

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО FORESTRY

Научная статья

УДК 630.232.32(571.11)

doi: 10.34655/bgsha.2026.83.2.011

Причины низкой приживаемости и сохранности лесных культур, созданных сеянцами с закрытой корневой системой в лесостепной зоне

Л.А. Белов¹, А.С. Оплетаев², А.Г. Магасумова³, И.С. Кочегаров⁴, С.В. Залесов⁵

¹⁻⁵Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Залесов Сергей Вениаминович,

zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. Изменение климатических условий в сторону повышения температуры воздуха и уменьшения количества осадков обуславливает необходимость совершенствования способов лесовосстановления и выбора посадочного материала для создания лесных культур. Последнее особенно актуально в лесостепной зоне, где древесные растения произрастают на границах их естественных ареалов в условиях недостатка влаги. Указанное приводит к повышению отпада сеянцев при создании лесных культур, снижая показатели приживаемости и сохранности. Проанализированы причины низкой приживаемости и сохранности лесных культур сосны обыкновенной, созданных сеянцами с закрытой корневой системой (ЗКС) на территории Курганской области, входящей в Западно-Сибирской подтаежно-лесостепной лесной район. Установлено, что приживаемость лесных культур, созданных с ЗКС в 2025 г., варьировала в зависимости от типа леса и технологии посадки от 20,28 до 88,72 %. Основными причинами низкой приживаемости высаженных сеянцев является применение при посадке меча Колесова, а также заглушение сеянцев травянистой растительностью из-за несвоевременного проведения агротехнических уходов. Сохранность лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, составляет 23,93 и 41,11 % даже при дополнении. Причиной низкой сохранности является объединение лесных культур дикими копытными животными, в частности косулей сибирской. В целях повышения эффективности искусственного лесовосстановления целесообразно отказаться от сеянцев с ЗКС, заменив их сеянцами с открытой корневой системой (ОКС), увеличив густоту посадки до 4,5 тыс. шт./га при 2,0 тыс. шт./га при использовании сеянцев с ЗКС. Подготовку почвы под лесные культуры в условиях крупнотравного и травяного типов леса целесообразно проводить весной сразу перед посадкой, что снизит конкуренцию со стороны травянистой растительности. При посадке сеянцев с ЗКС необходимо использовать посадочный «шип» или посадочную трубу. Кроме того, целесообразно рассмотреть вопрос о регулировании численности косули. Учитывая слабое развитие стержневого корня у сеянцев с ЗКС, следует продолжить исследования в направлении установления устойчивости создаваемых лесных культур при недостатке осадков и глубоком расположении грунтовых вод.

Ключевые слова: лесные культуры, сеянцы, сосна обыкновенная, закрытая корневая система, причины отпада.

Reasons for the low survival ability and preservation of forest plantations shaped by closed-root seedlings in the forest-steppe zone

Leonid A. Belov¹, Anton S. Opletaev², Alfiya G. Magasumova³, Igor S. Kochegarov⁴, Sergey V. Zalesov⁵

¹⁻⁵ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Sergey V. Zalesov, zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. Changing climate conditions, with rising temperature levels and decreasing precipitation amount, necessitates improved reforestation methods and the selection of planting material for forest crops. The latter is particularly relevant for the forest-steppe zone, where woody plants grow at the borders of their natural habitats under conditions of lack of moisture. This leads to increasing of seedlings attrition during the forest plantation development, reducing preservation and survival rates. The reasons for the low survival ability rate and preservation of Scots pine forest crops shaped from closed-root seedlings (CRS) in the Kurgan Region, the part of the West Siberian sub-taiga-forest-steppe forest region, were analyzed. It was found that the survival ability rate of forest plantations shaped with closed-root seedlings in 2025 varied from 20.28% to 88.72% depending on the forest type and planting technology. The main reasons for the low survival ability rate of planted seedlings were the use of Kolesov's planting iron, as well as the smothering of seedlings with herbaceous vegetation due to untimely performed agronomic management. The survival ability rate of forest crops developed by closed-root seedlings was 23.93% and 41.11%, respectively, even with supplementation. The low survival rate is due to browsing of forest crops by wild ungulates, particularly by the Siberian roe deer. To improve the effectiveness of artificial reforestation, it is advisable to replace closed-root seedlings with open-root seedlings (ORS), increasing the planting density to 4,500 seedlings per hectare compared to 2,000 seedlings per hectare when using closed-root system seedlings. In tall-grass and grassy forests, soil preparation for forest plantations should be carried out in the spring immediately before planting, which will reduce competition from herbaceous vegetation. When planting closed-root seedlings, it is necessary to use a planting pipe or a planting tube. Also, it is advisable to consider regulating the roe deer population. Considering the weak development of the taproot in seedlings with a closed root system, the research should be continued in the direction of improvement of the stability of the developed forest crops under insufficient precipitation and deep groundwater.

Keywords: forest crops, seedlings, Scots pine, closed-root system, reasons for mortality.

Введение. В последние годы всё большие площади лесных культур создаются сеянцами с закрытой корневой системой (ЗКС). Последнее в значительной степени оправдано, что подтверждается исследованиями эффективности применения сеянцев с ЗКС в Скандинавских странах и на Северо-Западе европейской части РФ. Приживаемость лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, приближается к 100 % [1, 2], что позволило в нормативно-правовых документах¹ сни-

зить густоту лесных культур при использовании сеянцев с ЗКС до 2,0 тыс. шт./га. Однако исследования, обусловившие принятие такого решения, были выполнены в таежной зоне, где отсутствует недостаток влаги в почве и обеспечивается дополнительное формирование подроста за счет самосева. Воздушная обрезка стержневого корня у сеянцев с ЗКС способствует формированию поверхностной корневой системы, то есть расположению корней в наиболее потенциально плодот-

¹ Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления: Утв. Приказом Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024.

родных горизонтах почвы.

К преимуществам использования посадочного материала с ЗКС можно отнести увеличение периода создания лесных культур, сокращение расхода семян, ускоренное выращивание посадочного материала и сокращение площади селекционно-семеноводческих центров по сравнению с традиционными лесными питомниками [3, 4, 5, 6, 7, 8]. В частности, теплицы с регулируемым микроклиматом позволяют выращивать в течение года до 4 ротаций сеянцев с ЗКС. Кроме того, можно автоматизировать уход за выращиваемыми сеянцами и исключить влияние неблагоприятных погодных условий на выход посадочного материала.

Особо следует отметить, что большинство лесных питомников в настоящее время характеризуется низкими показателями потенциального плодородия почвы [9], что вызывает необходимость увеличения периода выращивания стандартного посадочного материала до 3–4 лет.

В то же время стоимость посадочного материала с ЗКС значительно превышает таковую у сеянцев с открытой корневой системой (ОКС). Если большинство лесных питомников расположено в непосредственной близости от лесокультурных площадей, то селекционно-семеноводческие центры и теплицы по выращиванию посадочного материала с ЗКС нередко находятся в других субъектах РФ. Кроме того, транспортировка и разноска сеянцев с ЗКС так же, как и механизированная посадка, вызывают много вопросов. Так, в частности, посадочные трубы невозможно использовать на каменистых почвах, а меч Колесова предназначен для посадки сеянцев с ОКС, а не ЗКС.

Особо следует отметить, что лес – явление географическое, а лесной фонд РФ представлен не только таежной зоной. Указанное объясняет низкую приживаемость сеянцев с ЗКС в условиях пустыни, полупустыни, степи и лесостепи [10, 11, 12, 13, 14, 15]. Однако, если в пустыне, полупустыне и степи норматив по использованию сеянцев с ЗКС при создании лесных культур отсутствует, то в лесостепной

зоне доля лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, должна составлять не менее 30 %. Указанное объясняет актуальность исследований приживаемости и сохранности лесных культур, создаваемых с использованием посадочного материала с ЗКС в лесостепной зоне в целом и в Северо-Западном подтаежно-лесостепном районе в частности.

Цель, объекты и методики исследования. Цель исследования – анализ причин снижения показателей приживаемости и сохранности лесных культур, созданных сеянцами сосны обыкновенной с ЗКС, и разработка на этой основе предложений по повышению эффективности искусственного лесовосстановления в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном лесном районе.

Объектом исследований служили лесные культуры, созданные сеянцами сосны обыкновенной с ОКС и ЗКС, на территории Курганской области, которая входит в Западно-Сибирский подтаежно-лесостепной лесной район.

Район проведения исследований характеризуется континентальным климатом с недостаточным увлажнением и периодическими засухами. В летнее время наблюдается вторжение холодного арктического воздуха, который при продвижении на юг прогревается и все больше приобретает свойства суховея. В то же время нередко происходит поступление сухого и сильно нагретого воздуха из районов Средней Азии. В результате формируется климат с суровой зимой и довольно жарким летом, что характеризует резко континентальный тип климата, особенно на юго-востоке.

Специфической особенностью климата района исследований является его неустойчивость в многолетнем цикле. Засушливые периоды сменяются годами с пониженными летними температурами и повышенным увлажнением.

Средняя сумма осадков – около 400 мм в год, причем они уменьшаются с северо-запада на юго-восток и сильно варьируются по годам. При этом в отдельные годы сумма осадков за период вегетации

не превышает 75 мм, что приводит к гибели несомкнувшихся лесных культур и резко повышает потенциальную пожарную опасность.

В основу исследований был заложен метод пробных площадей (ПП), которые закладывались в соответствии с требованиями нормативных документов и апробированных методик [8]. В процессе исследований определялась приживаемость (сохранность) лесных культур как выраженное в процентах отношение количества сохранившихся жизнеспособных экземпляров к общему количеству высаженных сеянцев. Под приживаемостью понимаются данные, полученные в пер-

вый год после создания лесных культур. Если работы по учету проводились спустя больше одного года после создания лесных культур, то показатель обозначался термином сохранность.

Причины гибели сеянцев устанавливались на основе визуального осмотра, а также выкопки на каждой ПП по 10 погибших экземпляров и 3 жизнеспособных с целью сравнения оценки развития корневой системы.

Результаты и их обсуждение. Приведенные исследования показали существенное варьирование приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС (табл. 1).

Таблица 1 – Приживаемость лесных культур сосны обыкновенной, созданных сеянцами с ЗКС

№ ПП	Тип леса*	Тип лесорастительных условий	Сезон и год подготовки почвы	Характеристика лесных культур			
				посадочный материал	междурядья, м	шаг посадки, м	приживаемость, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Скр.тр.	С ₃	осень, 2024	1-летки	2,0	1,4	20,28
2	Стр.	В ₃	осень, 2024	1-летки	3,0	1,6	46,00
1	2	3	4	5	6	7	8
3	Стр.	В ₃	осень, 2024	2-летки	3,75	1,24	83,70
4	Стр.	В ₃	осень, 2024	1-летки	3,0	1,4	53,65
5	Стр.	В ₃	весна, 2025	1-летки	2,5	1,4	58,80
6	Сяг.	А ₂	осень, 2024	1-летки	4,0	1,2	72,48
7	Сяг.	А ₂	весна, 2025	1-летки	3,57	1,4	85,00
8	Сяг.	А ₂	весна, 2025	1-летки	2,86	1,36	88,00
9	Сяг.	А ₂	весна, 2025	1-летки	2,50	1,60	80,40

*С_{кртр} – сосняк крупнотравный, Стр. – сосняк травяной, Сяг. – сосняк ягодниковый.

Материалы таблицы 1 свидетельствуют, что приживаемость варьируется от 22,28 до 88,7 %, в зависимости от разных факторов.

На приживаемость лесных культур существенное влияние оказывает тип леса или тип лесорастительных условий.

Если при подготовке почвы осенью 2024 г. и посадке однолетних сеянцев весной 2025 г. приживаемость лесных культур в условиях сосняка ягодникового составила 72,48 %, то в условиях сосняка травяного – 49,88 %, а в условиях сосняка крупнотравного – только 20,28 %. Указанное объясняется различием в конкуренции живого напочвенного покрова, которая возрастает от сосняка ягоднико-

вого к сосняку крупнотравному. Поскольку посадка лесных культур на всех пробных площадях производилась весной 2025 г. в дно плужных борозд, проложенных плугом ПКЛ-70, можно сделать вывод о том, что указанный плуг не обеспечивает достаточный уровень приживаемости лесных культур, создаваемых однолетними сеянцами с ЗКС в условиях типов леса сосняк крупнотравный и сосняк травяной. Для снижения заглушения высаженных сеянцев травянистой растительностью нужно расширить минерализованную полосу, что можно обеспечить использованием при подготовке почвы под лесные культуры плуга ПЛП-135. При этом плуг ПКЛ-70 может применяться в условиях

сосняка ягодникового, где почвы более сухие и менее потенциально плодородны по сравнению с типами леса сосняк крупнотравный и сосняк травяной, что объясняет меньшую конкуренцию лесным культурам со стороны живого напочвенного покрова.

На приживаемость лесных культур оказывает влияние также сезон подготовки почвы. Так, при подготовке почвы весной непосредственно перед посадкой лесных культур в условиях сосняка ягодникового приживаемость лесных культур составила 84,47 %, а при подготовке почвы осенью – только 72,48 %. Аналогичная закономерность наблюдается и в условиях сосняка травяного, где при подготовке почвы осенью приживаемость лесных культур составила 49,88 %, а непосредственно перед посадкой весной – 58,80 %. Указанное объясняется тем, что весной перевернутая плугом дернина засыхает и служит препятствием для прорастания под ней злаковой растительности. При осенней подготовке почвы указанный процесс не наблюдается, поскольку при таянии зимних осадков дернина разрушается и препятствием для роста травы под ней не служит.

На показатели приживаемости оказывает влияние и возраст посадочного материала. Так, при осенней подготовке почвы и посадке весной сеянцев с ЗКС двухлетнего возраста приживаемость составила 83,70 %, в то время как в том же типе леса при аналогичных способах подготов-

ки почвы приживаемость лесных культур составила 49,88 %. Однако вывод о преимуществах использования двухлетнего посадочного материала с ЗКС требует дополнительной проверки по причине того, что вывод сделан по данным одной пробной площади.

Помимо типа леса и сезона подготовки почвы важное значение имеет посадочный механизм. Так, на ПП-2 и ПП-9 посадка сеянцев с ЗКС производилась вручную под меч Колесова, а на других ПП – под посадочный «шип» или посадочную трубу. В результате на данных ПП зафиксирована минимальная приживаемость в конкретных типах леса.

В целом, можно констатировать, что только на 2 ПП создание лесных культур сеянцами с ЗКС обеспечило приживаемость, не требующую дополнения. При густоте посадки в соответствии с действующим нормативным документом 2,0 тыс. шт./га и приживаемости от 20,28 до 88,0 % уже к осени после весенней посадки текущего года густота лесных культур варьируется от 0,4 до 1,8 тыс. шт./га. При этом для перевода лесных культур в покрытые лесом земли требуется 2,5 тыс. шт./га подраста сосны высотой 1,2 м в возрасте 8 лет. Указанные показатели при отсутствии естественного лесовозобновления не будут достигнуты даже при проведении дополнений.

Важно также проанализировать сохранность лесных культур (табл. 2).

Таблица 2 – Сохранность лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС спустя 3 года после посадки

№ ПП	Схема посадки		Год посадки	Год дополнения	Сохранность спустя 3 года после посадки, %
	ширина междурядья, м	шаг посадки, м			
10	2,08	1,5	2022	2023	23,93
11	2,08	0,8	2022	2023	41,11
12	3,00	1,66	2022	2023	36,82

Из материалов таблицы 2 следует, что спустя три года после весенней посадки сеянцев с ЗКС и дополнения весной следующего года сохранность лесных куль-

тур сосны обыкновенной варьировала от 23,93 до 41,11 %, то есть при густоте посадки, рекомендуемой нормативным документом 2,0 тыс. шт./га, спустя 3 года

жизнеспособных экземпляров насчитывалось от 0,48 до 0,82 тыс. шт./га. Основной

причиной отпада является повреждение сеянцев косулей сибирской (рис. 1 и 2).



Рисунок 1. Сеянец, поврежденный косулей сибирской, но сохранивший жизнеспособность



Рисунок 2. Внешний вид лесных культур, поврежденных косулей сибирской

Особо следует отметить, что если при обследовании лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС на Алтае, было пересыхание корней из-за их размещения в торфяном субстрате в первые годы после посадки [15], то в Курганской области данный факт при использовании посадочно-

го «шипа» или посадочной трубы не зафиксирован. Корневые системы развиваются, и причиной гибели сеянцев или формирования нескольких побегов является скучивание почки на центральном побеге косулей (рис. 3).



Рисунок 3. Развитие корневой системы сеянца с ЗКС

Полученные нами в ходе исследований данные о сохранности и приживаемости лесных культур в целом соответствую-

ют данным, предоставленным ГКУ «Курганское управление лесами» по Курганской области (табл. 3).

Таблица 3 – Средние значения приживаемости и сохранности лесных культур, созданных сеянцами с открытой (ОКС) и закрытой (ЗКС) корневыми системами

Посадочный материал/ сезон посадки	Приживаемость, %	Сохранность через 3 года после посадки, %
ЗКС всего:	66,69	45,93
в том числе: весна	67,04	45,93
осень	64,80	Нет данных
ОКС всего:	62,45	61,12
в том числе: весна	64,81	61,12
осень	56,02	Нет данных

Материалы таблицы 3 свидетельствуют, что приживаемость сеянцев с ЗКС выше таковой у сеянцев с ОКС. Однако густота посадки сеянцев с ЗКС составляет, в среднем, 2,0 тыс. шт./га, а сеянцев с ОКС – 4,5 тыс. шт./га. Следовательно, уже в первый год после посадки густота лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, в среднем, по области составляет 1,3 тыс. шт./га при аналогичном показателе в культурах, созданных с ОКС – 2,8 тыс. шт./га.

Особо следует отметить, что спустя 3 года после создания лесных культур сеянцами с ЗКС густота снижается до 0,92 тыс. шт./га при 2,75 в лесных культурах, созданных сеянцами с ОКС. Указанное подтверждает сделанный нами ранее вывод о том, что густота посадки сеянцев с ЗКС 2,0 тыс. шт./га не обеспечивает в будущем формирование высокопроизводительных сосновых насаждений.

Выводы: 1. Лесные культуры, созданные сеянцами с ЗКС в условиях Курганской области (Западно-Сибирский подтаежно-лесостепной район), характеризуются низкими показателями приживаемости и сохранности.

2. Приживаемость сеянцев с ЗКС зависит от типа леса, сезона подготовки почвы и оборудования, используемого для посадки сеянцев.

3. Прослеживается минимальная приживаемость в сосняке крупнотравном и низкая в сосняке травяном, что объясняется заглушением сеянцев травянистой растительностью. В указанных типах леса

при подготовке почвы необходимо использовать плуг ПЛП-135, а в типе леса сосняк ягодниковый возможно применение плуга ПКП-70.

4. Подготовку почвы лучше проводить весной непосредственно перед посадкой сеянцев.

5. Снижение сохранности лесных культур объясняется объединением сеянцев косулей сибирской.

6. Густота посадки сеянцев с ЗКС 2 тыс. шт./га не обеспечивает формирование высокопроизводительных насаждений в будущем даже при условии неоднократного дополнения.

7. При создании лесных культур с ЗКС с густотой посадки 2,0 тыс. шт./га создаются благоприятные условия для поражения их подкорным клопом и повышается потенциальная пожарная опасность.

8. В условиях Западно-Сибирского подтаежно-лесостепного лесного района следует отказаться от создания лесных культур сеянцами с ЗКС и отдать предпочтение созданию лесных культур сеянцами с ОКС с густотой посадки 4,5 тыс. шт./га.

9. Учитывая значительный ущерб, наносимый лесным культурам косулей сибирской, целесообразно рассмотреть вопрос о регулировании ее численности.

10. Учитывая слабое развитие стержневого корня у сеянцев с ЗКС необходимо продолжить исследования в направлении устойчивости создаваемых лесных культур при недостатке осадков и низком уровне грунтовых вод.

Список источников

1. Дебков Н.М. Опыт создания лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой // Известия вузов. Лесной журнал, 2021. № 5. С. 192–200. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-192-200. EDN: VGOUXR.
2. Приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной высаженной с закрытой корневой системой в условиях лесостепной зоны европейской части Российской Федерации / О.В. Трегубов, А.П. Локтинов, Ю.А. Мазин и др. // Астраханский вестник экологического образования. 2023. № 3 (75). С. 152–161. DOI: 10.36698/2304-5957-2023-3-152-161. EDN: OACQZL.
3. Создание лесных культур сосны сеянцами с закрытой и открытой корневой системой в правобережье Нижегородского Поволжья / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, Н.А. Метелкин, И.А. Шайфлер // Хвойные бореальной зоны. 2025. Т. XLIII. № 6. С. 21–31. DOI: 10.64430/1993-0135-2025-6-21-31.
4. Жигулин Е.В. Совершенствование агротехники выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в теплицах с регулируемым микроклиматом: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2022. 19 с. EDN: DHGGYG.
5. Российский и мировой опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой / Е.В. Авдеева, Н.Л. Ровных, Д.В. Иванов [и др.], // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XL. № 4. С. 250–258. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-6-250-258. EDN: UYSOBV.
6. Результаты использования сеянцев с закрытой корневой системой при искусственном лесовосстановлении в условиях Байкальского горного лесного района / А.Н. Гладинов, Е.В. Коновалова, Э.Б. Олзоева, С.Ч. Содбоева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2023. № 4(73). С. 97–105. DOI: 10.34655/bgsha.2023.73.4.012. EDN: PFOCUM.
7. Опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в Алтайском крае / Е.М. Ананьев, С.В. Залесов, Н.А. Луганский и др. // Аграрный вестник Урала, 2017. № 8 (163). С. 1–9. EDN: ZHJJAJ.
8. Effect of Plsnting Position, Seedling Size, and Organic Nitrogen Fertilization on the Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Seedlings / B. Häggström, J. Hajek, A. Nordin, J. Öhlund // Forests, 2024. Vol. 15, No 4, art. No 703. DOI: 10.3390/fl5040703.
9. Оплетаев А.С., Залесов С.В., Жигулин Е.В. Состояние лесных питомников на территории Свердловской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 3 (93). Ч. 1. С. 77–84. DOI: 10.23670/IRJ.2020.93.3.011. EDN: XBIJOM.
10. Развитие лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой в разных условиях Республики Татарстан / В.В. Сахнов, А.П. Прокопьев, И.Р. Галиуллин, С.Г. Глушко // Лесной вестник. 2023. № 2. С. 38–48. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-38-48. EDN: UELASX.
11. Рост сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой на экспериментальных субстратах / Д.А. Коновалова, Н.П. Братилова, А.В. Мантулина, А.А. Коротков // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 5. С. 55–67. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-55-67. EDN: HEAIWT.
12. Выращивание лесных культур сосны с закрытой корневой системой в условиях степи на юге Западной Сибири / А.А. Маленко, А.С. Чикарев, С.И. Завалишин и др. // Лесохозяйственная информация. 2023.3. С. 103–116. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.08. EDN: SXRAQR.
13. Гоф А.А. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной сеянцами с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2020. 20 с.
14. Fertilization Reduces Root Architecture Plasticity in *Ulmus pumila* Used for Afforesting Mongolian Semi-Arid Steppe / A. Montagnoli, B. Lasserre, M. Terzaghi et al. // Frontiers in Plant Science, 2022, Vol. 13, no. 878299. DOI: 10.3389/fpls.2022.878299. EDN: UFVEJE.
15. Гоф А.А., Жигулин Е.В., Залесов С.В. Причины низкой приживаемости сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая // Успехи современного естествознания. 2019. № 12. С. 9–13. EDN: XDILUZ.

References

1. Debkov N.M. The experience of creating forest crops with planting material with a closed root system. *Russian Forestry Journal*. 2021;5:192-200 (In Russ.). DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-192-200.
2. Tregubov O.V., Loktinov A.P., Mazin Yu.A. et al. Survival and preservation of forest crops of Scots pine planted with a closed root system in the conditions of the forest-steppe zone of the European part of the Russian Federation. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2023;3(75):152-161 (In Russ.). DOI: 10.36698/2304-5957-2023-3-152-161.
3. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Metelkin N.A., Scheifler I.A. Creation of pine forest crops by seedlings with closed and open root systems. *Conifers of the boreal area*. 2025; Vol.XLIII.No6:21-31 (In Russ.). DOI: 10.64430/1993-0135-2025-6-21-31.
4. Zhigulin E.V. Improvement of agricultural techniques for growing seed with a closed root system in greenhouses

with a regulated microclimate. Candidate's dissertation abstract. Yekaterinburg, 2022. 19 p. (In Russ.).

5. Avdeeva E.V., Rovnykh N.L., Ivanov D.V. [et al.] Russian and world experience in growing planting material with a closed root system. *Conifers of the boreal area*. 2022; Vol. XL. No 4: 250-258 (In Russ.).

6. Gladinov A.N., Konovalova E.V., Olzoeva E.B., Sodboeva S.C. Results of the use of closed root seedlings of scots pine during artificial reforestation under the condition of Baikal mountain forest region. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov*. 2023; 4(73):97-105 (In Russ.). DOI: 10.34655/bgsha.2023.73.4.012.

7. Ananyev E.M., Zalesov S.V., Lugansky N.A. et al. The experience of growing planting stock with a root-balled tree system on the Altai Territory. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017; 8(163):4-10 (In Russ.).

8. Häggström B., Hajek J., Nordin A., Öhlund J. Effect of Planting Position, Seedling Size, and Organic Nitrogen Fertilization on the Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Seedlings. *Forests*. 2024; Vol. 15, No 4: Art. no 703. DOI: 10.3390/f15040703.

9. Opletaev A.S., Zalesov S.V., Zhigulin E.V. The state of forest reserves in the Sverdlovsk region. *International Scientific Research Journal*. 2020; 3(93). Part 1: 77-84. DOI: 10.23670/IRJ.2020.93.3.011.

10. Sakhnov V.V., Prokopyev A.P., Galiullin I.R., Glushko S.G. Development of forest crops of Scots pine, created using natural materials with closed and open root systems in different conditions of the Republic of Tatarstan. *Lesnoy vestnik. Forestry Bulletin*. 2023; 2:38-48 (In Russ.). DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-38-48.

11. Konovalova D.A., Bratislava N.P., Mantulina A.V., Korotkov A.A. Growth of Siberian cedar pine seedlings with a closed root system on experimental substrates *Lesnoy vestnik. Forestry Bulletin*. 2024; Vol. 28. No 5: 55-67 (In Russ.) DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-55-67. EDN: HEAIWT.

12. Malenko A.A., Chikarev A.S., Zavalishin S.I. et al. Cultivation of pine forest crops with a closed root system in the steppe conditions in the south of Western Siberia. *Forestry information*. 2023; 3:103-116 (In Russ.). DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.08.

13. Goff A.A. The effectiveness of creating forest crops of pine common to seedlings with a closed root system in the ribbon forests of Altai. Candidate's dissertation abstract. Yekaterinburg, 2020. 20 p. (In Russ.).

14. Montagnoli A., Lasserre B., Terzaghi M. et al. Fertilization Reduces Root Architecture Plasticity in *Ulmus pumila* Used for Afforesting Mongolian Semi – Arid Steppe. *Frontiers in Plant Science*. 2022; Vol. 13, No. 878299. DOI: 10.3389/fpls.2022.878299.

15. Goff A.A., Zhigulin E.V., Zalesov S.V. The reasons for the low survival rate of seedlings of Scots pine with a closed root system in the ribbon forests of Altai. *Successes of modern natural science*. 2019; 12:9-13 (In Russ.).

Информация об авторах

Леонид Александрович Белов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, belovla@m.usfeu.ru;

Антон Сергеевич Оплетаев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, opletaevas@m.usfeu.ru;

Альфия Гаптрауфовна Магасумова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, magasumovaag@m.usfeu.ru;

Игорь Сергеевич Кочегаров – аспирант кафедры лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, garik_0188@mail.ru;

Сергей Вениаминович Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, zalesovsv@m.usfeu.ru.

Information about the authors

Leonid A. Belov – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Forestry, Ural State Forest Engineering University, belovla@m.usfeu.ru;

Anton S. Opletaev – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Forestry, Ural State Forest Engineering University, opletaevas@m.usfeu.ru;

Alfia G. Magasumova – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Forestry, Ural State Forest Engineering University, magasumovaag@m.usfeu.ru;

Igor S. Kochegarov – Postgraduate student, Chair of Forestry, Ural State Forest Engineering University, garik_0188@mail.ru;

Sergey V. Zalesov – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Forestry, Ural State Forest Engineering University, zalesovsv@m.usfeu.ru.

Статья поступила в редакцию 02.03.2026; одобрена после рецензирования 30.03.2026; принята к публикации 14.04.2026.

The article was submitted 02.03.2026; approved after reviewing 30.03.2026; accepted for publication 14.04.2026.