

Научная статья

УДК 581.52+630\*161

DOI: 10.32516/2303-9922.2024.49.4

## Состояние лесных культур и формирование естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза

Алексей Юрьевич Кулагин<sup>1</sup>, Альберт Рустемович Тагиров<sup>2</sup>,  
Луиза Загитовна Тельцова<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Уфимский Институт биологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

<sup>2,3</sup> Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия

<sup>1</sup> [coolagin@list.ru](mailto:coolagin@list.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7574-4547>

<sup>2</sup> [albertoc22@mail.ru](mailto:albertoc22@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0008-3837-8304>

<sup>3</sup> [aluisa@mail.ru](mailto:aluisa@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6919-3427>

**Аннотация.** В статье представлена характеристика состояния лесных культур и естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза. По относительному жизненному состоянию насаждения сосны относятся к категории «здоровые» и на протяжении ряда лет успешно плодоносят. Опавшие семена обеспечивают естественное возобновление сосны на отвалах. Успешность семенного возобновления сосны зависит от степени развития травянистой растительности — на участках с низкой долей травянистой растительности отмечено успешное естественное возобновление. В целом плодоношение деревьев сосны обеспечивает возобновление в количестве не менее 5000 шт./га, что является достаточным для формирования полноценных насаждений на отвалах.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, лесные культуры, естественное возобновление, рекультивация, отвалы.

**Благодарности.** Работы выполнены с использованием оборудования центра коллективного пользования «Агидель» в рамках плановых исследований по бюджетной теме № 123020700152-5 FMRS-2023-0008 «Устойчивость лесообразующих древесных видов и эколого-биологические адаптации с учетом антропогенной трансформации ландшафтно-природных комплексов».

**Для цитирования:** Кулагин А. Ю., Тагиров А. Р., Тельцова Л. З. Состояние лесных культур и формирование естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2024. № 1 (49). С. 46—58. URL: [http://vestospu.ru/archive/2024/articles/49/4\\_49\\_2024.pdf](http://vestospu.ru/archive/2024/articles/49/4_49_2024.pdf). DOI: 10.32516/2303-9922.2024.49.4.

Original article

## Condition of forest crops and natural regeneration of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on the rock dumps of the Kumertau lignite strip mine

Aleksei Yu. Kulagin<sup>1</sup>, Albert R. Tagirov<sup>2</sup>, Luiza Z. Teltzova<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Ufa Institute of Biology — separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

© Кулагин А. Ю., Тагиров А. Р., Тельцова Л. З., 2024

<sup>2,3</sup> Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

<sup>1</sup> [coolagin@list.ru](mailto:coolagin@list.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7574-4547>

<sup>2</sup> [albertoc22@mail.ru](mailto:albertoc22@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0008-3837-8304>

<sup>3</sup> [aluisa@mail.ru](mailto:aluisa@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6919-3427>

**Abstract.** The article dwells on the condition characteristic of forest crops and the natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on the rock dumps of the Kumertau lignite strip mine. According to the relative vital state of the pine plantations, the pine stands are classified as “healthy” and have been successfully bearing fruit for a number of years. Fallen seeds provide a natural regeneration of pine on the rock dumps. The success of seed regeneration of pine depends on the degree of development of herbaceous vegetation — successful natural regeneration was noted in areas with a low proportion of herbaceous vegetation. In general, the pine tree fruiting ensures regeneration in the amount of at least 5000 pieces per hectare, which is sufficient for the formation of full-fledged pine stands on rock dumps.

**Keywords:** Scots pine, forest crops, natural regeneration, recultivation, rock dumps.

**Acknowledgements.** The work was carried out with the equipment of the Agidel Collective use Center within the framework of planned research on the budget topic No. 123020700152-5 FMRS-2023-0008 “Sustainability of forest-forming tree species and ecological and biological adaptations taking into account anthropogenic transformation of landscape and natural complexes”.

**For citation:** Kulagin A. Yu., Tagirov A. R., Teltzova L. Z. Condition of forest crops and natural regeneration of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on the rock dumps of the Kumertau lignite strip mine. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2024, no.1 (49), pp. 46—58. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2024.49.4>.

## Введение

Восстановление техногенно нарушенных ландшафтов — одно из важнейших направлений, обеспечивающих решение задач по ликвидации накопленного экологического ущерба, восстановлению биологической продуктивности и биологического разнообразия [3; 10; 12].

В лесостепной зоне Южного Приуралья в 1942 г. было открыто Бабаевское месторождение бурого угля, в 1947 г. началось строительство Кумертауского угольного разреза, в конце 1949 г. проводились первые взрывные работы, в 1950-е гг. происходило развитие предприятия «Башкируголь» [18]. Однако с 1993 г. началось сокращение объемов производства. В связи с выработкой месторождения 16 ноября 1998 г. выходит приказ Министерства топлива и энергетики РФ № 368 «Об утверждении проекта ликвидации разреза “Кумертауский” ОАО “Башкируголь”» [14]. В результате производственной деятельности образовались отвалы вскрышных пород и отработанный карьер, который впоследствии естественным образом был заполнен дождевыми и талыми водами (рис. 1).

При разработке буроугольного месторождения на территории карьерно-отвального комплекса был практически полностью разрушен природный флороценотический комплекс и сформировался техногенный ландшафт [3]. На отвалах Кумертауского буроугольного разреза представлены различные формы рельефа, которые обеспечивают разнообразие условий микроместообитаний, что сказывается на особенностях формирования почвенного и растительного покровов. В рамках решения задачи рекультивации нарушенных ландшафтов в 1982—1986 гг. проведены опытно-производственные работы по лесной рекультивации отвалов Кумертауского буроугольного разреза [3; 7; 9]. На участках отвалов, пригодных для использования лесохозяйственной техники, по стандартной технологии осуществлена механизированная посадка лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), березы повислой (*Betula pendula* Roth) стандартным посадочным материалом.



Рис. 1. Картограмма карьерно-отвального комплекса Кумертауского бурогольного разреза. Указано местоположение участка лесной рекультивации [URL: <https://maps.app.goo.gl/SEtKKpfdj4Z25NFC9>]

Следует отметить, что сосна обыкновенная характеризуется широким географическим и экологическим ареалом, это засухоустойчивая, зимостойкая и малотребовательная к почвенному плодородию древесная порода [20]. Является аборигенным видом и успешно используется при рекультивации нарушенных территорий. Были проведены работы по исследованию особенностей распределения тяжелых металлов в почвогрунтах и в различных частях сосны, произрастающей на отвалах бурогольного разреза [15]. Изучены особенности микоризообразования сосны обыкновенной при произрастании на отвалах горнодобывающей промышленности [19]. Опубликованы результаты изучения современной флоры отвалов Кумертауского бурогольного разреза [16]. Проведен сравнительный анализ роста и развития семян сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой, выращиваемых на субстратах с разным составом [4]. Отмечено, что эффективность искусственного лесоразведения во многом зависит от качества посадочного материала при создании лесных культур [1]. Неизученным остается вопрос

естественного лесовозобновления сосны обыкновенной на отвалах горнодобывающей промышленности, где источником семян выступают лесные культуры на таких территориях.

Цель работы — характеристика состояния лесных культур и естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогольного разреза.

Задачи:

1. Оценить относительное жизненное состояние насаждений сосны обыкновенной.
2. Охарактеризовать особенности естественного лесовозобновления сосны.
3. Провести анализ параметров роста растений сосны при естественном возобновлении.

#### Материал и методы исследования

Для создания лесных культур сосны использован стандартный посадочный материал, выращенный в Тихо-Ашкадарском лесном питомнике Стерлитамакского лесничества Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан (прежнее название — Тихоашкадарский лесной питомник Стерлитамакского лесничества Стерлитамакского производственного лесохозяйственного объединения Министерства лесного хозяйства Башкирской АССР).

Относительное жизненное состояние (ОЖС) 45-летних насаждений сосны оценивали по методу, предложенному В. А. Алексеевым [2].

Лесные культуры сосны в насаждениях на промышленных отвалах вступили в период плодоношения и стали источником семян, что отражается на успешном естественном возобновлении (рис. 2).



Рис. 2. Лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогольного разреза (посадка 1982—1986 гг.). 1—2 — общий вид лесных культур сосны, 3 — шишки сосны урожая прошлых лет (фото авторов)

При изучении особенностей естественного лесовозобновления сосны на отвалах использован метод учетных площадок размером 2×2 м [17; 21]. Всего на исследуемой территории было выделено 12 учетных площадок. Для представления материалов, сопоставимых с результатами других исследований, количество всходов и подроста на 1 га ( $N$ ) рассчитывали по формуле:

$$N = 10000 \cdot n/S,$$

где  $n$  — число всходов и подроста на учетных площадках;  $S$  — площадь учетных площадок, м<sup>2</sup>.

Для анализа взаимосвязей отдельных характеристик растений сосны, представленных в естественном возобновлении, использованы методы статистической обработки [5; 13] результатов исследований в программах STATISTICA, Excel и GraphPad Prism [6].

#### Результаты исследования

Проведенные в 2022—2023 гг. обследования состояния насаждений на промышленных отвалах показали, что за несколько десятилетий на нарушенных землях сформирована лесная экосистема [3; 7; 9; 17]. При этом деревья сосны обыкновенной в составе лесных культур на отвалах Кумертауского бурогольного разреза вступили в генеративный период и на протяжении ряда лет ежегодно плодоносят (рис. 3).



Рис. 3. Лесные культуры и естественное возобновление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогольного разреза на участке, прилегающем к лесным культурам (посадка 1982—1986 гг.)

По относительному жизненному состоянию насаждения сосны обыкновенной относятся к категории «здоровые» (табл. 1).

Таблица 1

Краткая таксационная характеристика насаждений и относительное жизненное состояние (ОЖС) сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогольного разреза (посадка 1982—1986 гг.)

Порода	Возраст, годы	Средняя высота деревьев, м	Средний диаметр ствола, см	ОЖС
Сосна обыкновенная	45	12,1	16,4	здоровые

Опавшие и находящиеся в лесной подстилке семена обеспечивают естественное возобновление сосны обыкновенной на отвалах Кумертауского бурогольного разреза.

Визуальная оценка ОЖС возобновления и подроста сосны на территории отвального комплекса Кумертауского бурогольного разреза позволяет отнести их к категории «здоровые» (табл. 2, рис. 3, 4).

Характеристика естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)  
на отвалах Кумертауского бурогольного разреза

Номер учетной площадки, расстояние от сосновых насаждений, м	Проективное покрытие травянистой растительности, %	Характеристика естественного возобновления сосны обыкновенной			
		Высота, см мин./ср./макс.	Диаметр стволика, мм мин./ср./макс.	Возраст, лет мин./ср./макс.	Кол-во растений, шт./га
№ 1, 5	15	1,5/12,7/51,0	1,0/3,2/10,0	2/5,7/9	115000
№ 2, 2	35	2,5/12,0/34,5	1,0/3,0/7,0	3/5,3/7	15000
№ 3, 5	50	41,0/58,0/75,0	10,0/11,5/13,0	10/11,5/13	5000
№ 4, 2	70	3,0/19,8/69,0	1,0/4,2/16,0	3/6/10	42500
№ 5, 5	70	28,0/52,1/83,0	4,0/9,0/17,0	6/6,9/7	17500
№ 6, 15	90	22,0/57,0/93,0	3,0/10,9/21,0	4/6/7	17500
№ 7, 5	90	12,0/46,3/91,0	2,5/6,6/15,0	4/6,1/7	20000
№ 8, 2	90	15,0/31,3/49,0	3,0/5,0/8,0	4/6,7/8	22500
№ 9, 2	80	32,0/46,6/71,0	4,5/7,8/15,0	6/6,6/8	20000
№ 10, 5	60	17,5/83,5/161,0	3,0/16,0/29,0	6/8,3/12	7500
№ 11, 2	60	162,5/166,3/170,0	17,0/21,0/25,0	12/12,5/13	5000
№ 12, 2	50	16,0/40,3/92,5	2,0/4,6/7,0	6/7,2/9	12500

**Учетная площадка № 1** расположена на северной границе культур сосны обыкновенной. Возраст представленных в естественном возобновлении растений сосны — 2—9 лет. Расчеты показывают, что в условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием не более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 115 000 шт./га.

**Учетная площадка № 2** расположена на северной границе культур сосны обыкновенной. Возраст представленных в естественном возобновлении растений сосны — от 3 до 7 лет. Расчеты показывают, что в условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием не более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 15 000 шт./га.

**Учетная площадка № 3** расположена на северной границе культур сосны обыкновенной. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобновлении, составляет 10—13 лет. Расчеты показывают, что в условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием не более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 5000 шт./га.

**Учетная площадка № 4** расположена к северу от культур сосны обыкновенной на расстоянии до 10 м. Возраст представленных в естественном возобновлении растений сосны — 3—10 лет. Расчеты показывают, что в условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 42 500 шт./га.

**Учетная площадка № 5** расположена к северу от культур сосны обыкновенной на расстоянии до 10 м. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобновлении, — 6—7 лет. В условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 17 500 шт./га.

**Учетная площадка № 6** расположена к северу от культур сосны обыкновенной на расстоянии до 10 м. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобнов-

лении, составляет 4—7 лет. Расчеты показывают, что в условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 17 500 шт./га.



Рис. 4. Естественное возобновление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)  
(1—12 — номера учетных площадок) (фото авторов)

**Учетная площадка № 7** расположена к северу от культур сосны обыкновенной на расстоянии до 10 м. Культуры сосны обыкновенной с лиственницей Сукачева. Учетные площадки по возобновлению примыкают с северо-восточной стороны. Мощное развитие травяного покрова. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобновлении, составляет 4—7 лет. В условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 20 000 шт./га.

**Учетная площадка № 8** расположена на склоне (15°) к северу от культур сосны обыкновенной на расстоянии до 10 м. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобновлении, — 4—8 лет. Расчеты показывают, что в условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 22 500 шт./га.

**Учетная площадка № 9** расположена на склоне (15°) к северу от культур сосны обыкновенной на расстоянии до 10 м. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобновлении, составляет 6—8 лет. В условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 20 000 шт./га.

**Учетная площадка № 10** расположена на склоне (15°) к юго-западу от культур сосны обыкновенной на расстоянии до 10 м. Культуры сосны обыкновенной с лиственницей Сукачева. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобновлении, составляет 6—12 лет. Расчеты показывают, что в условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 7500 шт./га.

**Учетная площадка № 11** расположена на выровненном участке к юго-западу от культур сосны обыкновенной с лиственницей Сукачева на расстоянии до 10 м. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобновлении, составляет 12—13 лет. В условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 5000 шт./га.

**Учетная площадка № 12** расположена на выровненном участке к юго-западу от культур сосны обыкновенной с лиственницей Сукачева на расстоянии до 10 м. Возраст растений сосны, представленных в естественном возобновлении, составляет 6—9 лет. В условиях непосредственной близости к лесным культурам (от 2 до 10 м) на участках с травяным покрытием не более 50% возобновление сосны обыкновенной составляет 12 500 шт./га.

Проведена оценка особенностей развития сосны обыкновенной при естественном возобновлении на отвалах с помощью описательной статистики. Для характеристики использованы следующие параметры растений: высота, диаметр, возраст (табл. 3).

Таблица 3

Оценка естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогольного разреза на участках, прилегающих к лесным культурам (посадка 1982—1986 гг.)

Показатели	Высота, см	Диаметр, мм	Возраст, лет
Количество значений	120	120	120
Минимальное значение	1,5	1	2
Максимальное значение	170	29	13
Диапазон	168,5	28	11
Среднее значение	30,79	5,579	6,333



Показатели	Высота, см	Диаметр, мм	Возраст, лет
Стандартное отклонение	31,45	5,145	2,104
Ошибка среднего значения	2,87	0,470	0,192
Коэффициент вариации, %	102,20	92,220	33,220
Среднее квадратическое значение	43,92	7,575	6,671
Сумма	3695	669,5	760

Установлено, что возраст растений сосны при естественном возобновлении изменяется в интервале от 2 до 13 лет. Следствием разновозрастности подроста сосны является значительный коэффициент вариации таких показателей, как высота (102,2%) и диаметр (92,22%) стволика.

При сравнении, анализе, а также для оценки различий между двумя независимыми выборками (диаметр и высота, возраст и диаметр, возраст и высота) был использован непараметрический U-критерий Манна — Уитни (табл. 4).

Таблица 4

Оценка естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогольного разреза на участках, прилегающих к лесным культурам (посадка 1982—1986 гг.). Тест Манна — Уитни

Параметр	Высота, см	Диаметр, мм	Диаметр, мм	Возраст, лет	Высота, см	Возраст, лет
Тест Манна — Уитни						
Р-значение	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001	
Сводное значение Р	****		****		****	
Значение Р с одно- или двусторонним тестом	двусторонний тест		двусторонний тест		двусторонний тест	
Сумма	19548	9372	11613	17307	19158	9763
U-критерий	2112		4353		2503	
Разница между медианами						
Медиана	21,25 n = 120	4,000 n = 120	4,000 n = 120	7,000 n = 120	21,25 n = 120	7,000 n = 120
Фактическая	-17,25		3		-14,25	
По Ходжесу — Леману	-17		2		-15	

Расчет непараметрической оценки Ходжеса — Лемана представляет собой последовательную оценку медианы естественного возобновления сосны и является оценкой успешности ее роста и развития на отвалах.

В расчетах был использован критерий Пирсона. Метод позволил оценить статистическую значимость различий относительных показателей. Результаты представлены в виде таблицы корреляции (табл. 5).

Таблица 5

Корреляционный анализ отдельных параметров растений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при естественном возобновлении на отвалах Кумертауского бурогольного разреза

Показатель	Высота, см с диаметром, мм	Высота, см с возрастом, лет
r	0,8979	0,6554
95% доверительный интервал	0,8565–0,9278	0,5395–0,7469

Показатель	Высота, см с диаметром, мм	Высота, см с возрастом, лет
R <sup>2</sup> (коэффициент детерминации)	0,8062	0,4296
Двусторонний тест	< 0,0001	< 0,0001
Сводное значение P	****	****
Количество значений	120	120

Теснота корреляционной связи высоты и диаметра сосны при возобновлении на отвалах Кумертауского бурогольного разреза и характер данной связи относятся к категории «сильная». По количественным характеристикам тесноты связи высоты и возраста сосны характер корреляционной связи относится к категории «умеренная».

Статистический анализ параметров растений сосны, представленных в составе естественного возобновления, свидетельствует об их успешном развитии при произрастании на отвалах Кумертауского бурогольного разреза. Значительные различия в возрасте растений сосны указывают на многолетний процесс возобновления и постепенное формирование разновозрастных насаждений в будущем.

Феномен успешного естественного возобновления сосны на отвалах за счет семян, которые формируются деревьями лесных культур, иллюстрирует положение Э. Майра «о принципе основателя» при освоении живыми организмами новых территорий [11]. При лесной рекультивации промышленных отвалов происходит аккумуляция в многолетних частях древесных растений ряда токсичных элементов [8].

### Заключение

В подзоне южной лесостепи лесостепной зоны в условиях Южного Предуралья лесорастительные условия определяются резко континентальным климатом с высокими летними температурами, небольшим количеством осадков и периодическими засухами. В данных условиях на отвалах Кумертауского бурогольного разреза отмечено успешное произрастание насаждений сосны обыкновенной, которые по относительному жизненному состоянию относятся к категории «здоровые». Состояние деревьев в насаждениях обеспечивает формирование урожая шишек и семян на протяжении последних лет.

Успешность семенного возобновления сосны зависит от степени развития травянистой растительности — на участках с низкой ее долей отмечено успешное естественное возобновление. В целом плодоношение деревьев сосны обеспечивает возобновление в количестве не менее 5000 шт./га, что является достаточным для формирования полноценных насаждений на отвалах.

Возрастная структура естественного возобновления сосны представляет собой результат успешности выживания сеянцев и успешного роста растений на отдельных участках. Значительные различия по возрасту растений сосны являются результатом поступления семян на протяжении последних 15 лет. Высота растений сосны варьирует от 1,5 см до 170 см, что связано с возрастом растений и степенью развития травянистой растительности. Диаметр стволиков сосны изменяется в пределах 1—29 мм и также зависит от возраста растений и условий произрастания.

Успешное естественное возобновление свидетельствует о перспективности и практической значимости проведения работ по лесной рекультивации промышленных отвалов на небольших участках и возможности дальнейшего расширения площадей лесных насаждений за счет процессов естественного возобновления и заселения прилегающих территорий отвалов древесными растениями.

Лесная рекультивация нарушенных земель и дальнейшее естественное возобновление сосны обыкновенной на данной территории обеспечивают восстановление растительного покрова на отвалах и защиту прилегающих территорий от вторичного загрязнения продуктами водно-ветровой эрозии техногенных ландшафтов.

#### Список источников

1. Авдеева Е. В., Ровных Н. Л., Иванов Д. В., Сухенко Н. В., Кухар И. В., Калинин М. Д. Российский и мировой опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40, № 4. С. 250—258. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-4-250-258.
2. Алексеев В. А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л. : Наука, 1990. С. 38—54.
3. Баталов А. А., Мартьянов Н. А., Кулагин А. Ю., Горюхин О. Б. Лесовосстановление на промышленных отвалах Предуралья и Южного Урала. Уфа : БНЦ УрО АН СССР, 1989. 140 с.
4. Братилова Н. П., Коротков А. А., Коновалова Д. А. Влияние субстрата на рост и развитие семян сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40, № 5. С. 347—352. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-5-347-352.
5. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1984. 424 с.
6. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2014. 298 с.
7. Кулагин А. А. Роль лесовосстановления антропогенно нарушенных территорий для повышения биоразнообразия (на примере отвалов Кумертауского бурогоугольного бассейна) // Проблемы сохранения биоразнообразия на Южном Урале : тез. докл. науч.-практ. конф. / Мин-во образования Республики Башкортостан ; Всемирный фонд дикой природы. Уфа, 2004. С. 58—59.
8. Кулагин А. Ю. Лесная рекультивация отвалов горнодобывающей промышленности в Республике Башкортостан: 25-летний опыт // V международная научная конференция «Восстановление нарушенных природных экосистем». Донецк, 12—15 мая 2014 г. Донецк : Донецкий ботанический сад НАН Украины, 2014. С. 315—317.
9. Кулагин А. Ю., Ведерников К. Г., Мартьянов Н. А., Баталов А. А. Лесная рекультивация отвалов Кумертауского бурогоугольного разреза // Труды Стерлитамакского филиала АН РБ. Уфа : Гилем, 2001. Вып. 1. С. 45.
10. Лебедева Н. А. Возможность рекультивации отвалов Кумертауского угольного разреза без нанесения почвенного слоя // Растения и промышленная среда. Свердловск : УрГУ, 1984. С. 78—85.
11. Майр Э. Зоологический вид и эволюция. М. : Мир, 1963. 597 с.
12. Махонина Г. И., Чибрик Т. С. Начальные этапы почвообразования на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза при естественном зарастании их растительностью // Растения и промышленная среда / МВ и ССО РСФСР, Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького. Свердловск : УрГУ, 1974. Сб. 3. С. 116—126.
13. Плохинский Н. А. Биометрия. М. : Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
14. Приказ Министерства топлива и энергетики РФ от 16.11.1998 № 368 «Об утверждении проекта ликвидации разреза “Кумертауский” ОАО “Башкируголь”» // Правовая Россия : сайт. URL: <https://laws-russia.narod.ru/fed1998/data02/tex12532.htm> (дата обращения: 08.09.2023).
15. Радостева Э. Р., Кулагин А. Ю. Содержание тяжелых металлов в системе «Почвогрунт — сосна обыкновенная» на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза // Аграрный вестник Урала. 2011. № 4 (83). С. 60—62.
16. Сафонов М. А., Чердинцев А. А., Маленкова А. С. Флора отвалов Кумертауского бурогоугольного разреза (Башкортостан) // Структурно-функциональная организация и динамика растительного покрова : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 80-летию со дня рожд. д-ра биол. наук, проф. В. И. Матвеева. Самара : Самарский гос. соц.-пед. ун-т, 2015. С. 107—111.
17. Сборник статей по лесовосстановлению / М-во лесного хоз-ва РСФСР. М. : Лесная промышленность, 1971. 110 с.
18. Угольная промышленность СССР. 1917—1967 / М-во угольной пром-сти СССР ; под ред. Б. Ф. Братченко. М. : Недра, 1969. 420 с.
19. Фаизова Л. И., Зайцев Г. А. Особенности микоризообразования сосны обыкновенной на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 1-6. С. 1565—1567.
20. Шиманюк А. П. Дендрология. М. : Лесная промышленность, 1974. 264 с.

21. Шиманюк А. П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках (по исследованиям в сосновых лесах таежной зоны европейской части СССР). М. : Изд-во Академии наук СССР, 1955. 355 с.

## References

1. Avdeeva E. V., Rovnykh N. L., Ivanov D. V., Sukhenko N. V., Kukhar I. V., Kalinin M. D. Rossiiskii i mirovoi opyt vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoi kornevoi sistemoi [Russian and world experience in growing planting material with a closed root system]. *Khvoinye boreal'noi zony — Conifers of the Boreal Area*, 2022, vol. 40, no. 4, pp. 250—258. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-4-250-258. (In Russian)
2. Alekseev V. A. Nekotorye voprosy diagnostiki i klassifikatsii povrezhdennykh zagryazneniem lesnykh ekosistem [Some issues of diagnostics and classification of forest ecosystems damaged by pollution]. *Lesnye ekosistemy i atmosfernoie zagryaznenie* [Forest ecosystems and atmospheric pollution]. Leningrad, Nauka Publ., 1990, pp. 38—54. (In Russian)
3. Batalov A. A., Mart'yanov N. A., Kulagin A. Yu., Goryukhin O. B. *Lesovosstanovlenie na promyshlennykh otvalakh Predural'ya i Yuzhnogo Urala* [Reforestation on industrial dump areas of the Cis-Urals and Southern Urals]. Ufa, BNTs UrO AN SSSR Publ., 1989. 140 p. (In Russian)
4. Bratilova N. P., Korotkov A. A., Konovalova D. A. Vliyaniye substrata na rost i razvitiye seyantsev sosny kedrovoy sibirskoi s zakrytoi kornevoi sistemoi [The effect of the substrate on the growth and development of seedlings of Siberian cedar pine with a closed root system]. *Khvoinye boreal'noi zony — Conifers of the Boreal Area*, 2022, vol. 40, no. 5, pp. 347—352. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-5-347-352. (In Russian)
5. Zaitsev G. N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noi botanike* [Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1984. 424 p. (In Russian)
6. Ivanter E. V., Korosov A. V. *Vvedenie v kolichestvennyuyu biologiyu* [Introduction to Quantitative Biology]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2014. 298 p. (In Russian)
7. Kulagin A. A. Rol' lesovosstanovleniya antropogenno narushennykh territorii dlya povysheniya bioraznoobraziya (na primere otvalov Kumertauskogo burougol'nogo basseina) [The role of reforestation of anthropogenically disturbed areas to increase biodiversity (on the example of rock dumps of the Kumertau lignite strip mine)]. *Problemy sokhraneniya bioraznoobraziya na Yuzhnom Urale: tez. dokl. nauch.-prakt. konf.* [Problems of biodiversity conservation in the Southern Urals. Abstr. sci.-pract. conf.]. Ufa, 2004, pp. 58—59. (In Russian)
8. Kulagin A. Yu. Lesnaya rekul'tivatsiya otvalov gornodobyvayushchei promyshlennosti v Respublike Bashkortostan: 25-letnii opyt [Forest reclamation of mining rock dumps in the Republic of Bashkortostan: 25 years of experience]. *V mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya "Vosstanovlenie narushennykh prirodnykh ekosistem"*. Donetsk, 12—15 maya 2014 g. [V International Scientific Conference "Restoration of Disturbed Natural Ecosystems". Donetsk, May 12—15, 2014]. Donetsk, Donetskii botanicheskii sad NAN Ukrainy Publ., 2014, pp. 315—317. (In Russian)
9. Kulagin A. Yu., Vedernikov K. G., Mart'yanov N. A., Batalov A. A. Lesnaya rekul'tivatsiya otvalov Kumertauskogo burougol'nogo razreza [Forest reclamation of rock dumps of the Kumertau lignite strip mine]. *Trudy Sterlitamakskogo filiala AN RB* [Proceedings of the Sterlitamak branch of the Academy of Sciences of the Republic of Belarus]. Ufa, Gilem Publ., 2001, iss. 1, pp. 45. (In Russian)
10. Lebedeva H. A. Vozmozhnost' rekul'tivatsii otvalov Kumertauskogo ugol'nogo razreza bez naneseniya pochvennogo sloya [Possibility of reclamation of Kumertau lignite strip mine rock dumps without applying a soil layer]. *Rasteniya i promyshlennaya sreda* [Plants and industrial environment]. Sverdlovsk, UrGU Publ., 1984, pp. 78—85. (In Russian)
11. Mair E. *Zoologicheskii vid i evolyutsiya* [Zoological species and evolution]. Moscow, Mir Publ., 1963. 597 p. (In Russian)
12. Makhonina G. I., Chibrik T. S. Nachal'nye etapy pochvoobrazovaniya na otvalakh Kumertauskogo burougol'nogo razreza pri estestvennom zarastanii ikh rastitel'nost'yu [Initial stages of soil formation on the rock dumps of the Kumertau lignite strip mine during their natural overgrowth with vegetation]. *Rasteniya i promyshlennaya sreda* [Plants and industrial environment]. Sverdlovsk, UrGU Publ., 1974, pt. 3, pp. 116—126. (In Russian)
13. Plokhinskii N. A. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, MGU Publ., 1970. 367 p. (In Russian)
14. Prikaz Ministerstva topliva i energetiki RF ot 16.11.1998 № 368 «Ob utverzhdenii proekta likvidatsii razreza "Kumertauskii" OAO "Bashkirugol'»» [Order of the Ministry of Fuel and Energy of the Russian Federation dated November 16, 1998 No. 368 "On approval of the project for the liquidation of the Kumertau strip mine of OJSC Bashkirugol'"]. *Pravovaya Rossiya: sait* [Legal Russia: website]. Available at: <https://laws-russia.narod.ru/fed1998/data02/tex12532.htm>. Accessed: 08.09.2023. (In Russian)
15. Radosteva E. R., Kulagin A. Yu. Soderzhanie tyazhelykh metallov v sisteme "Pochvogrunt — sosna obyknovennaya" na otvalakh Kumertauskogo burougol'nogo razreza [The maintenance of heavy metals in

sediments-pine system on sediments of Kumertau brown-coal mine dumps]. *Agrarnyi vestnik Urala — Agrarian Bulletin of the Urals*, 2011, no. 4 (83), pp. 60—62. (In Russian)

16. Safonov M. A., Cherdintsev A. A., Malenkova A. S. Flora otvalov Kumertauskogo burougol'nogo razreza (Bashkortostan) [Flora of the rock dumps of the Kumertau lignite strip mine (Bashkortostan)]. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya i dinamika rastitel'nogo pokrova: materialy II Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 80-letiyu so dnya rozhd. d-ra biol. nauk, prof. V. I. Matveeva* [Structural-functional organization and dynamics of vegetation cover. Proceed. of the II All-Russia sci.-pract. conf. with internat. participation, dedicated to the 80<sup>th</sup> birthday of Dr. of Biol. sci., prof. V. I. Matveev]. Samara, Samarskii gos. sots.-ped. un-t Publ., 2015, pp. 107—111. (In Russian)

17. *Sbornik statei po lesovosstanovleniyu* [Collection of articles on reforestation]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1971. 110 p. (In Russian)

18. *Ugol'naya promyshlennost' SSSR. 1917—1967* [Coal industry of the USSR. 1917—1967]. Moscow, Nedra Publ., 1969. 420 p. (In Russian)

19. Faizova L. I., Zaitsev G. A. Osobennosti mikorizoobrazovaniya sosny obyknovnoy na otvalakh Kumertauskogo burougol'nogo razreza [Features of mycorrhiza formation of scots pine on Kumertau brown-coal mine dumps]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk — Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2012, vol. 14, no. 1-6, pp. 1565—1567. (In Russian)

20. Shimanyuk A. P. *Dendrologiya* [Dendrology]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1974. 264 p. (In Russian)

21. Shimanyuk A. P. *Estestvennoe vozobnovlenie na kontsentririrovannykh vyrubkakh (po issledovaniyam v sosnovykh lesakh taezhnoi zony evropeiskoi chasti SSSR)* [Natural regeneration in concentrated fellings (based on studies in pine forests of the taiga zone of the European part of the USSR)]. Moscow, Akademia nauk SSSR Publ., 1955. 355 p. (In Russian)

#### Информация об авторах

**А. Ю. Кулагин** — доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией лесоведения

**А. Р. Тагиров** — магистрант

**Л. З. Тельцова** — кандидат биологических наук, доцент

#### Information about the authors

**A. Yu. Kulagin** — Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Forestry Laboratory

**A. R. Tagirov** — Master's Student

**L. Z. Teltsova** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Статья поступила в редакцию 09.10.2023; одобрена после рецензирования 07.12.2023;  
принята к публикации 20.02.2024

The article was submitted 09.10.2023; approved after reviewing 07.12.2023;  
accepted for publication 20.02.2024