

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 1(78). С. 69–77.

Buryat Agrarian Journal. 2025;1(78):69–77.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО FORESTRY

Научная статья

УДК 630.223: 630.57: 630.468

doi: 10.34655/bgsha. 2025.78.1.009

### **Анализ состояния искусственных насаждений сосны кедровой сибирской при разных схемах посадки в условиях лесостепной зоны (на примере дендрария Сибирской лесной опытной станции (ЛОС) города Тюмени)**

**Анастасия Васильевна Данчева<sup>1</sup>, Сергей Вениаминович Залесов<sup>2</sup>, Дарья Васильевна Дмитриева<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup>Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Залесов Сергей Вениаминович, zalesov@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Приведены результаты исследования состояния 44-летних лесных культур сосны кедровой сибирской, произрастающих в лесостепной зоне Тюменской области, в условиях дендрария Сибирской лесной опытной станции (ЛОС) города Тюмень. Изучение состояния древостоя проведено на двух временных пробных площадях (ВПП), заложенных на участках с разной схемой размещения деревьев. Деревья на участке 1 (ВПП-1) высажены по схеме 4x4 метра, на участке 2 (ВПП-2) – со схемой посадки 2,5x1 метр. Установлено, что древостой кедрового на участке со схемой размещения деревьев 4x4 м является среднеполнотным, растущим по II классу бонитета, при схеме посадки 2,5x1 м – высокополнотный и характеризуется III классом бонитета. Наименьшими таксационными параметрами характеризуется древостой на участке 2 (ВПП-2) со схемой размещения 2,5x1 м. Значения средней высоты и диаметра на высоте 1,3 м на 20-35% меньше в сравнении с аналогичными показателями на участке 1 (ВПП-1) при схеме размещения 4x4 м. Полученные различия основных таксационных показателей статистически значимы. По показателям санитарного и жизненного состояния лесные культуры кедрового на участке 1 характеризуются как здоровые, на участке 2 – ослабленные. Сухостойные деревья в количестве 2% от общего числа деревьев зафиксированы только на ВПП-2. Количество здоровых по состоянию деревьев на участке со схемой посадки 4x4 м в 1,8-3 раза больше в сравнении с участком со схемой посадки 2,5x1 м. При этом, количество ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев, в среднем, в 1,5-4 раза меньше. По показателю относительной высоты (H/D) древостой на участке 1 (ВПП-1) характеризуется как биологически устойчивый. На участке 2 с более загущенным произрастанием деревьев кедрового, значение относительной высоты которых больше 100 (H/D>100), составляет, в среднем, 15% от общего количества деревьев на ВПП. По полученным данным можно рекомендовать сосну сибирскую кедровую для плантационного выращивания в защитных лесах в условиях лесостепной зоны Тюменской области со схемой посадки 4x4 метра.

**Ключевые слова:** сосна кедровая сибирская, таксационные показатели, жизненное состояние, лесные культуры.

**Analysis of the state of artificial tree plantations of Siberian stone pine  
in a forest-steppe zone at different landing patterns  
(by the example of arboretum of Siberian forest experiment station  
of the city of Tyumen)**

**Anastasia V. Dancheva<sup>1</sup>, Sergey V. Zalesov<sup>2</sup>, Daria V. Dmitrieva<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup>State Agrarian University of the Northern Urals, Tyumen, Russia,

<sup>2</sup>Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Zalesov Sergey Veniaminovich, zalesov@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article provides the results of the analysis of the state of 44-year-old Siberian stone pine forest growing in the forest-steppe zone under the arboretum conditions of the Siberian Forest Experimental Station of the city of Tyumen. The study of the state of pine stands on the two temporary sample plots (TSP) with different tree planting patterns was carried. The trees on TSP -1 were arranged according to the 4x4 meter pattern, on TSP-2 – with a 2.5x1 meter planting pattern. It was founded that the Siberian stone pine stand on TSP-1 was medium stocked, growing according to the II productivity class, in the case of the TSP-2 the stand was fully stocked and was characterized by the III productivity class. The TSP-2 stand was featured by the lowest taxation specifications. Indices of the average height and diameter at 1.3 m level were 20-35% less if compare with the same indices of the stand on TSP-1. The obtained differences of the main pine stands taxation indicators are statistically significant. According to the indicators of sanitary and vital state, Siberian stone pine forest crops on the site 1 were considered as healthy ones, on site 2 – as weakened. Dead standing trees amounted 2% of the their total number were located on TSP-2 only. The number of healthy trees on a plot with a 4x4 m planting pattern was 1.8-3 times higher compared to a plot with a 2.5 x 1m planting pattern. At the same time, the quantity of weakened, severely weakened and dying trees was on average 1.5-4 times less. According to a tree slenderness coefficient (H/D), the stand on TSP-1 is considered as biologically stable. On TSP-2, with more dense trees stand, with index of slender coefficient that was more than 100 (H/D>100), constituted on average, 15% of total number of trees on a TSP. Based on the data obtained, Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Mayr.) can be recommended for plantation growth in protective forests under the forest-steppe zone of the Tyumen region with a planting pattern of 4x4 meters.

**Keywords:** Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Mayr.), taxational indices, state of forest, forest plantations.

**Введение.** Исторически сложившаяся значимая роль лесных насаждений в сохранении биоразнообразия и его положительной динамике позволяет характеризовать леса как одну из ценных природных экосистем, регулирующих природно-экологическую среду территорий [1–3]. Однако, отмечаемое в последние десятилетия ускорение процессов обезлесения под влиянием непродуманного лесопользования, сочетающегося с изменениями климата в сторону повышения температуры воздуха и снижения количества осадков, а также учащения случаев штормовых ветров, приводит к деградации лесов, проявляющейся в снижении по-

крытой лесной растительностью площади, уменьшении продуктивности и устойчивости насаждений [4, 5].

Наибольший интерес с экологической точки зрения вызывают адаптационные возможности сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour) [6–10]. В условиях восточной части европейской России, на Урале и в Сибири кедровые насаждения выполняют важную экосистемную роль. Благодаря высоким адаптационным способностям (биологическим, почвенным, климатическим и т.д.), высокой декоративности и орехоплодности данная древесная порода является наиболее перспективной для интродукции в целях повыше-

ния как биоразнообразия лесных насаждений, так и их устойчивости и продуктивности. Для анализа успешности адаптации в конкретных природно-климатических условиях возникает необходимость изучения ее распространения вне современного ареала произрастания.

Успешными показателями адаптации создаваемых искусственных насаждений, в том числе из интродуцентов, и роста таковых в будущем, являются наличие семеношения, прорастания семян, прохождение всех стадий возобновления, а также хорошие показатели состояния древостоя в целом и деревьев в отдельности [11–15]. При этом, немаловажное значение имеет густота посадки лесных культур, значения которой могут влиять на показатели продуктивности, интенсивность роста и устойчивость древостоев.

В связи с вышеизложенным изучение современного состояния посадок сосны кедровой сибирской различной густоты в дендрарии Сибирской ЛОС стало основой для наших исследований.

**Цель исследований** – изучение влияния схемы посадки сосны сибирской кедровой на рост искусственных насаждений с разработкой предложений по оптимизации создания лесных культур данной породы в условиях лесостепной зоны Тюменской области.

**Объекты и методики исследований.** В качестве объектов исследований были использованы 44-летние искусственные насаждения сосны сибирской кедровой, созданные в дендрарии Сибирской лесной опытной станции. Данная станция расположена на территории города Тюмени и в соответствии с действующим лесорастительным районированием относится к Западно-Сибирскому подтаежно-лесостепному району.

Обследованные искусственные насаждения представляли два участка, на каждом из которых была заложена временная пробная площадь (ВПП), на кото-

рой были установлены основные таксационные показатели. Специфической особенностью насаждений, произрастающих на первом участке (ВПП–1), является факт посадки сосны сибирской кедровой по схеме 4 x 4 м. На втором участке (ВПП–2) схема посадки была другой – 2,5 x 1 м. Указанное различие позволяло надеяться на объективный выбор схемы посадки, поскольку насаждения на протяжении 44 лет не испытывали лесоводственных уходов.

На ВПП были проведены общепринятые в лесной таксации и лесоводстве измерения, необходимые для получения основных таксационных показателей в соответствии с ранее апробированными и доказавшими достаточную точность методическими рекомендациями [16]. При проведении перерасчетов, помимо измерения у каждого дерева диаметра на высоте 1,3 м, выполнялась оценка санитарного, а также жизненного состояния. Кроме того, в камеральных условиях устанавливалась относительная высота. Среднеарифметические значения отдельных показателей использовались для проведения однофакторного регрессионного анализа. Всего измерено 336 деревьев.

При оценке санитарного состояния устанавливалась категория санитарного состояния для каждого дерева с последующим расчетом средневзвешенной категории санитарного состояния древостоя согласно требованиям Правил санитарной безопасности в лесах<sup>1</sup>.

Дополнительно к оценке санитарного состояния для каждого дерева, а затем древостоя, устанавливалась группа жизненного состояния. В основу отнесения дерева к той или иной группе жизненного состояния положены показатели ассимиляционного аппарата, а также наличие различного рода пороков на стволах деревьев. В соответствии с методическими рекомендациями [19] при оценке от 80 до 100 % деревья относились к группе здо-

<sup>1</sup> Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах: Утв. Постановлением правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 г. № 2047.

ровые, от 50 до 79 % – ослабленные, от 20 до 49 % – сильно ослабленные или сильно поврежденные, а при 19 % и менее – к полностью разрушенным.

Относительная высота (Н/Д) рассчитывалась как частное от деления средней высоты дерева в сантиметрах к зна-

чению его диаметра на высоте 1,3 м также в сантиметрах. При этом деревья с показателем относительной высоты более 100 оценивались как ослабленные.

**Результаты исследований.** Основные таксационные показатели на ВПП–1 и ВПП–2 приведены в таблице 1.

**Таблица 1** – Основные таксационные показатели исследуемых искусственных насаждений сосны кедровой сибирской

Показатель	1 участок (ВПП-1)	2 участок (ВПП-2)
Состав древостоя	10К	10К
Возраст, лет	44	44
Класс возраста	II	II
Средний диаметр, см	20,0	12,9
Средняя высота, м	14,5	10,8
Абсолютная полнота, м <sup>2</sup> /га	18,2	23,4
Относительная полнота	0,5	0,8
Запас, м <sup>3</sup> /га	131	138
всего, в том числе: растущих деревьев	131	137
сухостоя	-	0,6
Класс бонитета	II	III
Густота, шт./га всего в том числе	578	1782
сухостоя, шт./га	-	36
Категория санитарного состояния	1,5	2,2
Показатель относительного жизненного состояния, %	79,1	60,9
Относительная высота	75,8	85,9

Объекты представлены молодняками II класса возраста, III класса бонитета на 2 участке со схемой 2,5x1 м и II класса бонитета – на 1 участке со схемой посадки 4x4 м. По приведенным в таблице 1 данным прослеживается четкая взаимосвязь таксационных показателей древостоев с густотой произрастания. Наименьшими значениями таксационных показателей характеризуется древостой на участке со схемой размещения 2,5x1 м (ВПП-2). Средние значения диаметра и высоты древостоя на данном участке, в среднем, на 35 и 25% меньше в сравнении с аналогичными значениями при схеме размещения 4x4 м. Немаловажную роль при этом играют значения относительной полноты древостоя. На участке ВПП-2 с размещением деревьев 2,5x1 м древостой относится к высокополнотным, на участ-

ке 1 при расположении деревьев по схеме 4x4 м – среднеполнотным.

Различия наблюдаются и в производительности древостоев. На участке со схемой размещения 2,5x1 м древостой характеризуется III классом бонитета, в то время как на втором участке при схеме размещения 4x4 м – II классом бонитета. На участке с более густым размещением деревьев отмечается наличие сухостояных деревьев, при этом на другом участке таковые деревья отсутствуют.

Различия отмечаются в общей характеристике жизненности древостоев. Насаждения на ВПП-1 и 2 отличаются по характеристикам устойчивости. Так, насаждение на ВПП-2 характеризуется как ослабленное по показателю жизненного и санитарного состояния, в то время как насаждение на ВПП-1 по указанным ра-

нее показателям оценивается как здоровое. Полагаем, что на снижение показателей жизненного и санитарного состояния на ВПП-2 оказывает влияние внутривидовая конкуренция. При более редкой посадке сосны сибирской кедровой на ППП-1 внутривидовая конкуренция между деревьями до 44-летнего возраста проявляется значительно слабее.

В то же время по показателю относи-

тельной высоты насаждения на заложенных ВПП характеризуются как устойчивые.

Приведенные выше данные снижения основных таксационных показателей и показателей состояния насаждений кедров сибирского на участках с повышенной густотой посадки достоверно подтверждаются дисперсионным анализом, результаты которого представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Результаты однофакторного дисперсионного анализа основных таксационных показателей

Основные показатели дисперсии		Значения
Средний диаметр	F-фактическое	144,3
	P-значение	5,9
Средняя высота	F-фактическое	138,4
	P-значение	4,1
Относительное жизненное состояние	F-фактическое	45,0
	P-значение	1,1
Санитарное состояние	F-фактическое	20,5
	P-значение	8,5
F-критическое		3,8

Текущее состояние кедров сибирского по значению рассчитанной категории санитарного состояния и относительному жизненному состоянию на участке со схемой посадки 4x4 м определяется как здоровое, на участке с посадкой 2,5x1 м – как ослабленное.

Полученные статистически достоверные отличия в средних значениях показателей состояния древостоя кедров сибирского на различных по схеме посадки (густоте произрастания) участках наглядно прослеживаются по данным, приведенным в таблице 3 и на рисунке 1.

**Таблица 3** – Распределение количества деревьев и их средние диаметры по категориям санитарного состояния на пробных площадях, %/см

№ пробной площади	Категория санитарного состояния				
	здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухостой
ВПП-1	<u>65,4</u>	<u>19,2</u>	<u>10,3</u>	<u>5,1</u>	-
	22,1	16,7	10,6	9,5	
ВПП-2	<u>35,7</u>	<u>29,6</u>	<u>17,9</u>	<u>14,8</u>	<u>2,0</u>
	16,3	11,8	9,5	8,6	7,0

Примечание: в числителе – количество деревьев, %; в знаменателе – средний диаметр, см

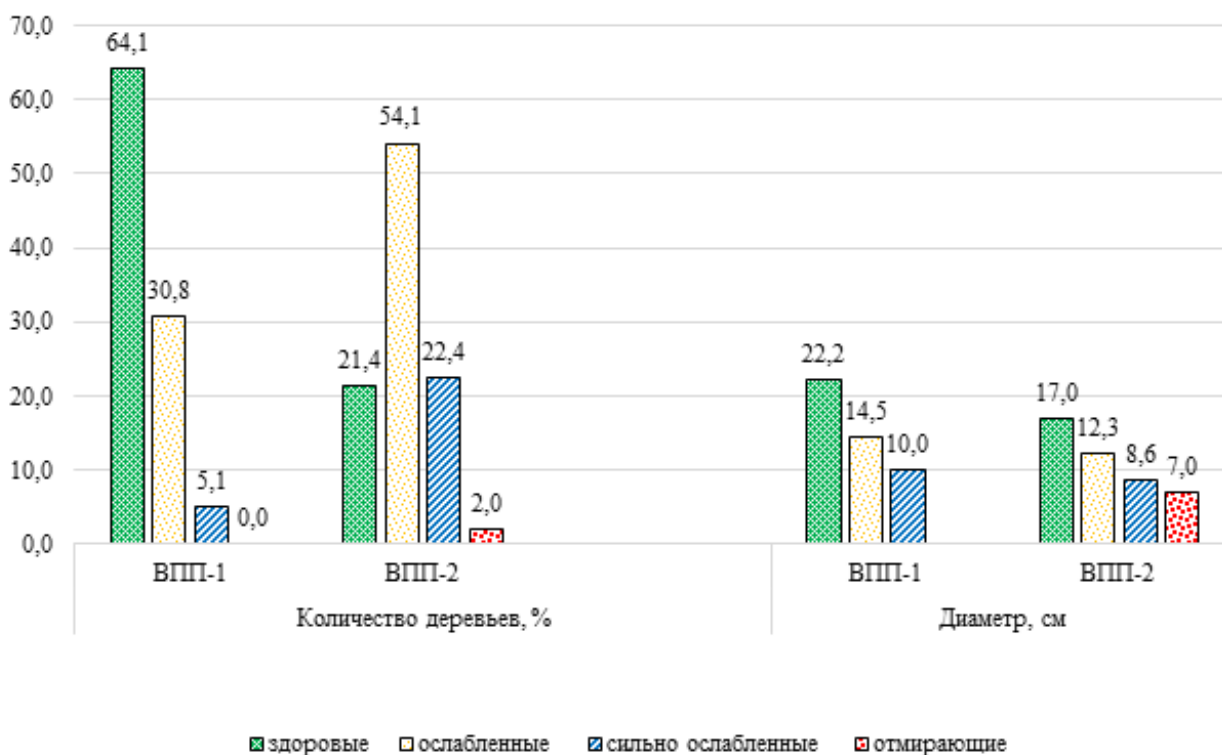


Рисунок 1. Распределение деревьев по категориям жизненного состояния и их средние диаметры

Установлено, что при схеме посадки 4x4 м количество здоровых деревьев по показателям санитарного и жизненного состояния в 1,8 и 3 раза больше, чем в таком же возрасте при схеме посадки 2,5x1 м, соответственно, а количество деревьев других категорий, напротив, в 1,5–4 раза меньше. Сухостойные деревья присутствуют только на участке со схемой посадки 2,5x1 м.

По данным таблицы 3 и рисунка 1 здоровые по состоянию деревья характеризуются наибольшими диаметрами. Во всех других категориях состояния по мере его ухудшения – от ослабленного до отмирающих и сухостойных деревьев – среднее значение их диаметров уменьшается. При этом, на участке со схемой посадки 2,5x1 во всех категориях состояния средние значения диаметров деревьев меньше в сравнении с аналогичными на участке со схемой посадки 4x4 м.

Данные о взаимосвязи между состоянием деревьев сосны сибирской кедровой и их диаметрами на высоте 1,3 м на ВПП-1 и ВПП-2 подтверждаются материалами анализа данных об относительной высоте, приведенными в таблице 4. На

участке с более редким расположением деревьев по площади (со схемой посадки 4x4 м) отсутствуют деревья с относительной высотой более 100, характеризующиеся ослабленным состоянием. Это указывает на устойчивость древостоя на текущее время. На участке с более загущенным произрастанием деревьев картина резко меняется. Здесь 15 % от общего количества деревьев характеризуется значениями показателя относительной высоты более 100, то есть относится к неустойчивым. При этом факт угнетения отстающих в росте деревьев подтверждается тем, что крупные деревья даже при схеме посадки 2,5x1 м имеют значения Н/Д менее 100, в то время как у тонкомерных деревьев Н/Д превышает 100. Другими словами, значения показателей санитарного и жизненного состояния, а также относительной высоты, свидетельствуют об ослабленности дерева в 44-летнем возрасте при схеме посадки 2,5x1 м.

Таким образом, в условиях лесостепной зоны Тюменской области наиболее успешными по показателям продуктивности и устойчивости насаждения в возраст-

те 44 лет вариантом выращивания являются лесные культуры кедров сибирского

со схемой посадки 4х4 метра.

**Таблица 4** – Взаимосвязь показателя относительной высоты с диаметром деревьев и показателем относительного жизненного состояния

№ ПП	H/D>100				H/D<100			
	Количество деревьев, %	Диаметр, см	Категория санитарного состояния	ОЖС, %	Количество деревьев, %	Диаметр, см	Категория санитарного состояния	ОЖС, %
ВПП-1	-	-	-	-	100,0	20,0	1,5	79,1
ВПП-2	15,3	7,7	3,8	30,3	84,7	13,2	1,8	66,4

**Выводы:** 1. В 44-летнем возрасте искусственные насаждения сосны сибирской кедровой в условиях Западно-Сибирского подтаежного лесостепного района Тюменской области, созданные по схеме посадки 4х4 м характеризуются как среднеполнотные II класса бонитета, а по схеме посадки 2,5 х 1 м – как высокополнотные III класса бонитета.

2. Лучшими таксационными показателями характеризуются насаждения, созданные по схеме 4х4 м. При данной схеме посадки средние показатели высоты и диаметра древостоев на 35 и 25 % превышают аналогичные величины в том же возрасте при схеме посадки 2,5х1 м.

3. В более редких древостоях (схема посадки 4х4 м) количество здоровых деревьев в 44-летнем возрасте в 2 раза

больше, а сильно ослабленных в 7 раз меньше, чем в загущенных, созданных по схеме 2,5х1 м.

4. При схеме посадки 2,5х1 м уже в 44-летнем возрасте искусственных насаждениях сосны сибирской кедровой наблюдается интенсивная внутривидовая борьба и как следствие этого – усыхание отдельных деревьев.

5. В условиях лесостепной зоны Тюменской области наиболее успешными по показателям продуктивности и устойчивости насаждения в возрасте 44 лет являются насаждения сосны сибирской, создаваемые по схеме посадки 4х4 метра.

Указанную схему посадки можно рекомендовать при плантационном выращивании сосны сибирской кедровой.

#### Список источников

1. Оценка состояния и продуктивности высокополнотных сосновых насаждений подтаежно-лесостепного района Средней Сибири / А.А. Вайс, П.В. Михайлов, А.И. Мельник и др. // Лесотехнический журнал. 2022. Т. 12. № 3 (47). С. 26–41. EDN: QPCRYN. doi: 10.34220/issn.2222-7962/2022.3/3
2. Лебедев А.В., Кузмичев В.В. Таксационные показатели сосновых древостоев по данным долговременных наблюдений // Сибирский лесной журнал. 2023. № 2. С. 3-16. EDN: MFYIFM. doi: 10.15372/SJFS20230201.
3. Кошкарлов А.Д., Кошкарлова В.Л., Назимова Д.И. Многовековые климатические тренды трансформации кедровников в разных лесорастительных зонах гор Западного Саяна // Сибирский лесной журнал. 2021. № 2. С. 3-16. EDN: АНPWRR. doi: 10.15372/SJFS20210201.
4. Деградация и демутиация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С.В. Залесов, Н.А. Кряжевских, Н.Я. Крупинин [и др.]; 2002. 436 с. EDN: VNSLBZ.
5. Состояние усыхающих кедровников гор юга Сибири / А.С. Шишкин, Р.Т. Мурзакматов, С.М. Лощев, В.Б. Тимошкин // Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft. 2022. № 26. S. 11-19. EDN: KFJOKV. doi: 10.24412/2701-8369-2022-26-11-19.

6. Гончарова О.А., Зотова О.Е. Сосна кедровая сибирская в урбанизированной среде Арктической зоны // Сибирский лесной журнал. 2023. № 2. С. 40-46. EDN: HBHMVO. doi: 10.15372/SJFS20230205.
7. Приживаемость культур сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) в условиях Ханты-Мансийского автономного округа - Югры / А.Е. Осипенко, Л.А. Белов, К.А. Башегуров, С.В. Залесов // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2023. Т. 27. № 5. С. 92-99. EDN: EFXGBN. doi: 10.18698/2542-1468-2023-5-92-99.
8. Интродукция кедра и лиственницы в условиях Кольского Заполярья / Л.Г. Исаева, В.В. Ершов, Г.П. Урбанавичюс, Е.А. Боровичев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2023. № 4 (394). С. 41-57. EDN: COSBOG. doi: 10.37482/0536-1036-2023-4-41-57.
9. Хамитов Р.С., Андропова М.М., Антонов А.М. Изменчивость сосны кедровой сибирской по урожайности шишек в условиях интродукции // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 3 (363). С. 84-91. EDN: XPBJYT. doi: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.84.
10. Особенности роста сосновых культур разной густоты в условиях южной тайги Сибири / Л.С. Пшеничникова, А.А. Онучин, Р.С. Собачкин, А.Е. Петренко // Сибирский лесной журнал. 2022. № 3. С. 24-33. EDN: UUSWJJ. doi: 10.15372/SJFS20220303.
11. Арборетум лесного питомника «Ак кайын» РГП «Жасыл Аймак» / Ж.О. Суюндиков, А.В. Данчева, С.В. Залесов [и др.]. Екатеринбург, 2017. 92 с. EDN: ZFEPZZ.
12. Показатели культур кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в Таштыпском лесничестве Республики Хакасия / З.В. Ерохина, Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, Н.В. Мурашко // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. 41. № 2. С. 139-144. EDN: QMTZFK. doi: 10.53374/1993-0135-2023-2-139-144.
13. Изменчивость показателей 17-летних модельных деревьев сосны кедровой сибирской / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, Ю.Е. Щерба [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. 41. № 2. С. 145-151. EDN: HYZWPN. doi: 10.53374/1993-0135-2023-2-145-151.
14. Некоторые аспекты последствий осветлений в кедровых культурах / Н.М. Дебков, Т.Ю. Карташова, Е.С. Залесова [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2018. № 3 (66). С. 21-28. EDN: YWWNGX.
15. Пахучий В.В., Пахучая Л.М. Рост и возобновление сосны кедровой сибирской на объектах гидромелиорации в Северном Предуралье Республики Коми // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. № 239. С. 22-36. EDN: BLSXLJ. doi: 10.21266/2079-4304.2022.239.22-36.
16. Данчева А. В., Залесов С.В., Попов А.С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2023. 146 с.

## References

1. Vais A.A., Mikhailov P.V., Melnik A.I. et al. Assessment of the condition and productivity of high pine plantations in the subtaiga forest-steppe region of Central Siberia. *Forestry engineering journal*. 2022; Vol.12.3(47):26-41 (In Russ.). doi: 10.34220/issn.2222-7962/2022.3/3
2. Lebedev A.V., Kuzmichev V.V. Forest survey parameters of pine tree stands according to long-term observation data. *Siberian Journal of Forest Science*. 2023;2:3-16 (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20230201.
3. Koshkarov A.D., Koshkarova V.L., Nazimova D.I. Centuries-old climatic trends of transformation of the Siberian stone pine forests in different forest vegetation zones of the Western Sayan Mountains. *Siberian Journal of Forest Science*. 2021;2:3-16 (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20210201.
4. Zalesov S.V., Kryazhevskikh N.A., Krupinin N.Ya. et al. Degradation and demutation of forest ecosystems in conditions of oil and gas production. Yekaterinburg. UGLU, 2002. 436 p. (In Russ.)
5. Shishikin A.S., Murzakmatov R.T., Loschev S.M., Timoshkin V.B. State of drying out cedar forests in the mountains of Southern Siberia. *Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft*. 2022;26:11-19. doi: 10.24412/2701-8369-2022-26-11-19.
6. Goncharova O.A., Zotova O.E. Siberian cedar pine in the urbanized environment of the Arctic zone. *Siberian Forest Journal*. 2023;2:40-46. doi: 10.15372/SJFS20230205.
7. Osipenko A.E., Belov L.A., Bashegurov K.A. et al. The survival rate of Siberian cedar pine (*Pinus sibirica* Du Tour.) in the conditions of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. *Forestry Bulletin*. 2023; 27(5):92-99. doi: 10.18698/2542-1468-2023-5-92-99.
8. Isaeva L.G., Ershov V.V., Urbanavichus G.P., Borovichev E.A. Introduced Species of Cedar and Larch in the Climate Conditions of the Kola Arctic Region. *Lesnoj Zhurnal. Forestry Journal*. 2023;4:41-57 (In Russ.). doi:10.37482/0536-1036-2023-4-41-57.
9. Khamitov R.S., Andronova M.A., Antonov A.M. Variability of Siberian Stone Pine Cone Production under Conditions of Introduction. *Lesnoj zhurnal. Forestry journal*. 2018;3:84-91. doi: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.84.
10. Pshenichnikova L.S., Onuchin A.A., Sobachkin R.S., Petренко A.E. The growth specifics of pine crops of various density in the Siberian southern taiga. *Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.)*. 2022;3:24-33. doi: 10.15372/SJFS20220303.
11. Suyundikov J.O., Dancheva A.V., Zalesov S.V. et al. Arboretum of the Ak Kayyn forest nursery RSE “Zhasyl Aymak”. Yekaterinburg: Ural State Forestry Engineering. Univ. 2017. 92 p. EDN: ZFEPZZ.



12. Erokhina Z.V., Matveeva R.N., Butorova O.F., Murashko N.V. Indicators of Siberian cedar crops (*Pinus sibirica* Du Tour) in the Tashtypsky forestry of the Republic of Khakasia. *Coniferous boreal zones*. 2023;41(2):139-144. doi: 10.53374/1993-0135-2023-2-139-144.

13. Matveeva R.N., Butorova O.F., Shcherba Yu.E. et al. Variability of indicators of 17-year-old model trees of Siberian cedar pine. *Coniferous boreal zones*. 2023;41(2):145-151. doi: 10.53374/1993-0135-2023-2-145-151.

14. Debkov N.M., Kartashova T.Y., Zalesova E.S. et al. Some aspects of the effects of lightening in cedar crops. *Forests of Russia and agriculture in them*. 2018;3(66):21-28. EDN: YWWNGX.

15. Pakhuchiy V.V., Pakhuchaya L.M. Growth and regeneration of Siberian stone pine at the objects of forest drainage in the Northern pre-Urals of the Komi Republic. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*. 2022;239:22–36. doi: 10.21266/2079-4304.2022.239.22-36.

16. Dancheva A.V., Zalesov S.V., Popov A.S. Forest ecological monitoring. Yekaterinburg: Ural State Forestry Engineering. Univ. 2023. 146 p. EDN: TSYQQQ.

#### Информация об авторах

**Анастасия Васильевна Данчева** – доктор сельскохозяйственных наук, кафедра лесного хозяйства, деревообработки и прикладной механики, A.dancheva@mail.ru;

**Сергей Вениаминович Залесов** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства; Zalesovsv@m.usfeu.ru;

**Дарья Васильевна Дмитриева**, магистрант 1 курса обучения, dmitrieva.dv@edu.gausz.ru.

#### Information about the authors

**Anastasia V. Dancheva** – Doctor of Science (Agriculture), Chair of Forestry, Woodworking and Applied Mechanics, a.dancheva@mail.ru;

**Sergey V. Zalesov** – Doctor of Science (Agriculture), Professor; Chair of Forestry, Zalesovsv@m.usfeu.ru;

**Daria V. Dmitrieva** – first-year master student, dmitrieva.dv@edu.gausz.ru.

Статья поступила в редакцию 18.11.2024; одобрена после рецензирования 11.12.2024; принята к публикации 24.12.2024.

The article was submitted 18.11.2024; approved after reviewing 11.12.2024; accepted for publication 24.12.2024.