.В. Залесов // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сб. науч. тр. – Брянск: БГИТУ, 2023. – Вып. 63. – С. 71–75.

Петров, А.И. Приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах / А.И. Петров, В.С. Котова, С.В. Залесов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы VIII всерос. науч.-техн. конф. – СПб: СПбЛТУ, 2023. – С. 325–327.

Алипов, Б.А. Совершенствование ведения лесного хозяйства на основе исторического опыта / Б.А. Алипов, А.И. Петров, В.С. Котова, П.Н. Сураев, Г.А. Годовалов // Состояние и перспективы индустриально-инновационного развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан:

Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Семипалатинского зоотехнического ветеринарного института и 80-летию юбилею доктора ветеринарных наук, профессора Токаева Зейноллы Калымбековича. – Семей: Изд-во ун-та им. Шакарима, 2022. – С. 173–175.

Петров, А.И. Лесоводственное направление рекультивации на полигонах добычи россыпного золота / А.И. Петров // Оптимизация лесопользования: Материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвященной 70-летию Почетного работника высшего образования, заслуженного лесовода России Залесова Сергея Вениаминовича. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2023. – С. 186–189.

Петров, А.И. Потенциальная продуктивность дражных отвалов для искусственного лесоразведения / А.И. Петров, С.В. Залесов // Почвы и окружающая среда: Материалы всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: ИПА СО РАН, 2023. – С. 556–558.

Башегуров, К.А. Самозаращение песчаных карьеров в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе / К.А. Башегуров, Е.П. Розинкина, И.Е. Корчагин, А.И. Петров, В.С. Котова, Г.А. Годовалов // Актуальные вопросы таежного и притундрового лесоводства на Европейском Севере России: Материалы науч.-практ. конф. – М.: Т8 Издательские технологии, 2023. – С. 90–95.

Гавриленко, А.Н. Интенсификация ведения лесного хозяйства / А.Н. Гавриленко, Г.А. Годовалов, С.В. Залесов, А.И. Петров, Е.П. Розинкина // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: Материалы XV междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2024. – С. 58–62.

Залесов, С.В. Повышение эффективности лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель / С.В. Залесов, А.И. Петров, Е.П. Розинкина, Л.А. Старыгин, Д.И. Павленко // Устойчивость природных ландшафтов и их компонентов к внешнему воздействию: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Грозный: Изд-во ФГБОУ ВО «Чеченский гос. ун-т им. А.А. Кадырова», 2024. – С. 207–209.

Подписано в печать «__».02.2025. Объем 1.0 авт.л. Заказ № ____. Тираж 100. 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет». Сектор оперативной полиграфии РИО