



ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6> EDN: ITBVUC

СТРОЕНИЕ ПО ДИАМЕТРУ ДРЕВОСТОЕВ, ПОВРЕЖДЁННЫХ УССУРИЙСКИМ ПОЛИГРАФОМ, В
ПОДТАЁЖНО-ЛЕСОСТЕПНОМ РАЙОНЕ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Научная статья

Вайс А.А.¹, Соклаков Н.А.^{2,*}, Данилюк Д.Я.³, Андропова А.А.⁴

¹ ORCID : 0000-0003-4965-3670;

² ORCID : 0009-0005-9785-2107;

³ ORCID : 0009-0000-4552-2118;

⁴ ORCID : 0000-0001-7079-0819;

^{1,2,3,4} Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (soclacov[at]mail.ru)

Аннотация

Цель исследования — оценка рядов распределения по диаметру, структуры и типа строения в насаждениях повреждённых уссурийским полиграфом. Строение древостоев является важной составляющей в изучении продуктивности и оценки состояния насаждений на различных этапах развития и внешнего воздействия. Применительно к темнохвойным насаждениям выделено 3 типа строения: после катастрофического воздействия, частичного нарушения, сбалансированный древостой. Процент повреждения древостоя устанавливался по соотношению сумм площадей поперечного сечения растущих и сухостойных деревьев, повреждённых полиграфом уссурийским. Структура насаждений носила разновозрастный характер. Многие насаждения, после воздействия полиграфа уссурийского (*P. proximus* Blandf.) приобрели вид очаговой редины, что в значительной степени изменило структуру насаждений. По форме древостой имели невыраженную вертикальную ярусность, что определялось как многообразием составляющих пород, так и размерными показателями деревьев по высоте. Анализ полигонов рядов распределения по диаметру показал, что I тип строения (здоровые древостой) сохраняется при повреждении полиграфом до 20%. II-ой тип строения (наблюдаются локальные максимумы в отдельных ступенях) выявлен в древостоях с повреждениями от 20 до 40%. III-ий тип катастрофического воздействия характерен для древостоев с повреждением выше 41%.

Ключевые слова: *P. proximus* Blandf., тип строения, структура, ряд распределения, темнохвойное насаждение.

DIAMETER STRUCTURE OF TREE STANDS DAMAGED BY THE POLYGRAPHUS PROXIMUS BLANDFORD
IN THE SUB-TAIGA AND FOREST-STEPPE REGION OF CENTRAL SIBERIA

Research article

Vais A.A.¹, Soklakov N.A.^{2,*}, Danilyuk D.Y.³, Andronova A.A.⁴

¹ ORCID : 0000-0003-4965-3670;

² ORCID : 0009-0005-9785-2107;

³ ORCID : 0009-0000-4552-2118;

⁴ ORCID : 0000-0001-7079-0819;

^{1,2,3,4} Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva, Krasnoyarsk, Russian Federation

* Corresponding author (soclacov[at]mail.ru)

Abstract

The aim of the study is to evaluate the distribution ranges of diameter, structure and stand type in those damaged by the *Polygraphus proximus* Blandford. Stand structure is a key component in studying productivity and assessing the condition of stands at various stages of development and in response to external influences. With regard to dark coniferous stands, three types of structure were identified: post-catastrophic impact, partial disturbance, and balanced stands. The percentage of stand damage was determined by the ratio of the total cross-sectional areas of growing and dead trees damaged by the *Polygraphus proximus* Blandford. The structure of the stands was mixed-age. Many stands, following the impact of the *P. proximus* Blandf., took on the appearance of localised thinning, which significantly altered the structure of the stands. In terms of form, the stands exhibited a poorly defined vertical structure, which was determined both by the diversity of species and by the height of the trees. Analysis of the polygons of the diameter distribution curves showed that structure type I (healthy stands) is maintained when damage by the *P. proximus* Blandf. is up to 20%. Structure type II (local maxima observed in individual height classes) was identified in stands with damage ranging from 20 to 40%. Structure type III, characterised by catastrophic impact, is typical of stands with damage exceeding 41%.

Keywords: *P. proximus* Blandf., type specimen, structure, distribution range, dark coniferous stands.



Введение

Строение древостоев является важной составляющей в изучении продуктивности и оценки состояния насаждений на различных этапах развития и внешнего воздействия.

Наиболее изученным вопросом является строение сосновых насаждений. При этом строение сосняков по диаметру позволяет получить наиболее значимую информацию о структуре древостоя [1], [2], [3]. Возрастная структура сосновых насаждений также оказывает влияние на ряды распределения деревьев различных таксационных признаков [4], [5]. Особенности строения наблюдаются в сосняках в зависимости от условий произрастания: на постагrogenных землях [6], в лесопарковой зоне [7], в высокогустотных древостоях [8]. Кроме этого, строение зависит от антропогенных [9] и абиотических [10] воздействий.

Лесные культуры характеризуются индивидуальным строением в зависимости от способа создания (географические культуры [11], лесные полосы [12]) и хозяйственного воздействия (рубок ухода) [13].

Темнохвойные насаждения имеют свои особенности в строении древостоев. Ряды распределения по диаметру представлены максимально в тонкомерной части и выравниваются экспоненциальной функцией [14]. В более поздней публикации авторы выделили в темнохвойниках три группы по строению [15]: после катастрофического воздействия (сибирский шелкопряд), частичного нарушения, сбалансированный древостой (характерен для растущего здорового ценоза).

Методика и цель исследований

Таксационная оценка насаждений выполнялась по стандартным методическим положениям, представленным в классических трудах М.М. Орлова [16], Н.П. Анучина [17] и В.С. Моисеева [18], В.М. Глазова [19].

Процент повреждения древостоя устанавливался по соотношению сумм площадей поперечного сечения растущих и сухостойных деревьев, повреждённых полиграфом уссурийским.

Во всех смешанных насаждениях на лесных участках № 1–8 пихта (*A. sibirica* Ledeb.) преобладала по числу деревьев или по запасу занимала преобладающую или главную из второстепенных пород, кроме участка №4, где пихта погибла после инвазии. В прошлом на данной территории произрастали светлохвойные лиственничные, сосновые и кедровые насаждения, а также вдоль водотоков темнохвойные еловые древостои. В настоящее время в результате сукцессионных процессов преобладающей породой является пихта, которая заняла доминирующее положение. Однако, долговечность данной породы в значительной степени уступает светлохвойным насаждениям, что отмечал в своей монографии Э.Н. Фалалеев [20]. Структура насаждений носила разновозрастный характер. Коренные породы (сосна (*Pinus sylvestris* L.), лиственница (*Larix sibirica* Ledeb.), кедр (*Pinus sibirica* Du Tour)) имели возраст 200–300 лет, пихта (*A. sibirica* Ledeb.), ель (*P. obovata* Ledeb.), берёза (*B. pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh.) – 80–120 лет. Многие насаждения, после воздействия полиграфа уссурийского (*P. proximus* Blandf.) приобрели вид очаговой редины (участки №3, 4, 7, 8), что в значительной степени изменило структуру насаждений. По форме древостои имели невыраженную вертикальную ярусность, что определялось как многообразием составляющих пород, так и размерными показателями деревьев по высоте.

Исследуемые участки разнообразны по полноте, представлены как низкополнотные ($p = 0,36–0,53$) с высоким уровнем инвазивного воздействия полиграфа уссурийского, так и малоповрежденные высокополнотные ($p = 0,66–1,24$), сохранившие свою структуру и строение. Условия произрастания достаточно разнообразны и характеризуются II–IV классами бонитета. Типы леса представлены преимущественно разнотравными и крупнотравными типами леса. Запас древесины в насаждениях характеризуется высокой изменчивостью и меняется в зависимости от густоты, размеров и степени повреждения составляющих деревьев (вариация от 111 до 328 м³/га). При этом процент повреждения древостоев в результате воздействия инвайдера составлял от 10,4 до 58,1%.

Цель исследования — оценка рядов распределения по диаметру, структуры и типа строения в насаждениях повреждённых уссурийским полиграфом.

Результаты и обсуждение

По данным измерения учётных деревьев в качестве среднего использовался среднеарифметический диаметр (формула 1).

$$d_{cp} = \frac{\sum di}{n} \quad , (1)$$

где d_{cp} — средний арифметический диаметр, см;

$\sum di$ — сумма диаметров деревьев на высоте 1,3 м, см;

n — общее число деревьев, шт.

Между среднеарифметическим и среднеквадратическим значением наблюдается следующее соотношение [19]:

$$d_m = \sqrt{d_{cp}^2 + \sigma^2} \quad , (2)$$

где d_m — среднеквадратический диаметр, см;

d_{cp} — средний арифметический диаметр, см;

σ — стандартное отклонение, см.

В таблице 1 представлен статистический анализ диаметров деревьев на лесных участках.

Таблица 1 - Статистическая оценка диаметров деревьев лесных участков

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.1>

Лесной участок	Порода	d_{cp} , см	σ , см	d_m , см	Коэффициент варьирования, %	Точность опыта, %
1	П	18,1	7,7	19,6	42,6	6,3
	Б	18,3	8,7	20,5	47,3	8,9
	Е	22,8	11,7	25,6	51,2	6,9
	К	33,2	12,1	35,3	36,6	8,9
2	П	15,2	6,2	16,4	40,4	3,6
	Б	22,4	8,8	24,0	39,1	5,1
	Е	18,5	16,0	24,4	86,3	26,0
	К	34,3	17,9	38,7	52,1	23,3
3	П	18,2	6,6	19,3	36,1	5,0
	Б	15,5	7,2	17,1	46,2	17,5
	Е	37,4	17,2	41,2	46,1	15,4
	К	25,3	15,8	29,8	62,4	31,2
4	П	17,2	7,8	18,9	45,3	5,2
	Б	20,9	6,8	21,9	32,4	5,8
	Е	17,7	12,0	21,3	68,0	10,4
	К	24,1	6,9	25,1	28,8	8,7
5	П	20,1	9,3	22,1	46,2	5,0
	Б	14,3	4,9	15,1	34,3	10,9
	Е	25,7	11,1	28,0	43,0	13,6
	К	45,2	22,9	50,7	50,6	13,5
6	П	17,8	7,2	19,2	40,2	4,7
	Б	23,5	3,2	23,7	13,7	5,6
	Е	26,7	14,9	30,6	55,7	9,0
	С	54,7	2,3	54,7	4,2	2,4
7	П	17,6	8,8	19,7	50,1	5,6
	Б	26,2	7,3	27,2	27,9	5,9
	Е	35,5	13,3	37,9	37,5	11,3
	К	52,4	6,9	52,8	13,2	4,7
8	П	18,2	8,2	20,0	44,9	4,6
	Б	25,7	11,2	28,0	43,4	25,1
	Е	29,7	13,0	32,4	43,7	14,6
	К	20,1	17,6	26,7	87,4	29,1
	С	60,7	7,5	61,1	12,4	7,1

Данные указывают на незначительную разницу между среднеарифметической и среднеквадратической величиной для наиболее представленной по числу деревьев пихты в пределах 2 см. У остальных пород различие более выражено: береза — 0,2–2,3 см; ель — 2,3–5,9 см; кедр — 0,5–6,6 см; сосна — 0,0–0,5 см. Для преобладающей по числу деревьев пихты точность опыта соответствует требованиям биометрии 3,6–6,3%. (таблица 1).

До определения особенностей в строении пихтового элемента установлено различие между диаметрами растущих и сухостойных деревьев пихты после инвазивного воздействия (по критерию Стьюдента) (таблица 2).

Таблица 2 - Различия средних диаметров растущих и сухостойных деревьев по критерию Стьюдента

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.2>

Лесной участок	Средняя величина		t_{ϕ}	$t_{таб}$
	растущие	сухостой (полиграф)		
1	18,8	17,1	0,76	2,02
2	19,2	12,0	7,61	1,99

Лесной участок	Средняя величина		t_{ϕ}	$t_{таб}$
	растущие	сухостой (полиграф)		
3	19,1	9,3	5,31	2,36
4	11,6	17,8	1,67	2,36
5	20,2	20,3	0,02	2,01
6	19,4	16,7	1,61	2,00
7	18,9	17,3	0,56	2,10
8	20,9	15,5	3,38	1,99

Примечание: при $t_{\phi} > t_{таб}$ различие между средними величинами растущих и сухостойных деревьев является достоверным.

На части лесных участков №2,3,8 различие между растущими и сухостойными деревьями оказалось существенным. Это можно объяснить размерными показателями деревьев на момент воздействия полиграфа. Данные древостои состояли из преимущественно маломерных стволов, которые более неустойчивы к инвазивному влиянию [18], [19]. В результате можно констатировать, что уссурийский полиграф оказывает воздействие на древостой не избирательно, а «plenus scale» (полном масштабе). При этом, безусловно, маломерные деревья более неустойчивы к воздействию полиграфа в сравнении со среднемерными и крупномерными пихтами.

Для визуализации данных построены диаграммы строения пихтового элемента насаждений растущей и сухостойной части древостоев (рисунки 1–8).

Графики указывают на явное различие строения пихтового элемента для растущей и сухостойной части (рисунки 1–8). Полигоны рядов распределения указывают, что древостои после воздействия уссурийского полиграфа характеризуются разнообразием всех типов строения характерных для темнохвойных насаждений [15].

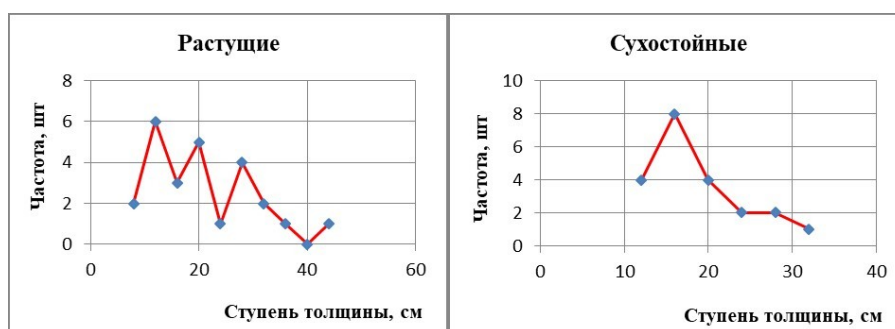


Рисунок 1 - Лесной участок №1
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.3>

Примечание: распределение I-го типа [15], экспоненциального типа, повреждение – 10%

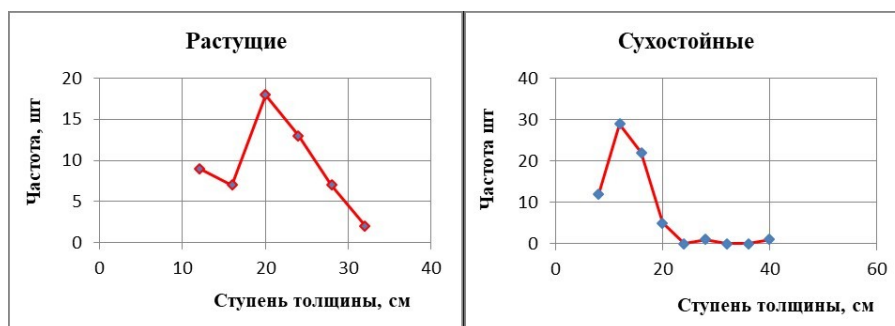


Рисунок 2 - Лесной участок №2
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.4>

Примечание: распределение II-го типа [15], с локальным максимумом в ступени 20 см, повреждение – 22%

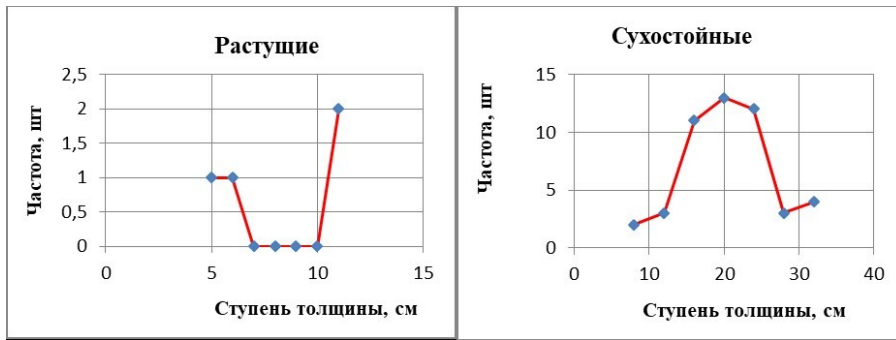


Рисунок 3 - Лесной участок №3
 DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.5>

Примечание: распределение III-го типа [15], катастрофическое воздействие, повреждение – 58%

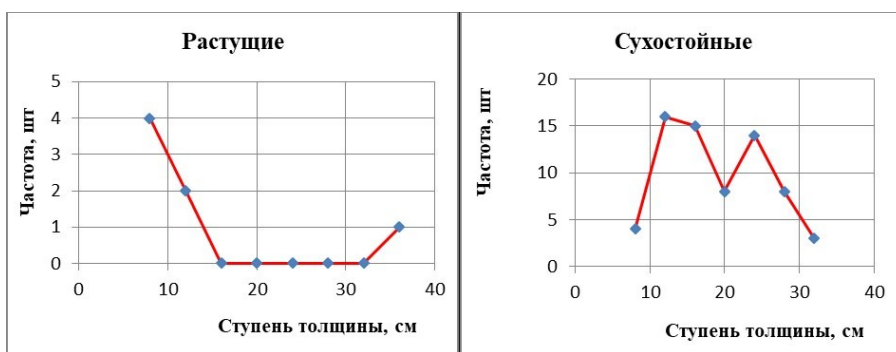


Рисунок 4 - Лесной участок №4
 DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.6>

Примечание: распределение III-го типа [15], катастрофическое воздействие, повреждение – 43%

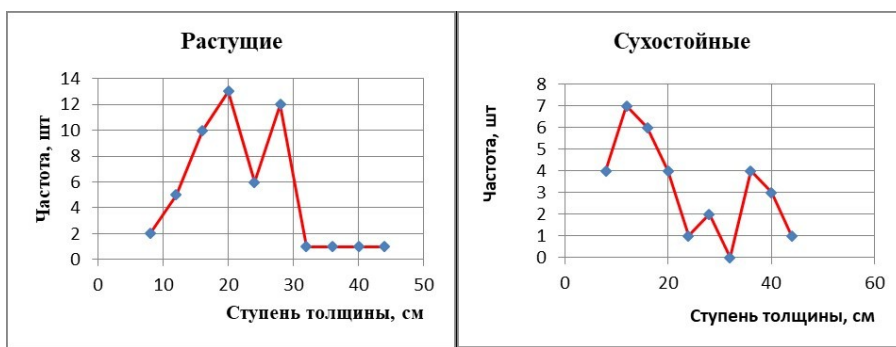


Рисунок 5 - Лесной участок №5
 DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.7>

Примечание: распределение I-го типа [15], экспоненциального типа, повреждение – 16%

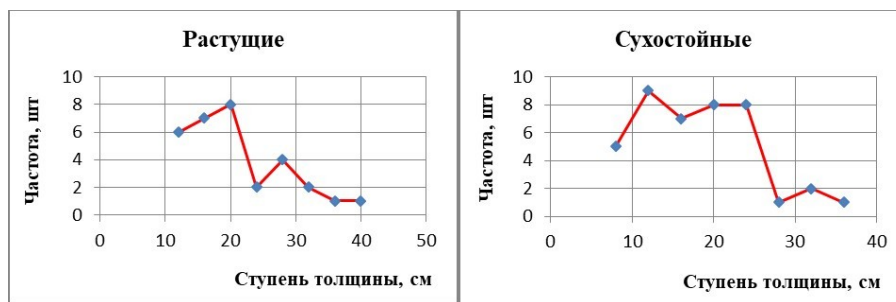


Рисунок 6 - Лесной участок №6
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.8>

Примечание: распределение II-го типа [15], с локальными максимумами в ступенях 20 и 28 см, повреждение – 29%

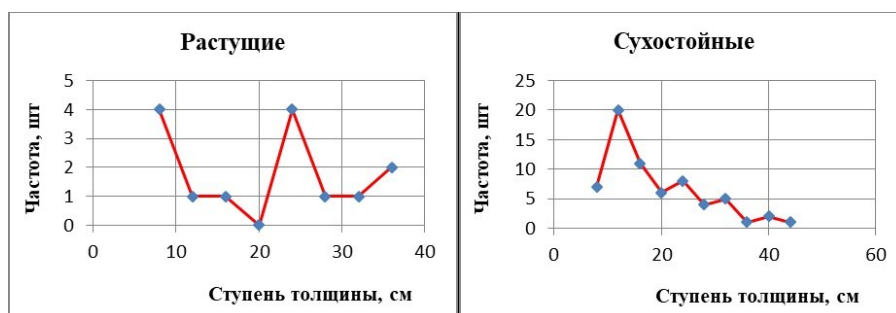


Рисунок 7 - Лесной участок №7
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.9>

Примечание: распределение III-го типа [15], катастрофическое воздействие, повреждение – 36%

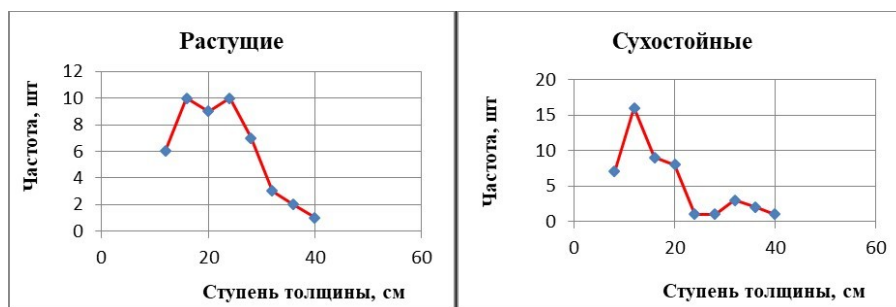


Рисунок 8 - Рисунок 8 - Лесной участок №8
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.10>

Примечание: распределение II-го типа [15], с локальными максимумами в ступенях 16 и 24 см, повреждение – 41%

Рисунки 1–8 —Полигоны распределения пихтового элемента по диаметру и категориям состояния.

С целью более детального анализа процессов лесовозобновления выполнено деление на более крупные группы деревьев, поскольку деление древостоев на количественные или качественные части позволяет определить перспективы и составить прогноз будущего исходного насаждения. Согласно классификации деревьев по диаметру М.М. Орлова [16], они делятся на следующие группы: до 16 см — тонкомерные; 16,1–32 см — среднемерные; 32,1 и выше — крупномерные. Все деревья разделены на группы с учётом категорий состояния (растущие и сухостойные) (таблица 3).

Таблица 3 - Распределение процента деревьев пихтового элемента по категориям состояния и крупности

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.6.11>

Лесной участок	Категория состояния	Категория крупности			Итого, %
		тонкомерные	среднемерные	крупномерные	
		% деревьев			
1	растущие сухостойные	44,0	48,0	8,0	100,0
		57,1	42,9	-	100,0
2	растущие сухостойные	28,6	71,4	-	100,0
		90,0	8,6	1,4	100,0
3	растущие сухостойные	100,0	-	-	100,0
		33,3	66,7	-	100,0
4	растущие сухостойные	85,7	0,0	14,3	100,0
		51,5	48,5	-	100,0
5	растущие сухостойные	32,7	61,5	5,8	100,0
		53,1	21,9	25,0	100,0
6	растущие сухостойные	41,9	51,6	6,5	100,0
		51,2	46,3	2,5	100,0
7	растущие сухостойные	42,9	42,9	14,2	100,0
		58,5	35,4	6,1	100,0
8	растущие сухостойные	33,3	60,4	6,3	100,0
		66,7	27,1	6,2	100,0

Следует отметить, что для растущей (живой) части древостоя наблюдается на большинстве участков преобладание среднемерной части. Применительно к сухостойной (мёртвой) части древостоя выявлено, что на большинстве участков повреждается тонкомерная часть.

Заключение

В результате исследований получены следующие выводы.

- Подтверждена возможность использования среднеарифметического или среднеквадратического значения для характеристики выборочной совокупности.

- Инвайдер оказывает воздействие на древостой масштабно, повреждая при воздействии все размерные части древесных компонентов (подрост, тонкомер, среднемер и крупномер).

- Анализ полигонов рядов распределения по диаметру показал, что I тип строения (здоровые древостой) сохраняется при повреждении полиграфом до 20%.

II-ой тип строения (наблюдаются локальные максимумы в отдельных ступенях) выявлен в древостоях с повреждениями от 20 до 40%. III-ий тип катастрофического воздействия характерен для древостоев с повреждением выше 41%.

- С точки зрения восстановления насаждения важное значение имеет тонкомерная часть древостоя, которая показывает, что после активной фазы воздействия полиграфа 2014-2015 годов исследуемые насаждения не утратили репродуктивную функцию.

- Тонкомерная часть пихтового элемента для растущей части древостоя менялась от 28,6 до 100%, что указывает на удовлетворительную лесовозобновительную способность пихты сибирской.

Финансирование

Исследование проводилось в рамках государственного задания, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, для реализации проекта «Динамика восстановления таёжных лесов Центральной Сибири, нарушенных энтомофитофагами» (№ FEFE-2024-0029) коллективом научной лаборатории «Лесных экосистем».

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The study was conducted within the framework of the state assignment established by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for the implementation of the project "Dynamics of restoration of taiga forests of Central Siberia disturbed by entomological damage" (No. FEFE-2024-0029) by the staff of the scientific laboratory "Forest Ecosystems".

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.



Список литературы / References

1. Батвенкина Т.В. Строение сосновых древостоев центральной части Красноярского края / Т.В. Батвенкина, И.А. Воробьева // Хвойные бореальной зоны. — 2018. — Т. 36, № 5. — С. 397–401.
2. Осипов А.Ф. Строение древостоев среднетаежных сосняков лишайниковых на европейском северо-востоке России / А.Ф. Осипов, И.Н. Кутявин, Н.В. Торлопова [и др.] // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. — 2018. — № 4(206). — С. 2–9. — DOI: 10.31140/j.vestnikib.2018.4(206).1.
3. Осипенко А.Е. Строение по диаметру искусственных и естественных сосновых древостоев в ленточных борях Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. — 2018. — № 1(50). — С. 85–91.
4. Кутявин И.Н. Строение древостоев северотаежных сосняков / И.Н. Кутявин, А.В. Манов, А.Ф. Осипов, М.А. Кузнецов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. — № 2(380). — С. 86–105. — DOI: 10.37482/0536-1036-2021-2-86-105.
5. Соловьев В.М. Комплексная оценка строения и формирования сосновых древостоев различных типов леса подзоны южной тайги Среднего Урала / В.М. Соловьев, К.В. Данилов // Леса России и хозяйство в них. — 2017. — № 3(62). — С. 10–18.
6. Мамедова С.К. Строение постагрогенных сосновых древостоев по диаметру ствола / С.К. Мамедова, С.Л. Шевелев, В.Н. Немич // Хвойные бореальной зоны. — 2025. — Т. 43, № 1. — С. 13–19. — DOI: 10.53374/1993-0135-2025-1-13-19.
7. Мотырев Н.О. Строение по диаметру высокогустотных сосновых древостоев / Н.О. Мотырев, А.А. Вайс, А.А. Андропова, Г.С. Вараксин // Международный научно-исследовательский журнал. — 2025. — № 4(154). — DOI: 10.60797/IRJ.2025.154.3.
8. Ветров Л.С. Строение древостоев сосны в условиях лесопарка «Сосновка» / Л.С. Ветров, И.В. Никифорчин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2016. — № 217. — С. 6–15. — DOI: 10.21266/2079-4304.2016.217.6-15.
9. Дмитриева Д.В. Анализ влияния рекреационного воздействия на строение сосновых древостоев по диаметру / Д.В. Дмитриева, А.С. Анафина // Молодежная наука для развития АПК: сборник трудов LX Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 14 ноября 2023 года. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. — С. 40–47.
10. Лежнев Д.В. Строение сосновых фитоценозов в Московском регионе под влиянием климатических трансформаций / Д.В. Лежнев // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. — 2023. — № 9. — С. 63–73. — DOI: 10.25686/foreco.2023.10.66.007.
11. Ребко С.В. Строение географических культур сосны обыкновенной по диаметру / С.В. Ребко [и др.] // Лесное хозяйство: материалы 88-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 24 января – 16 февраля 2024 г. — Минск: БГТУ, 2024. — С. 412–413.
12. Исаев А.В. Некоторые закономерности строения насаждений сосны гослесополосы ГУ «Оренбургское лесничество» / А.В. Исаев, А.А. Гурский, А.А. Гурский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2009. — № 4(24). — С. 37–39.
13. Турчина Т.А. Влияние рубок ухода на рост и строение лесных культур ольхи черной / Т.А. Турчина, С.А. Родин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2014. — № 209. — С. 139–156.
14. Кузьмичев В.В. Строение темнохвойных древостоев Енисейского края / В.В. Кузьмичев, А.С. Смольянов, Н.С. Немич // Хвойные бореальной зоны. — 2006. — Т. 23, № 2. — С. 175–180.
15. Кузьмичев В.В. Особенности строения темнохвойных лесов южной тайги западной Сибири / В.В. Кузьмичев, В.В. Иванов, Н.Н. Кошурникова, П.А. Оскорбин // Лесоведение. — 2007. — № 1. — С. 3–7.
16. Орлов М.М. Лесная таксация / М.М. Орлов. — Ленинград: Журнал «Лесное хозяйство и лесная промышленность», 1929. — 532 с.
17. Анучин Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов / Н.П. Анучин. — Москва: Лесная промышленность, 1982. — 550 с.
18. Моисеев В.С. Таксация леса: учебное пособие / В.С. Моисеев. — Ленинград, 1970. — 255 с.
19. Глазов Н.М. Статистический метод в таксации и лесоустройстве / Н.М. Глазов. — Москва: Лесная промышленность, 1976. — 144 с.
20. Фалалеев Э.Н. Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование: монография / Э.Н. Фалалеев. — Москва: Лесная промышленность, 1964. — 165 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Batvenkina T.V. Stroenie sosnovykh drevostoev central'noj chasti Krasnojarskogo kraja [Structure of pine stands in the central part of the Krasnoyarsk region] / T.V. Batvenkina, I.A. Vorob'eva // Hvojnye boreal'noj zony [Conifers of the boreal area]. — 2018. — Vol. 36, № 5. — P. 397–401. [in Russian]
2. Osipov A.F. Stroenie drevostoev srednetazhnykh sosnjakov lishajnikovyx na evropejskom severo-vostoke Rossii [Structure of middle taiga lichen pine stands in the European north-east of Russia] / A.F. Osipov, I.N. Kutjavin, N.V. Torlopova [et al.] // Vestnik instituta biologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdelenija RAN [Bulletin of the Institute of Biology of Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. — 2018. — № 4(206). — P. 2–9. — DOI: 10.31140/j.vestnikib.2018.4(206).1. [in Russian]
3. Osipenko A.E. Stroenie po diametru iskusstvennykh i estestvennykh sosnovykh drevostoev v lentochnykh borah Altajskogo kraja [Diameter structure of artificial and natural pine stands in the ribbon forests of the Altai region] / A.E. Osipenko, S.V.



Zalesov // Vestnik Burjatskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii im. V.R. Filippova [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov]. — 2018. — № 1(50). — P. 85–91. [in Russian]

4. Kutjavin I.N. Stroenie drevostoev severotaezhnyh sosnjakov [Structure of northern taiga pine stands] / I.N. Kutjavin, A.V. Manov, A.F. Osipov, M.A. Kuznecov // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal [Bulletin of Higher Educational Institutions. Forest Journal]. — 2021. — № 2(380). — P. 86–105. — DOI: 10.37482/0536-1036-2021-2-86-105. [in Russian]

5. Solov'ev V.M. Kompleksnaja ocenka stroenija i formirovanija sosnovykh drevostoev razlichnykh tipov lesa podzony juzhnoj tajgi Srednego Urala [Comprehensive assessment of the structure and formation of pine stands of various forest types in the southern taiga subzone of the Middle Urals] / V.M. Solov'ev, K.V. Danilov // Lesa Rossii i hozjajstvo v nih [Forests of Russia and their management]. — 2017. — № 3(62). — P. 10–18. [in Russian]

6. Mamedova S.K. Stroenie postagrogennykh sosnovykh drevostoev po diametru stvola [Structure of post-agrogenic pine stands by trunk diameter] / S.K. Mamedova, S.L. Shevelev, V.N. Nemich // Hvojnye boreal'noj zony [Conifers of the boreal area]. — 2025. — Vol. 43, № 1. — P. 13–19. — DOI: 10.53374/1993-0135-2025-1-13-19. [in Russian]

7. Motyrev N.O. Stroenie po diametru vysokogustotnykh sosnovykh drevostoev [Diameter structure of high-density pine stands] / N.O. Motyrev, A.A. Vajs, A.A. Andronova, G.S. Varaksin // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2025. — № 4(154). — DOI: 10.60797/IRJ.2025.154.3. [in Russian]

8. Vetrov L.S. Stroenie drevostoev sosny v uslovijah lesoparka «Sosnovka» [Structure of pine stands in the forest park «Sosnovka»] / L.S. Vetrov, I.V. Nikiforchin // Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoi akademii [Proceedings of the Saint Petersburg Forestry Academy]. — 2016. — № 217. — P. 6–15. — DOI: 10.21266/2079-4304.2016.217.6-15. [in Russian]

9. Dmitrieva D.V. Analiz vlijanija rekreacionnogo vozdejstvija na stroenie sosnovykh drevostoev po diametru [Analysis of the recreational impact on the diameter structure of pine stands] / D.V. Dmitrieva, A.S. Anafina // Molodezhnaja nauka dlja razvitiya APK: sbornik trudov LX Studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Tjumen', 14 nojabrja 2023 goda [Youth science for the development of agro-industrial complex: Proceedings of the LX Student Scientific-practical Conference, Tyumen, November 14, 2023]. — Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2023. — P. 40–47. [in Russian]

10. Lezhnev D.V. Stroenie sosnovykh fitocenzov v Moskovskom regione pod vlijaniem klimaticheskikh transformacij [Structure of pine phytocenoses in the Moscow region under the influence of climatic transformations] / D.V. Lezhnev // Lesnye jekosistemy v uslovijah izmenenija klimata: biologicheskaja produktivnost' i distancionnyj monitoring [Forest ecosystems under climate change: biological productivity and remote monitoring]. — 2023. — № 9. — P. 63–73. — DOI: 10.25686/foreco.2023.10.66.007. [in Russian]

11. Rebko S.V. Stroenie geograficheskikh kul'tur sosny obyknovennoj po diametru [Diameter structure of geographical provenances of Scots pine] / S.V. Rebko [et al.] // Lesnoe hozjajstvo: materialy 88-j nauchno-tehnicheskoi konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov, Minsk, 24 janvarja – 16 fevralja 2024 g. [Forestry: materials of the 88th Scientific and Technical Conference of Faculty, Researchers and Postgraduates, Minsk, January 24 – February 16, 2024]. — Minsk: BSTU, 2024. — P. 412–413. [in Russian]

12. Isaev A.V. Nekotorye zakonomernosti stroenija nasazhdenij sosny goslesopolosy GU «Orenburgskoe lesnichestvo» [Some patterns of the structure of pine plantations of the state forest belt of the State Institution «Orenburg forestry»] / A.V. Isaev, A.A. Gurskij, A.A. Gurskij // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. — 2009. — № 4(24). — P. 37–39. [in Russian]

13. Turchina T.A. Vlijanie rubok uhoda na rost i stroenie lesnykh kul'tur ol'hi chernoj [Influence of thinning on growth and structure of black alder forest crops] / T.A. Turchina, S.A. Rodin // Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoi akademii [Proceedings of the Saint Petersburg Forestry Academy]. — 2014. — № 209. — P. 139–156. [in Russian]

14. Kuz'michev V.V. Stroenie temnohvojnykh drevostoev Enisejskogo krjazha [Structure of dark coniferous stands of the Yenisei Ridge] / V.V. Kuz'michev, A.S. Smol'janov, N.S. Nemich // Hvojnye boreal'noj zony [Conifers of the boreal area]. — 2006. — Vol. 23, № 2. — P. 175–180. [in Russian]

15. Kuz'michev V.V. Osobennosti stroenija temnohvojnykh lesov juzhnoj tajgi zapadnoj Sibiri [Structure features of dark coniferous forests in the southern taiga of Western Siberia] / V.V. Kuz'michev, V.V. Ivanov, N.N. Koshurnikova, P.A. Oskorbin // Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science]. — 2007. — № 1. — P. 3–7. [in Russian]

16. Orlov M.M. Lesnaja taksacija [Forest mensuration] / M.M. Orlov. — Leningrad: Journal «Forestry and Forest Industry», 1929. — 532 p. [in Russian]

17. Anuchin N.P. Lesnaja taksacija: uchebnik dlja vuzov [Forest mensuration: textbook for universities] / N.P. Anuchin. — Moscow: Forestry, 1982. — 550 p. [in Russian]

18. Moiseev V.S. Taksacija lesa: uchebnoe posobie [Forest assessment: study guide] / V.S. Moiseev. — Leningrad, 1970. — 255 p. [in Russian]

19. Glazov N.M. Statisticheskij metod v taksacii i lesoustrojstve [Statistical method in forest mensuration and management] / N.M. Glazov. — Moscow: Forestry, 1976. — 144 p. [in Russian]

20. Falaleev Je.N. Pihovyje lesa Sibiri i ih kompleksnoe ispol'zovanie: monografija [Fir forests of Siberia and their integrated use: monograph] / Je.N. Falaleev. — Moscow: Forestry, 1964. — 165 p. [in Russian]