

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
(*PINUS SYLVESTRIS* L.) ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ ВОЗОБНОВЛЕНИИ
НА ОТВАЛАХ КУМЕРТАУСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА
(РОССИЯ, РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

A.R. Tagirov

**MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.)
DURING NATURAL REGENERATION IN THE DUMPS OF THE KUMERTAU LIGNITE
SECTION (RUSSIA, THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)**

Аннотация. На отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза (КБР) отмечается успешное естественное возобновление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Цель исследования - охарактеризовать особенности архитектуры надземной и подземной частей сосны при естественном возобновлении на отвалах КБР. Задачи исследования: представить характеристику морфологических особенностей надземной и подземной частей сосны обыкновенной при естественном возобновлении; охарактеризовать особенности формирования кроны и ассимиляционного аппарата растений сосны; описать особенности формирования корневой системы сосны при естественном возобновлении на отвалах КБР. Модельные растения выкапывались в октябре, упаковывались, транспортировались и хранились в сухом прохладном месте чтобы не допустить осыпания хвои. Далее проводилась камеральная обработка растений: корневая система отмывалась от субстрата, после чего измерялась общая длина растения, а также отдельно длина надземной и подземной частей с ориентацией по корневой шейке; определялась ширина надземной и подземной частей, измерялся диаметр корневой шейки. Приросты растений измерялись, начиная с прироста последнего года (2024 г.) и за предыдущие годы. Отдельно измерялись количество, длина и масса хвои, а также величина и масса годовых приростов. Возраст растений определялся по мутовкам (лупа с x2 и x10-кратным увеличением). Также возраст растений определялся по количеству годовых колец на срезе (на уровне корневой шейки). Анализ архитектуры надземной и подземной частей подроста сосны обыкновенной при естественном возобновлении на промышленных отвалах свидетельствует о неравномерности развития растений. Установлено, что при успешном росте сосны в высоту и выходе за уровень травяного покрова происходит

Abstract. Successful natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) was noted at the dumps of the Kumertau brown coal mine (KBR). The purpose of the study was to characterize the architectural features of aboveground and underground parts of pine during natural regeneration at KBR dumps. Research objectives: to describe morphological features of above- and underground pine parts during natural regeneration, to characterize crown formation and assimilation apparatus features of pine plants, and to describe formation features of root system in natural regeneration process on KBR dump sites. Model plants were excavated in October, packaged, transported, and kept in a cool, dry location to prevent needle shedding. Next, the camera treatment of plants was carried out. The root system was washed and the plant was measured along the entire length of the plant, separately measuring the length of aboveground and underground parts guided by the root neck. The width of above- and underground parts was also measured, as well as the diameter of the root neck and increments from the last year's growth (2024). The number, length, and mass of needles were measured individually, as were the amount and weight of annual increments. The age of plants was determined using a magnifying glass with x2 and x10 magnifications. The whorls were also used to determine the age of the plants. Additionally, the number of rings at the level of the root necks was used to estimate the age. An analysis of the above- and below-ground architecture of Scots pine undergrowth undergoing natural regeneration in industrial waste areas revealed uneven development patterns among plants.. It has been established that, with the successful growth of a pine tree, height and beyond the

дальнейший активный рост и увеличение размеров кроны дерева, а также массы осевых и боковых приростов. Для сосен 8-летнего возраста такие показатели, как длина надземной части, ширина надземной части, длина подземной части, ширина подземной части, размеры и масса осевых и боковых приростов, а также количество и масса хвои отличаются. Выявлены индивидуальные различия в развитии сеянцев при естественном возобновлении на отвалах КБР, что определяется индивидуальной изменчивостью растений сосны.

Практическая значимость результатов исследования заключается в установлении роли лесных культур, созданных при проведении работ по лесной рекультивации на отвалах КБР в процессе естественного возобновления сосны на нарушенных ландшафтах. Представляет теоретический и практический интерес характеристика процесса формирования ценопопуляций сосны на отвалах КБР при естественном возобновлении.

Ключевые слова: сосна обыкновенная; естественное возобновление; рекультивация; отвалы.

Об авторе: Альберт Р. Тагиров, ORCID: 0009-0008-3837-8304, Уфимский Институт биологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия, albertoc22@mail.ru

level of grass cover occurs further active growth and increase in the size of tree crown, as well as mass of axial and lateral growth. For 8-year-old pines, indicators such as length of aboveground part, width of aboveground and underground parts, size and weight of axial and laterals, as well number and weight needles differ. Individual differences in development of seedlings during natural regeneration at CBD dumps were identified, which is due to individual variability in pine plants.

The practical significance of the research results lies in establishing the role of forest crops created during forest reclamation work at CBD landfills in the natural regeneration process of pine trees in disturbed landscapes. It is theoretically and practically interesting to characterize the formation of pine cenopopulation in CBD landfill during natural regeneration.

Key words: Scots pine; natural regeneration; landfill reclamation; spoil heaps.

About the author: Albert R. Tagirov, ORCID: 0009-0008-3837-8304, Ufa Institute of Biology, a separate structural unit of the Federal State Budgetary Scientific Institution Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia, albertoc22@mail.ru

Тагиров А.Р. Морфологическая характеристика сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при естественном возобновлении на отвалах кумертауского бурогоугольного разреза (Россия, республика Башкортостан) // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2025. № 4(72). С. 43-54. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/25-4/04>

Tagirov, A.R. (2025). Morphological Characteristics of the Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.) During Natural Regeneration in the Dumps of the Kumertau Lignite Section (Russia, the Republic of Bashkortostan). *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, 4(72), 43-54. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/25-4/04>

Введение

Вопросы изменчивости морфологических признаков хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в горных и равнинных лесорастительных условиях свидетельствуют об изменчивости природных популяций сосны обыкновенной [17; 12 11 3; 7].

Показана вариативность морфологических показателей сеянцев сосны по таким параметрам как высота, диаметр корневой шейки, количество верхушечных почек, количество боковых побегов, длина максимального бокового побега, длина хвои, наличие треххвойных брахибластов, абсолютно сухая массы хвои, абсолютно сухая масса стволиков [13; 15]. При оценке особенностей формирования пигментного комплекса хвои сосны на

техногенных землях охарактеризованы адаптивные изменения пигментного комплекса [14]. Выявлены нарушения роста и развития сосны при рекультивации дражных отвалов и отмечено пожелтение хвои у 12-летних древостоев [6]. Показано, что усыхание хвои является первым признаком отмирания древостоя сосны при дефиците водообеспечения [18].

В лесостепной зоне южного Предуралья в зоне расположения Кумертауского бурогоугольного разреза (КБР) отсутствуют естественные лесные массивы сосны обыкновенной. Отвалы Кумертауского бурогоугольного разреза расположены на границе зон лесостепи и разнотравно-дерновинно-злаковых степей в пределах административных границ Куяргазинского района Республики Башкортостан Российской Федерации. Отвалы представляют смесь вскрышных пород (алевритов, песчаников, угольных отложений), которые характеризуются гидрофобностью, в весенне-летний период сильно нагреваются и трескаются. Следует отметить, что в регионе естественных насаждений сосны не имеется. При этом совокупность природно-климатических факторов в целом определяет возможность произрастания сосны обыкновенной в регионе, в том числе и на отвалах КБР [2]. В 1982–1986 гг. на отвалах КБР были проведены опытно-производственные работы по созданию лесных культур. Насаждениям сосны более 40 лет и в течение последних 20 лет отмечается ежегодное успешное плодоношение деревьев, что подтверждается разновозрастностью сеянцев сосны [10]. Остается открытым вопрос об особенностях роста и развития сеянцев сосны на начальных этапах онтогенеза. В этом случае характеристика модельных растений позволяет установить закономерности формирования подроста сосны. Актуальность исследования заключается в определении перспектив естественного возобновления сосны при формировании лесного покрова на отвалах КБР.

Цель работы – охарактеризовать особенности архитектуры надземной и подземной частей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при естественном возобновлении на отвалах КБР.

Для достижения цели были определены следующие задачи: 1 – представить характеристику морфологических особенностей надземной и подземной частей сосны обыкновенной при естественном возобновлении; 2 – охарактеризовать особенности формирования кроны и ассимиляционного аппарата растений сосны; 3 – описать особенности формирования корневой системы сосны обыкновенной при естественном возобновлении на отвалах КБР.

Материал и методы

Работы проводились на отвалах КБР, на территории участка лесной рекультивации (рис. 1).

Исследования по выбору, выкопке и характеристике модельных деревьев сосны проводились с учетом общепринятых методов [1; 9].



Рис. 1. Картосхема карьерно-отвального комплекса Кумертауского бурогоугольного разреза (Россия, Республика Башкортостан). Отмечено местоположение участка лесной рекультивации (URL: <https://clck.ru/3Qrc2G>; находится в открытом доступе)

Модельные растения сосны выкапывались в конце октября 2024 года, в период выпадения осенних осадков, что позволило извлекать растения из грунта с минимальными повреждениями корневой системы. Выкопка производилась лопатами с учетом особенностей строения и роста корневой системы сосны. После выкопки модельные растения упаковывались и транспортировались для хранения в холодное помещение, чтобы не допустить их высыхания и опадения хвои. Общее количество модельных растений сеянцев сосны составляет 26 шт. В данной работе приведена характеристика 8-летних растений.

Камеральная обработка модельных деревьев начиналась с замачивания корневой системы отдельных сеянцев в ёмкости с водой в течение 2–3 суток. От корневой системы ручным способом отделялись размокшие частички грунта. Каждому растению присваивался индивидуальный номер. Производились измерения длины и ширины надземной и подземной части, длины всего сеянца и диаметр корневой шейки. Далее, ориентируясь на корневую шейку, с помощью ножа отделялась надземная и подземная части модельного дерева.

При анализе надземной части отделялся прирост на текущий год, а затем, ориентируясь по мутовкам, отделялись годовые приросты по основному стволу до корневой шейки. Для каждого осевого и бокового приростов определялся возраст и проводились измерения длины и диаметра (штангенциркуль Ермак 150 мм, МТ 001, ШЦ-150-0,1-1).

При характеристике корневой системы учитывались длина и диаметр главного корня и корней 2-го порядка. Измерялись длина (см) подземной части (от корневой шейки до окончания корневой системы по глубине формирования), ширина подземной части (размер

корневой системы по горизонтальному формированию), длина главного корня (от корневой шейки до окончания главного корня с учетом изгибов), длина корней второго порядка (суммарная длина корней второго порядка) на модельном растении.

От приростов и побегов с учетом возраста и положения в кроне отделялась хвоя. Подсчитывалось количество и длина хвои на отдельных приростах с учетом возраста.

Для определения массы части каждого растения с учетом возраста разделяли на осевые и боковые приросты, хвою, а также образцы главного корня и корней второго порядка; все образцы упаковывались в конверты и высушивались до воздушно-сухого состояния в термосушильном шкафу. Далее проводилось взвешивание образцов на весах (Professional Digital Miniscale TL-series).

Отдельные этапы работ фиксировались с использованием цифрового фотоаппарата (Nikon D40).

Полученные данные обрабатывались в программе Excel и Graph Pad Prism.

Результаты и обсуждение

При разработке буроугольного месторождения на территории карьерно-отвального комплекса был практически полностью разрушен природный флороценоотический комплекс и сформировался техногенный ландшафт. На отвалах КБР в период 1982–1986 гг. проведены опытно-производственные работы по лесной рекультивации. По прошествии десятков лет сформировались лесные насаждения и наблюдается естественное возобновление сосны (рис. 2).



Рис. 2. Лесные культуры и естественное возобновление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского буроугольного разреза на участке, прилегающем к лесным культурам

С учетом особенностей естественного возобновления сосны и отрицательного влияния травяного покрова на рост растений, в первые годы жизни [8; 16], для детального анализа морфологических особенностей использовались 8-летние растения.

При естественном возобновлении 8-летние растения вступают в период активного роста и развития. Мобилизация ростовых процессов обеспечивает выход за пределы прямого влияния травяного покрова. Известно, что по достижении высоты порядка 50 см подрост сосны с высокой вероятностью сформирует полноценный древостой [4; 5].

Поэтому для 8-летних растений из состава естественного возобновления на отвалах КБР проводилась оценка морфологических характеристик надземной и подземной частей.

Экспериментальная часть

На основании выполненных работ представлена характеристика морфологических особенностей 8-летних растений сосны естественного возобновления на отвалах КБР (рис. 3).



Рис. 3. Фотографии 8-летних сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) естественного возобновления на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза

Надземная часть

У модельных 8-летних деревьев сосны характеризовались особенности формирования надземной части. Установлено, что сумма годовичных осевых приростов у сосны № 19 составляет 14,8 см, у сосны № 7 – 15,2 см, у сосны № 10 – 17,0 см, у сосны № 23 – 23,2 см, у сосны № 12 – 76,1 см (рис. 4А). Сумма длин боковых приростов у сосны № 19 составляет 10,8 см, у сосны № 7 – 5,8 см, у сосны № 10 – 3,0 см, у сосны № 23 – 30,1 см, у сосны № 12 – 571,9 см. Эти значения получены в результате измерений длины мутовок, отдельно по осевому приросту и отдельно по боковым приростам. Показательно, что модельное растение №12 характеризуется максимальными размерами (рис. 3). При успешном росте сосны в высоту и выходе за уровень травяного покрова происходит активный рост и увеличение размеров кроны дерева, а также массы осевых и боковых приростов (рис. 4А, рис. 4Б).

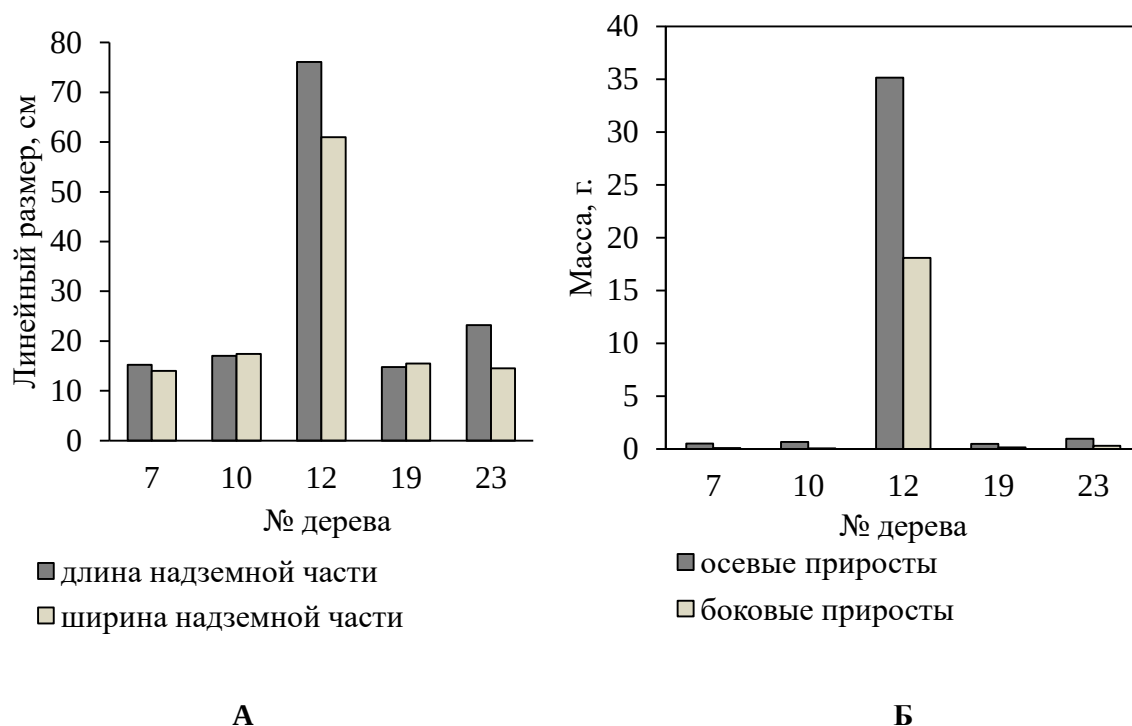


Рис. 4. Характеристика надземной части 8-летних растений естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (А – длина и ширина, см; Б – масса осевых и боковых побегов, г)

Получена характеристика боковых приростов самосева сосны. Количество значений для отдельных сеянцев сосны от 1 до 87. Среднее значение годовичных боковых приростов составляет от 0,1 см до 6,57 см, максимальное значение – от 0,1 см до 21,0 см, минимальное значение – от 0,1 см до 3,0 см. Стандартное отклонение имеет значение от 0 до 4,98 см, а коэффициент вариации – до 157,3%. На основе описательной статистики установлена высокая изменчивость осевых и боковых приростов, что обусловлено индивидуальной траекторией развития сосен 8-летнего возраста, произрастающих на территории отвалов.

Показано, что в случае естественного возобновления успешный рост сеянцев сосны в высоту обеспечивает выход за пределы высоты травяного покрова. Это, в свою очередь, приводит к дальнейшему активному росту в высоту и увеличению размеров кроны растений. На рис. 4 представлено отношение длины к ширине сеянцев сосны. У модельных деревьев № 7, № 12 и № 23 доминирует длина надземной части, а у модельных деревьев № 10 и № 19 – более развита ширина надземной части. Установлено, что по массе осевых и боковых приростов у растений значительных отличий нет. Исключение представляет модельное дерево № 12, которое является самым развитым из 8-летних растений.

Успешность роста и развития растений связана с объемом ассимиляционного аппарата. Хвоя сосны была разделена по возрастам: от 1-летней до 5-летней. Установлено, что по количественным характеристикам хвои 1-летнего возраста доминирует у деревьев № 7, № 12, № 23. У деревьев № 10 и № 19 в большей степени представлена хвоя 2-летнего возраста (рис. 5А). Однако, по массе на каждом 8-летнем дереве в большей степени представлена 1-летняя хвоя (рис. 5Б).

Как следует из рис. 5, 1-летняя хвоя в количественном отношении не всегда преобладает у модельных растений. У модельных деревьев № 10 и № 19 доминирует 2-летняя хвоя. При этом по массе у всех сеянцев сосны доминирует 1-летняя хвоя. Следует отметить, что наличие у модельных растений как 2- и 3-летней хвои является нормой для сосны обыкновенной. Факт сохранения хвои сосны до возраста 4 и 5 лет – показатель приспособления к экстремальным условиям произрастания.

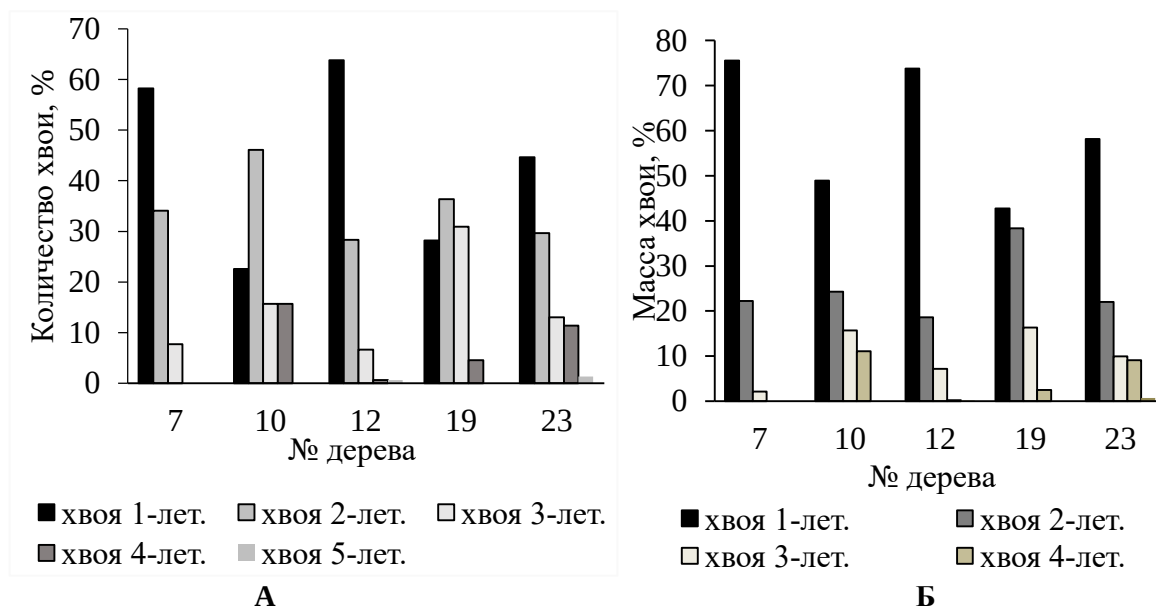


Рис. 5. Характеристика хвои разных возрастов 8-летних растений естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (А – количество хвои, %; Б – масса хвои на растении, %)

Модельное дерево № 7 является одним из слабых в плане развития как осевого и боковых приростов, так и корневой системы. Слабый рост и отсутствие многолетней хвои свидетельствует о сопряженной реакции снижения развития корневой системы, а также сокращения осевого и боковых приростов. При этом наблюдается компенсаторная адаптивная реакция таких растений за счет увеличения количества и массы 1-летней хвои. Это своеобразная реакция растения, которая обеспечивает выживание самосева сосны.

Подземная часть

Установлено, что минимальная длина подземной части сосны составляет 5,4 см, максимальная – 39,5 см. Минимальная ширина подземной части сосны составляет 1,0 см, максимальная – 49,5 см.

Минимальное значение массы корней второго порядка составляет 0,011 г, максимальное значение – 9,963 г. Среднее значение массы корней второго порядка составляет 1,305 г (стандартное отклонение – 2,293 г, стандартная ошибка среднего значения – 0,4586 г). Коэффициент вариации 175,7%.

Обсуждение результатов

Высокие значения коэффициента вариации свидетельствуют об индивидуальной траектории развития каждого отдельного растения сосны при естественном возобновлении.

Это следует из характеристики семян сосны 8-летнего возраста (возраст определен по осевым приростам), произрастающих на территории отвалов (табл. 1).

Растения 8-летнего возраста различаются по линейным показателям и массе корневой системы. Длина подземной части варьируется от 10 см до 34 см, ширина подземной части от 11 см до 54 см, масса главного корня от 0,204 г до 19,344 г, масса корней второго порядка от 0,121 г до 9,963 г.

Модельное дерево № 7 имеет наименьшие показатели длины подземной части, массы главного корня и корней второго порядка.

Таблица 1

Характеристика корневой системы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) естественного возобновления на территории отвалов Кумертауского бурогольного разреза

№ дерева	Возраст, лет	Длина подземной части, см	Ширина подземной части, см	Масса главного корня, г.	Масса корней второго порядка, г.
7	8	10,0	17,5	0,204	0,121
10	8	14,0	13,0	0,492	0,184
19	8	16,0	11,0	0,256	0,302
23	8	20,5	14,5	0,842	1,181
12	8	34,0	54,0	19,344	9,963

У модельного дерева № 10 длина и ширина подземной части практически не отличаются. Модельное дерево № 19 имеет наименьшие размеры по ширине подземной части из представленных 8-летних модельных деревьев.

Для модельного дерева № 23 характерно сбалансированное развитие корневой системы по показателям глубины и ширины.

Модельное дерево № 12 является самым развитым из 8-летних модельных деревьев. Отметим, что надземная часть у этого растения также наиболее развитая и это закономерно.

В целом отмечается успешное формирование корневой системы семян сосны при естественном возобновлении на отвалах КБР.

Заключение

Деревья сосны обыкновенной в лесных культурах на отвалах Кумертауского бурогольного разреза ежегодно плодоносят на протяжении последних двух десятилетий. Поступление семян в течение длительного периода обеспечивает успешное естественное возобновление сосны на отвалах.

Анализ архитектуры надземной и подземной частей подроста сосны обыкновенной при естественном возобновлении на промышленных отвалах свидетельствует о неравномерности развития растений. Для сосен 8-летнего возраста такие показатели, как длина надземной части, ширина надземной части, длина подземной части, ширина подземной части, размеры и масса осевых и боковых приростов, а также количество и масса хвои отличаются. Различия обусловлены изменчивостью сосны и индивидуальной траекторией развития каждого растения.

Морфологический анализ модельных деревьев сосны 8-летнего возраста, произрастающих в сходных условиях, позволяет установить ряд особенностей:

- растения различаются по высоте и ширине надземной части, различаются по глубине и ширине корневой системы;
- растения сосны при естественном возобновлении характеризуются как выраженным верхушечным приростом, так и ростом боковых побегов;
- на модельных 8-летних растениях сосны возраст хвои составляет от 1 года до 5 лет;
- на модельных деревьях сосны 1-летняя хвоя, как правило, преобладает как по количеству, так и по массе;
- корневая система модельных деревьев развивается пропорционально надземной части, что является подтверждением сбалансированного развития растений.

Выявленная изменчивость морфологических характеристик 8-летних растений сосны при естественном возобновлении является отражением адаптивных реакций на экстремальные условия произрастания на отвалах бурого угольного месторождения. При естественном возобновлении происходит успешный рост и развитие растений сосны, что обеспечивает расширение территории лесопокрытой площади на отвалах.

Исследования выполнены на оборудовании 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».

Литература

1. Андреева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В. и др. Методы изучения лесных сообществ. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет, 2002. 240 с.
2. Баталов А.А., Мартыанов Н.А., Кулагин А.Ю., Горюхин О.Б. Лесовосстановление на промышленных отвалах Предуралья и Южного Урала. Уфа: БНЦ УрО АН СССР. 1989. 140 с.
3. Бронникова Д.М., Шахринова Н.В. Временная изменчивость длины хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Приволжский научный вестник. 2016. № 11 (63). URL: <https://clck.ru/3QscZz> (дата обращения: 26.11.2025).
4. Давыдычев А.Н., Кулагин А.Ю., Горичев Ю.П. Естественное подпоговое возобновление и экологическая видоспецифичность пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) в подзоне широколиственно-темнохвойных лесов Южного Урала // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2016. Т. 26. № 3. С. 46-57.
5. Данченко М.А., Кабанов М.Н., Сперанский Н.И., Кабанов А.Н. Анализ подроста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в различных типах леса // Journal of Agriculture and Environment. 2025. № 2(54). <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.13>.
6. Ермакова М.В. Рост и формирование культур сосны при рекультивации дражных отвалов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 6. С. 33-40.
7. Иозус А.П., Морозова Е.В. Морфологические и анатомические особенности хвои сосны обыкновенной разного географического происхождения в географических культурах Волгоградской области // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. С. 508.
8. Климова О.А., Уфимцев В.И. Влияние элементов рельефа на естественное возобновление древесных видов на отвалах вскрышных пород в условиях Северной лесостепи Кузнецкой котловины // Вестник КрасГАУ. 2014. № 6 (93). С. 197-201.

9. Красильников П.К. Методика полевого изучения подземных частей растений (с учетом специфики ресурсоведческих исследований). Л.: Наука, 1983. 208 с.
10. Кулагин А.Ю., Тагиров А.Р., Тельцова Л.З. Состояние лесных культур и формирование естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогольного разреза // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2024. № 1 (49). С. 46-58. <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2024.49.4>.
11. Лебедев А.Г. Анализ изменчивости количественных признаков хвои в популяциях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. № 5. URL: <https://clck.ru/3QscZb> (дата обращения: 26.11.2025).
12. Моллаева М.З. Морфометрические параметры ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной в горах Центрального Кавказа // Лесоведение. 2021. Т. 4, № 4. С. 406-414. <https://doi.org/10.31857/S0024114821040082>. EDN EILNVJ.
13. Мордась А.А., Раевский Б.В., Данилова Е.В. Изменчивость и взаимосвязь морфологических признаков и биометрических показателей семян сосны обыкновенной // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2006. № 6. С. 26-33.
14. Туманик Н.В. Влияние способа рекультивации на формирование пигментного комплекса у сосны обыкновенной на техногенных землях // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16. № 3. С. 263-282.
15. Цандекова О.Л., Колмогорова Е.Ю. Анатомические и морфометрические характеристики *Pinus sylvestris* L., произрастающей на техногенно нарушенных землях угольного разреза «Кедровский» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 10(108). С. 059-063.
16. Castro J., Leverkus A.B. Effect of Herbaceous Layer Interference on the Post-Fire Regeneration of a Serotinous Pine (*Pinus pinaster* Aiton) across Two Seedling Ages // Forests. 2019. 10 (1). P. 74. <https://doi.org/10.3390/f10010074>.
17. Łabiszak B., Lewandowska-Wosik A., Pawlaczyk E.M., Urbaniak L. Variability of morphological needle traits of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) among populations from mountain and lowland regions of Poland // Folia Forestalia Polonica, vol. 59, no. 2, Forest Research Institute. 2017. P. 134-145. <https://doi.org/10.1515/ffp-2017-0013>.
18. Sangüesa-Barreda G., Gazol A., Camarero J.J. Drops in needle production are early-warning signals of drought-triggered dieback in Scots pine // Trees. 2023. № 37. P. 1137-1151 <https://doi.org/10.1007/s00468-023-02412-6>.

References

1. Andreeva, E.N., & Bakkal, I.Yu., Gorshkov, V.V. i dr. (2002). Metody` izucheniya lesny`x soobshhestv. Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij gosudarstvenny`j universitet, 240. (in Russ.).
2. Batalov, A.A., Mart`yanov, N.A., Kulagin, A.Yu., & Goryuxin, O.B. (1989). Lesovosstanovlenie na promy`shlenny`x otvalax Predural`ya i Yuzhnogo Urala. Ufa: BNCz UrO AN SSSR, 140. (in Russ.).
3. Bronnikova, D.M., & Shaxrinova, N.V. (2016). Vremennaya izmenchivost` dliny` xvoi sosny` oby`knovennoj (*Pinus sylvestris* L.). *Privolzhskij nauchny`j vestnik*, 11(63). URL: <https://clck.ru/3QscZz> (data obrashheniya: 26.11.2025). (in Russ.).
4. Davy`dy`chev, A.N., Kulagin, A.Yu., & Gorichev, Yu.P. (2016). Estestvennoe podpologovoe vozobnovlenie i e`kologicheskaya vidospecifichnost` pixty` sibirskoj (*Abies sibirica* Ledeb.) v podzony`

shirokolistvenno-temnoxyjny`x lesov Yuzhnogo Urala. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle*, 26, 3, 46-57. (in Russ.).

5. Danchenko, M.A., Kabanov, M.N., Speranskij, N.I., & Kabanov, A.N. (2025). Analiz podrosta sosny` oby`knovennoj (*Pinus sylvestris*) v razlichny`x tipax lesa. *Journal of Agriculture and Environment*, 2(54). <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.13>. (in Russ.).

6. Ermakova, M.V. (2022). Rost i formirovanie kul`tur sosny` pri rekul`tivacii drazhny`x otvalov. *Vestnik MGUL – Lesnoj vestnik. Forestry Bulletin*, 26, 6, 33-40. (in Russ.).

7. Iozus, A.P., & Morozova, E.V. (2015). Morfologicheskie i anatomicheskie osobennosti xvoi sosny` oby`knovennoj raznogo geograficheskogo proisxozhdeniya v geograficheskix kul`turax Volgogradskoj oblasti. *Sovremennyy`e problemy` nauki i obrazovaniya*, 4, 508. (in Russ.).

8. Klimova, O.A., Ufimcev, V.I. (2014). Vliyanie e`lementov rel`efa na estestvennoe vozobnovlenie drevesny`x vidov na otvalax vskry`shny`x porod v usloviyax Severnoj lesostepi Kuzneczkoy kotloviny`. *Vestnik KrasGAU*, 6(93), 197-201. (in Russ.).

9. Krasil`nikov, P.K. (1983). Metodika polevogo izucheniya podzemny`x chastej rastenij (s uchetom specifiky resursovedcheskix issledovanij). L.: Nauka, 208 s. (in Russ.).

10. Kulagin, A.Yu., Tagirov, A.R., & Tel`czova, L.Z. (2024). Sostoyanie lesny`x kul`tur i formirovanie estestvennogo vozobnovleniya sosny` oby`knovennoj (*Pinus sylvestris* L.) na otvalax Kumertauskogo burougol`nogo razreza. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. E`lektronny`j nauchny`j zhurnal*, 1(49), 46-58. <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2024.49.4>. (in Russ.).

11. Lebedev, A.G. (2014). Analiz izmenchivostii kolichestvenny`x priznakov xvoi v populyaciyax sosny` oby`knovennoj (*Pinus sylvestris* L.). *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*, 5. URL: <https://clck.ru/3QscZb> (data obrashheniya: 26.11.2025). (in Russ.).

12. Mollaeva, M.Z. (2021). Morfometricheskie parametry` assimilyacionnogo apparata sosny` oby`knovennoj v gorax Central`nogo Kavkaza. *Lesovedenie*, 4, 4, 406-414. <https://doi.org/10.31857/S0024114821040082>. EDN EILNVJ. (in Russ.).

13. Mordas`, A.A., RaevskijB.V., & DanilovaE.V. (2006). Izmenchivost` i vzaimosvyaz` morfologicheskix priznakov i biometricheskix pokazatelej seyancev sosny` oby`knovennoj. *Vestnik MGUL – Lesnoj vestnik*, 6, 26-33. (in Russ.).

14. Tumanik, N.V. (2024). Vliyanie sposoba rekul`tivacii na formirovanie pigmentnogo kompleksa u sosny` oby`knovennoj na texnogenny`x zemlyax. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 16, 3, 263-282. (in Russ.).

15. Czandekova, O.L., & Kolmogorova, E.Yu. (2013). Anatomicheskie i morfometricheskie xarakteristiki *Pinus sylvestris* L., proizrastayushhej na texnogenno narushenny`x zemlyax ugol`nogo razreza «Kedrovskij». *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 10(108), 059-063. (in Russ.).

16. Castro, J., & Leverkus, A.B. (2019). Effect of Herbaceous Layer Interference on the Post-Fire Regeneration of a Serotinous Pine (*Pinus pinaster* Aiton) across Two Seedling Ages. *Forests*, 10 (1), 74. <https://doi.org/10.3390/f10010074>.

17. Łabiszak, B., Lewandowska-Wosik ,A., Pawlaczyk, E.M., & Urbaniak, L. (2017). Variability of morphological needle traits of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) among populations from mountain and

lowland regions of Poland. *Folia Forestalia Polonica*, 59, 2, *Forest Research Institute*. 134-145.
<https://doi.org/10.1515/ffp-2017-0013>.

18. Sangüesa-Barreda, G., Gazol, A., & Camarero, J.J. (2023). Drops in needle production are early-warning signals of drought-triggered dieback in Scots pine. *Trees*. 37, 1137-1151
<https://doi.org/10.1007/s00468-023-02412-6>.

дата поступления: 22.10.2025

дата принятия: 08.12.2025

© Тагиров А.Р., 2025