

Оригинальная статья

УДК 630*453:630*181

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-2-114-123>



ХАРАКТЕРИСТИКА КРУПНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОСТАТКОВ В ПИХТОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ, ПОВРЕЖДЕННЫХ УССУРИЙСКИМ ПОЛИГРАФОМ (*POLYGRAPHUS PROXIMUS* BLANDF.)

А.А. Андропова^{1✉}, А.А. Вайс², П.В. Михайлов³, В.Н. Немич⁴,
Н.А. Соклаков⁵, А.И. Мельник⁶, И.А. Дрейман⁷, Н.В. Козлов⁸

¹ Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева; г. Красноярск, Российская Федерация

¹ economics25192715@gmail.com, ORCID0000-0001-7079-0819

² vais6365@mail.ru, ORCID0000-0003-4965-3670

³ mihaylov.p.v@mail.ru, ORCID0000-0003-3967-0709

⁴ nvn-16@yandex.ru, ORCID0000-0001-8700-532X

⁵ Soclacov@mail.ru, ORCID0009-0005-9785-2107

⁶ aleksandrana2013@gmail.com, ORCID0000-0002-1673-1639

⁷ dreiman_ia@sibsau.ru, ORCID0009-0002-2385-5194

⁸ nik.vik.kozlov.2000@gmail.com; ORCID0009-0000-7950-6650

Аннотация. Цель исследований – оценка состояния и запасов крупных древесных остатков (КДО) в насаждениях, поврежденных уссурийским полиграфом (*Polygraphus proximus* Blandf.). Изучали КДО на 10 пробных площадках пихтовых насаждений с различной таксационной характеристикой. В полевой период выполнялась оценка крупных древесных остатков в соответствии с методикой ВНИИЛМа. Выявлены значительные различия в запасах растущего древостоя и КДО, что указывает на негативное воздействие уссурийского полиграфа на пихтовые насаждения. Результаты показывают, что в чистых пихтовых древостоях наблюдается деградация экосистемы (более 70% КДО от запаса растущих деревьев). Анализ классов разложения показал, что большинство КДО относится ко второму и третьему классам, и это связано с пиками активности вредителя 10-15 лет назад. На участках смешанных пихтовых насаждений наблюдается высокий уровень мертвой древесины, что предполагает значительные изменения, в том числе в составе насаждений в будущем. В древостоях выделяются участки, которые выступают как новая кормовая база, и участки, которые находятся на стадии восстановления, но все равно подвергаются атакам вредителей даже в молодом возрасте. Результаты исследований указывают на важность учета баланса КДО при управлении лесными ресурсами для предотвращения дальнейших нарушений экосистемы и содействия ее восстановлению.

Исследования проводились в рамках государственного задания, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, для реализации проекта ГЕФЕ-2024-0029 «Динамика восстановления таежных лесов Центральной Сибири, нарушенных энтомовредителями» коллективом научной лаборатории «Лесных экосистем».

Ключевые слова: крупные древесные остатки, запас, сухостой, уссурийский полиграф, пихтовый древостой

Для цитирования: Андропова А.А., Вайс А.А., Михайлов П.В., Немич В.Н., Соклаков Н.А., Мельник А.И., Дрейман И.А., Козлов Н.В. Характеристика крупных древесных остатков в пихтовых насаждениях, поврежденных уссурийским полиграфом (*Polygraphus proximus* Blandf.). Природообустройство. 2026;Т.19(2):114-123. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-2-114-123>

Scientific article

CHARACTERISTICS OF LARGE WOOD RESIDUES IN FIR PLANTATIONS DAMAGED BY THE USSURI POLYGRAPH (*POLYGRAPHUS PROXIMUS* BLANDF.)

A.A. Andronova¹, A.A. Vais², P.V. Mikhaylov³, V.N. Nemich⁴,
N.A. Soklakov⁵, A.I. Melnik⁶, I.A. Dreiman⁷, N.V. Kozlov⁸

¹Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev; Krasnoyarsk, Russian Federation

¹economics25192715@gmail.com, ORCID0000-0001-7079-0819

²vais6365@mail.ru, ORCID0000-0003-4965-3670

³mihaylov.p.v@mail.ru, ORCID0000-0003-3967-0709

⁴nvn-16@yandex.ru, ORCID0000-0001-8700-532X

⁵Soclacov@mail.ru, ORCID0009-0005-9785-2107

⁶aleksandrana2013@gmail.com, ORCID0000-0002-1673-1639

⁷dreiman_ia@sibsau.ru, ORCID0009-0002-2385-5194

⁸nik.vik.kozlov.2000@gmail.com; ORCID0009-0000-7950-6650

Abstract. The purpose of the study is to assess the condition and reserves of large woody residues (LWR) in plantations damaged by the Ussuri polygraph (*Polygraphus proximus* Blandf.). The study of LWR was conducted on ten test sites of fir plantations with different taxation characteristics. During the field season, coarse woody debris was assessed in accordance with the VNIILM methodology. Significant differences were found in the stocks of growing trees and LWR, indicating the negative impact of the Ussuri polygraph on fir plantations. The results show that in pure fir stands, ecosystem degradation is observed (more than 70% of LWR from the stock of growing trees). An analysis of decay classes showed that most deadwood belongs to the second and third classes, which is associated with peaks in pest activity 10-15 years ago. In areas of mixed fir plantations, there is a high level of dead wood, which suggests significant changes, including in the composition of plantations in the future. In stands, there are areas that act as a new food base and areas that are under restoration, but are still subject to pest attacks even at a young age. The research results indicate the importance of considering the balance of deadwood during forest resource management to prevent further ecosystem disturbances and promote its restoration.

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 FEFE-2024-0029 project “Dynamics of restoration of taiga forests of Central Siberia disrupted by entomological damage” by the staff of the scientific laboratory “Forest Ecosystems”.

Keywords: large wood residues, stock, deadwood, Ussuri polygraph, fir stand

Format of citation: Andronova A.A., Weiss A.A., Mikhailov P.V., Nemich V.N., Soklakov N.A., Melnik A.I., Dreiman I.A., Kozlov N.V. Characteristics of large wood residues in fir plantations damaged by the Ussuri polygraph (*Polygraphus proximus* Blandf.). *Prirodoobustrojstvo*. 2026;19(2):114-123. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-2-114-123>

Введение. Одной из ведущих задач, стоящих перед лесным хозяйством, является восстановление поврежденных лесных экосистем до их первоначального состояния или по крайней мере минимизация долговременного воздействия этих нарушений. Лесные экосистемы играют жизненно важную роль в поддержании биоразнообразия, и многие виды нарушений, особенно если они остаются без внимания, могут оказать значительное влияние на разнообразие компонентов биологической системы [1].

В процессе природных нарушений, антропогенного воздействия и естественного существования лесов происходит отпад древесных растений, что является важнейшим компонентом

эволюционных процессов в рамках лесного биогеоценоза. От того, насколько хорошо нами понимаются причины и закономерности гибели деревьев, зависит наша способность прогнозировать изменения в лесных экосистемах. Ведь именно этот процесс напрямую формирует условия для роста и выживания деревьев. Причины, приводящие к гибели деревьев, могут быть самыми разными: от борьбы растений за ресурсы и механических повреждений до болезней, атак насекомых и естественного старения [2, 3].

Когда говорят о мертвой древесине, используют термин «крупные древесные остатки» (КДО). Эта категория охватывает все виды древесной растительности, которые больше не являются

живыми и не выполняют своих прежних функций. Примерами КДО являются сухостойные деревья, упавшие стволы и ветви (валеж), а также пни и их фрагменты. Все эти остатки являются мертвым древесным веществом (мортмассой) и могут находиться в различных состояниях разложения: от свежесрубленной или упавшей древесины до гумуса [4-7]. Крупные древесные остатки являются важным компонентом экосистемы, обеспечивающим субстрат и микроклимат, необходимые для существования и размножения многочисленных видов животных, растений и грибов; оказывают положительное воздействие на физические, химические и биохимические свойства почвы; способны длительное время сохранять углерод, накопленный в процессе жизни дерева, и т.д. [8-10]. Тем не менее одно из важных условий для успешного восстановления лесов заключается в том, чтобы количество крупных древесных остатков не выходило за пределы допустимого значения. Оптимальное количество КДО, по мнению некоторых авторов, не должно превышать 30% [11]. Избыточное количество дебриса может оказать негативное влияние на разнообразие и численность местных растительных видов. Высокая концентрация мертвой древесины является фактором, повышающим пожарную опасность в лесу. Также она создает благоприятную среду для развития и распространения энтомофитов (например, короедов) и фитопатогенных грибов, что приводит к деградации древостоя и нарушению функционирования экосистемы [12]. Исходя из этого управление лесными ресурсами должно быть комплексным, обеспечивая баланс и учитывая все многообразие экосистем.

Одной из основных причин деградации пихтовых насаждений с образованием КДО на территории Центральной Сибири выступает полиграф уссурийский (*Polygraphus proximus* Blandf.). Начиная с 2000-х гг. данный вид активно продолжает свое распространение и увеличивает ареал. В Красноярском крае в 34 из 44 муниципальных районов зафиксированы очаги заражения, которые продолжают расти [13, 14]. Большинство исследований в настоящее время связано с изучением способности нарушенных территорий к естественному лесовосстановлению. Исследователи отмечают, что на некоторых площадях в зависимости от породного состава и степени нарушенности пихтовые древостои приходят к восстановлению через смену пород, а представленность пихты в составе будет ограничена – не более 20-50%. При этом ученые указывают на то, что пихтовые леса обладают потенциалом

к восстановлению через различные сценарии с разной продолжительностью по времени [15-17]. В связи с этим значительную роль в процессах лесовосстановления играет КДО. Поэтому необходимо выполнять оценку количества, проводить учет распределения по классам разложения и прогнозировать влияние данных показателей на способность к восстановлению нарушенных территорий. В зависимости от характеристики крупных древесных остатков можно выявить необходимость хозяйственных мероприятий для содействия естественного восстановления лесов.

Цель исследований: оценка состояния и запасов крупных древесных остатков (КДО) в насаждениях, поврежденных уссурийским полиграфом (*Polygraphus proximus* Blandf.).

Материалы и методы исследований. Территория Центральной Сибири расположена на границе двух зон: лесостепной (Красноярская лесостепь) и таежной (горно-таежный район Восточного Саяна). Основной лесобразующей породой на исследуемой территории является пихта сибирская (*Abies sibirica* L.). В полевой период выполнялась оценка крупных древесных остатков в соответствии с методикой ВНИИЛМа [6]. Заложено 10 лент, на каждой из которых закладывалась учетная площадка разных размеров (5 × 20 м; 5 × 25 м; 5 × 30 м; 5 × 50 м; 10 × 50 м). На каждой площадке отдельно учитывались все категории мертвой древесины (пни, сухостой и валеж). В учет включались стволы валежа и сухостоя с диаметром более 5 см. Для каждого вида КДО выполнялись отдельные замеры: для сухостоя (целого ствола) – диаметр на высоте груди и высота; у обломанного сухостойного дерева – диаметр у основания и в месте облома, а также высота; применительно к валежу – диаметры у основания, на середине и у вершины, а также длина ствола. Если валеж находился на стадии сильного разложения, диаметры измерялись параллельно и перпендикулярно почве; для пней измерялись диаметр у основания и диаметр у вершины, а также его высота. У каждого древесного остатка определялись класс разложения (5 классов) (табл. 1) и степень покрытия мхом, (%).

Данные всех замеров записывались отдельно для каждой площадки в полевую ведомость. После сбора выполнялась камеральная обработка информации. Для этого использовались электронная таблица «Excel», статистический пакет «STATGRAPHICS». Обработка материалов заключалась в определении запасов КДО с применением стереометрических формул по определению объемов для каждой категории

Таблица 1. Схема классов разложения древесины

Table 1. Scheme of wood decomposition classes

Классы разложения / Classes of decomposition	Признаки / Signs					
	Кора / Bark	Сучья / Branches		Твердость / Hardness	Форма поперечного сечения / Cross-sectional shape	Жесткость конструкции ствола / Stiffness of the trunk structure
		Крупные / Coarse	Мелкие / Small			
	полное покрытие / full coverage	+	+	Твердая / hard	круглая / round	не прогибается / does not bend
2	начинает отслаиваться / begins to peel off	+	+	внешняя часть становится мягкой / The outer part becomes soft	Круглая / round	не прогибается / does not bend
3	частично сохранилась / partially preserved	+	-	значительная часть сгнила / A significant part is rotten	Круглая / round	проседает, но не проваливается / sagging, but not falling through
4	почти не сохранилась / almost not preserved	нет или легко вынимаются / no or easy to remove	-	мягкая насквозь / soft through	Деформирована / deformed	Проваливается / Falls through
5	отсутствует / absent	-	-	рассыпается / crumbles	сильно деформирована / severely deformed	деструктурирована / destructured

мертвой древесины и общего запаса на всю учетную площадку [6].

Результаты и их обсуждение. В летний период оценка запаса крупных древесных остатков по трем категориям (сухостой, валеж, пни) выполнялась на 10 пробных площадях с различной лесоводственно-таксационной характеристикой древостоев и степенью поврежденности уссурийским полиграфом (*Polygraphus proximus* Blandf.). Лесные участки представлены разным составом (табл. 2). По составу обследованы чистые и смешанные пихтовые насаждения (участки 1 и 2). На участках смешанных пихтовых древостоев в составе встречались осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Rupr.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.). По типам леса участки подразделялись на пихтач разнотравный, пихтач осочково-разнотравно-зеленомошный, пихтач крупнотравно-зеленомошный и пихтач крупнотравно-осочковый. По бонитету насаждения в 80% представлены 3 бонитета.

Запас растущего древостоя на участках варьировал от 128 до 409 м³ · га⁻¹, а запас КДО – от 6 до 423 м³ · га⁻¹. Максимальное значение КДО

характерно для участка 2, что в 1,7 раза превышает запас растущего древостоя. Также участок 10 показал превышение запаса КДО в 2,7 раза в отличие от запаса растущего. Данные участки с учетом того, что растущие деревья имеют также признаки повреждений короедом, показывают признаки полного патологического отпада пихты и смены пород в ближайшие годы. Особенно это относится к участку 2, так как зараженность пихты является высокой (46,7%). Минимальные значения КДО характерны для участков 6 и 9. Это говорит о том, что данные площади выступают в качестве новой кормовой базы с зараженностью пихты 37,8 и 31,9%. Вероятно, происходит ослабление древостоя, и если принять необходимые меры по защите древостоя, эти участки можно сохранить.

В дальнейшем выполнена оценка связи между таксационными показателями насаждений и запасом крупных древесных остатков (рис. 1). Необходимо отметить, что полученные тренды, возможно, являются актуальными только для подобранных модельных насаждений. Большинство полученных трендов не в полной мере отражают закономерность, следовательно, связи неустойчивы и нуждаются в дальнейшем подтверждении. Несколько трендов очевидны и не требуют сложных объяснений. К ним

Таблица 2. Характеристика лесных участков пихтовых древостоев, поврежденных уссурийским полиграфом

Table 2. Characteristics of forest areas of fir stands damaged by the Ussuri polygraph

Номер участка / Plot number	Состав / Composition	Запас растущего древостоя $m^3 \cdot га / Stock of growing stand m^3 \cdot ha$	Запас КДО $m^3 \cdot га^{-1} / Stock of LWR m^3 \cdot ha^{-1}$	А, лет / years	H_{cp} , м / m	d_{cp} , см / cm	$\sum G$, $m^2 \cdot га / m^2 \cdot ha$	P	Зараженность пихты на участке, % / Fir infestation on the plot, %
1	10П	228	163	100	19	30	25,36	0,80	67,6
2	10П	255	423	130	19	27	23,13	0,72	46,7
3	73П25Ос2Б	220	213	80	18	20	23,63	0,76	0,0
4	53П34Б13ОседЕ, К	214	116	40	13	14	28,58	1,12	13,5
5	60П26Е8Б6К	203	244	70	15	18	22,25	0,78	18,1
6	48П38Б14Ос	214	6	60	15	17	23,05	0,58	37,8
7	69П19С7Ос4К	315	279	90	19	20	29,16	0,91	12,7
8	74П18Ос5Б3Е	176	198	90	20	23	23,50	0,71	33,7
9	62П18Л-14С3К2Ос1Е	409	75	90	20	23	36,19	1,10	31,9
10	72П27Л1Ос	128	328	90	13	14	13,17	0,36	15,7

Примечание: А – средний возраст древостоя; H_{cp} – средняя высота; d_{cp} – средний диаметр; $\sum G$ – сумма площадей поперечного сечения; P – полнота

Note: A is the average age of the stand; H_{av} is the average height; d_{av} is the average diameter; $\sum G$ is the sum of cross-sectional areas; P is the fullness

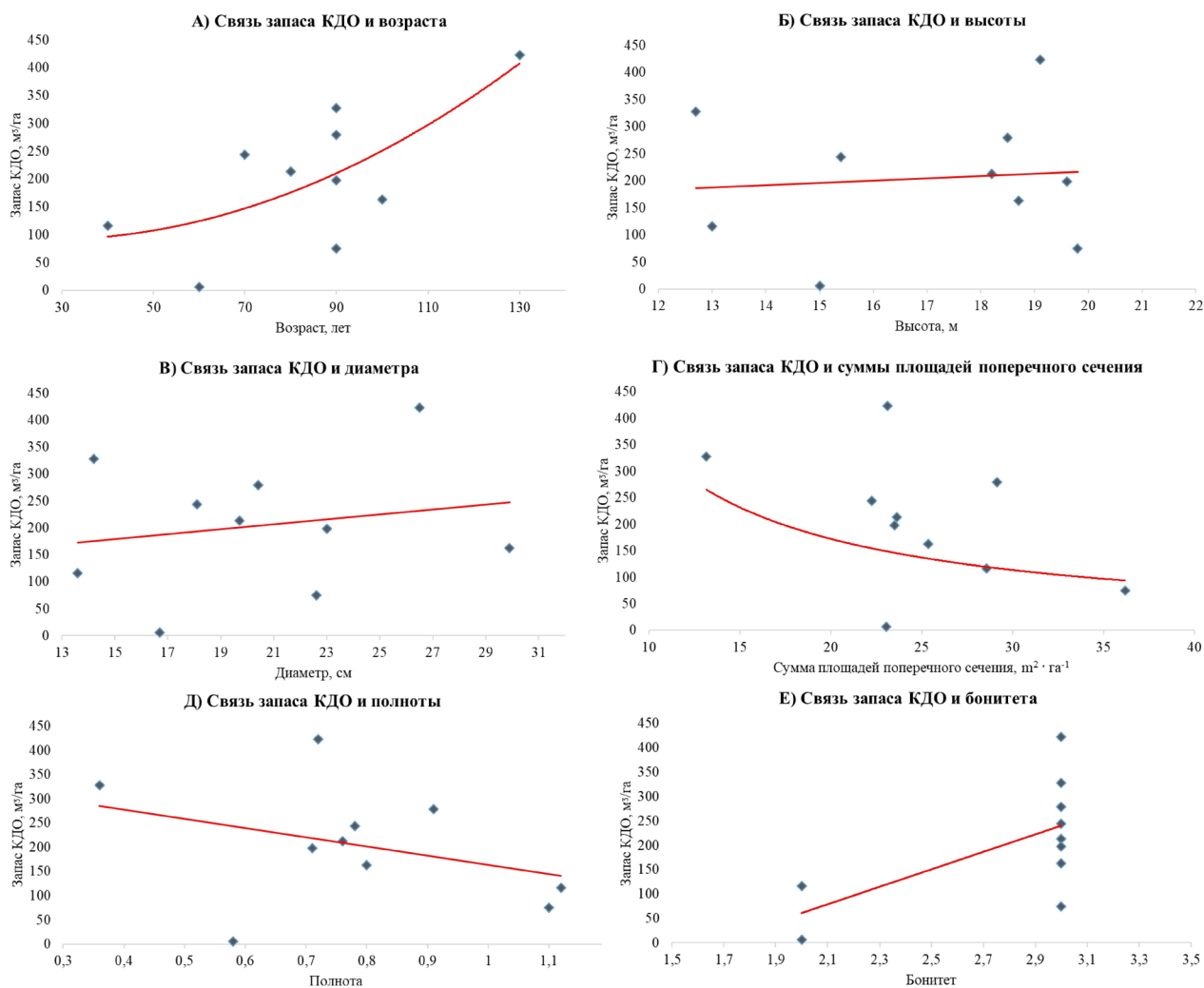


Рис. 1. Связь запаса крупных древесных остатков и таксационных показателей древостоев
Fig. 1. Relationship between the stock of large wood residues and the taxation indicators of forest stands

относятся: связь запаса КДО и возраста; связь запаса КДО и бонитета.

Для изучения давности отпада древостоев крупные древесные остатки подразделялись на категории, и определялся запас каждой группы (табл. 3). Средние показатели запаса КДО составили в сухостое $102,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, в пнях – $9,8 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, в валеже – $92,5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Значительное количество сухостоя указывало на первичное воздействие полиграфа, но практически такой же запас валежа говорит о неоднократных атаках вредителей на участках.

Следует учитывать, что одновременно с последствиями повреждения полиграфом существует определенный процент отпада в связи с возрастом древостоя. На участках 3 и 7 КДО преимущественно представлены сухостоем, и скорее всего это новые поврежденные территории

с первичной степенью воздействия и отпада. Участки 4, 6, 8 и 9 – обработанные кормовые площади полиграфа. Остальные насаждения с большим количеством как валежа, так и отпада подвергались неоднократным атакам инвайдера.

Изучив распределение запасов КДО по классам разложения, можно отследить пик активности вредителей за последнее время и определить степень активности в настоящий период (табл. 4). Запасы КДО по классам разложения на всех лесных участках распределены неравномерно. Максимальное количество древесных остатков соответствовало второму и третьему классам. Эти остатки образовались в основном во время пика вспышки массового размножения вредителя 10-15 лет назад (2010-2015 гг.). Четвертый класс представлен деревьями, погибшими в фазе роста численности вредителя, и деревьями

Таблица 3. Распределение запаса по видам крупных древесных остатков пихтовых древостоев, поврежденных уссурийским полиграфом

Table 3. Distribution of stock by species of large wood residues of fir stands damaged by the Ussuri polygraph

Номер участка / Plot number	Запас сухостоя, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ / Deadwood stock, $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	Запас пней, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ / Stumps stock, $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	Запас валежа, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ / Brushwood stock, $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$
1	92	0	71
2	170	51	202
3	199	1	13
4	0	10	106
5	135	0	109
6	0	1	5
7	200	1	78
8	60	22	116
9	8	7	60
10	158	5	165

Таблица 4. Распределение запаса крупных древесных остатков по классам разложения пихтовых древостоев, поврежденных уссурийским полиграфом

Table 4. Distribution of the stock of large wood residues by classes of decomposition of fir stands damaged by the Ussuri polygraph

Номер участка / Site number	Запас КДО 1 класса разложения $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ / Stock LWR of decomposition class $1 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Запас КДО 2 класса разложения $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ / Stock LWR of decomposition class $2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Запас КДО 3 класса разложения $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ / Stock LWR of decomposition class $3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Запас КДО 4 класса разложения $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ / Stock LWR of decomposition class $4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$
1	0,0	92,0	43,0	27,0
2	0,0	129,0	123,0	170,0
3	8,0	43,0	162,0	0,0
4	0,0	19,0	64,0	33,0
5	0,0	35,0	17,0	192,0
6	0,4	0,7	2,2	3,0
7	0,0	6,0	199,0	74,0
8	0,0	30,0	46,0	122,0
9	0,0	2,0	9,0	64,0
10	0,0	116,0	212,0	0,0

отпада по другим естественным причинам. Минимальное количество свежего КДО при первой степени разложения свидетельствует о резком замедлении процессов гибели деревьев в лесных насаждениях по причине истощения наиболее пригодных для вредителя кормовых запасов.

Распределение КДО по размерам (диаметру) в нарушенных лесных массивах указывает на предпочтения вредителей в выборе деревьев. С целью анализа КДО по диаметру его подразделили на три категории (тонкомер – 10,0-16,0 см; среднемер – 16,1-36,0 см; крупномер – 36,1 см и более). Для анализа составлены графики распределения запаса крупных древесных остатков

по группам диаметров для 10 участков (рис. 2). На рисунке 2 для примера показаны участки с 1 по 6. Распределение является неравномерным, но большая часть запаса приходится на среднемерные КДО. На нескольких участках зафиксирован и крупномерный КДО. Особенно выделяется третий участок, где высокой является доля отпада крупных деревьев, которые, вероятно, находились в ослабленном состоянии. На каждом участке присутствуют также тонкомерные крупные древесные остатки. Это говорит о том, что вредитель, предположительно в результате истощения кормовой базы, начинает атаковать молодые деревья.

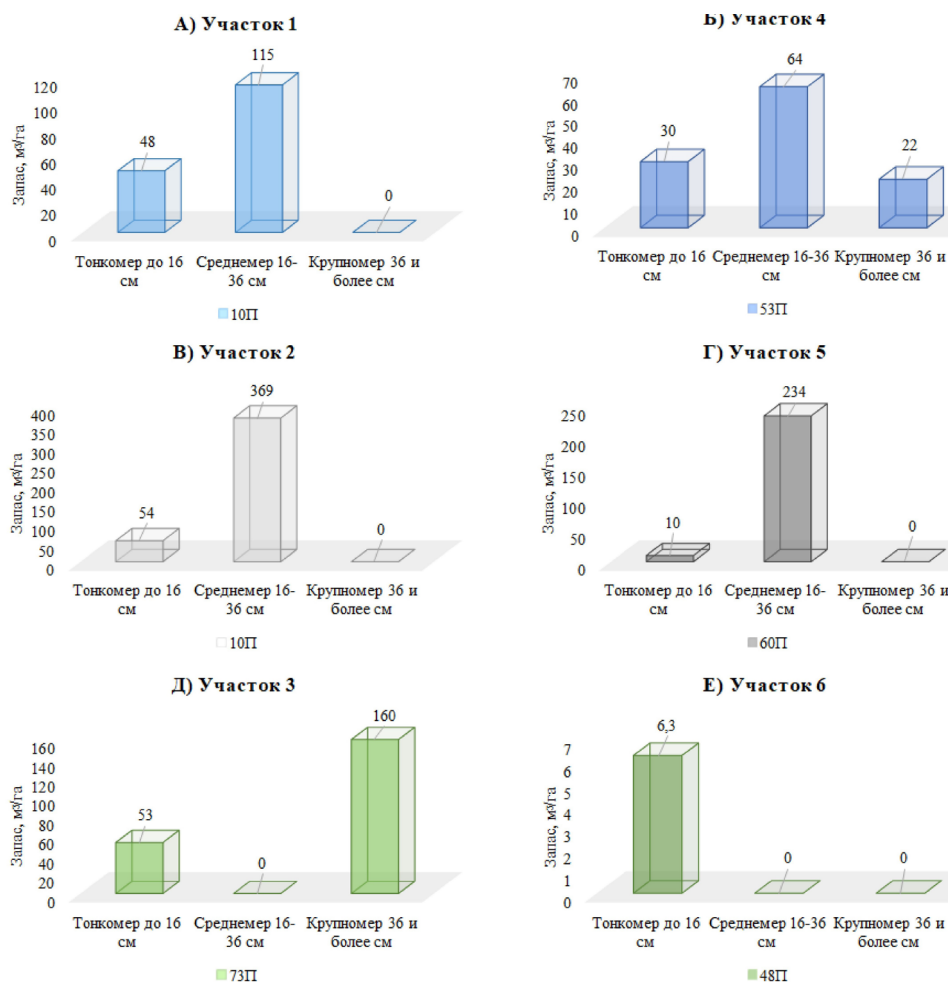


Рис. 2. Распределение запаса крупных древесных остатков по категориям диаметров
Fig. 2. Distribution of the stock of large wood residues by diameter categories

Выводы

Анализ структуры крупных древесных остатков в чистых пихтовых древостоях выявил признаки деградации экосистемы. Доля КДО превышает 70% от запаса растущей части насаждения, что является индикатором неблагоприятного состояния как для темнохвойных, так и для биогеоценоза в целом. О более активной деятельности энтомовредителя свидетельствует

присутствие всех категорий дебриса на исследованной территории, а также преобладание содержания валежа и сухостоя.

По данным о классах разложения установлено, что максимальный отпад приходился на пик активности уссурийского полиграфа в 2010-2015 гг. На участках отсутствует 1-й класс разложения, что говорит о снижении активности инвайдера. Несмотря на это, энтомовредитель,

предположительно в результате истощения кормовой базы, из взрослых деревьев начинает атаковать молодые деревья и даже подрост, что препятствует успешному лесовосстановлению.

В смешанных пихтовых древостоях на большинстве участков высоким является показатель мертвой древесины пихты, следовательно, предполагается изменение состава насаждения в будущем. На участках присутствует патологический отпад. Гибель деревьев в результате действия полиграфа преобладает. В смешанных пихтовых древостоях выделяются участки, которые выступают в качестве новой кормовой базы и участки, которые находятся на стадии восстановления, но все равно подвергаются атакам вредителей даже в молодом возрасте. На территории

присутствуют все виды КДО (пни, валеж, сухостой). Распределяется КДО в основном между валежом и сухостоем. Максимальное количество древесных остатков соответствовало второму и третьему классам разложения. Эти остатки образовались в основном во время пика вспышки массового размножения вредителя 10-15 лет назад. Минимальное количество свежего КДО первой степени разложения свидетельствует о резком замедлении процессов гибели деревьев в лесных насаждениях по причине истощения наиболее пригодных для вредителя кормовых запасов. Распределение запаса КДО по группам диаметра является неравномерным, но большая часть запаса приходится на среднемерную категорию.

Список использованных источников

- Lingua E., Marques G., Marchi N., Garbarino M., Marangon D., Taccaliti F., Marzano R. Post-Fire Restoration and Deadwood Management: Microsite Dynamics and Their Impact on Natural Regeneration. *Forests*. 2023;14(9):1820. <https://doi.org/10.3390/f14091820>
- Мошников С.А., Ананьев В.А., Матюшкин В.А. Оценка запасов крупных древесных остатков в среднетаежных сосновых лесах Карелии // *Лесоведение*. 2019. № 4. С. 266-273
- Ma L., Du W., Shu H., Cao H., Shen C. Spatial Pattern of Deadwood Biomass and Its Drivers in a Subtropical Forest. *Forests*. 2023;14(4):773. <https://doi.org/10.3390/f14040773>
- Бергман И.Е., Воробейчик Е.Л., Усольцев В.А. Структура отпада елово-пихтовых древостоев в условиях загрязнения выбросами Среднеуральского медеплавильного завода // *Сибирский лесной журнал*. 2015. № 2. С. 20-32
- Тарасов М.Е. Роль крупного древесного детрита в балансе углерода лесных экосистем Ленинградской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1999. 21 с.
- Кранкина О.Н., Поваров Е.Д. Методика определения запасов и массы древесного детрита на основе данных лесоустройства / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Пушкино: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2002. № 44 (1)
- Мальшева Н.В., Филипчук А.Н., Золина Т.А., Сильягина Г.В. Количественная оценка запасов древесного детрита в лесах РФ по данным ГИЛ // *Лесохозяйственная информация*. 2019. № 1. С. 101-120
- Effects of Fire Severity and Woody Debris on Tree Regeneration for Exploratory Well Pads in Jack Pine (*Pinus banksiana*) / A.T. Filicetti, R.A. LaPointe S.E. Nielsen // *Forests*. *Forests*. 2021. 12(10). 1330. <https://doi.org/10.3390/f12101330>
- Dufour-Pelletier S.A. Tremblay J., Hébert C., Lachat T., Ibarzabal J. Testing the Effect of Snag and Cavity Supply on Deadwood-Associated Species in a Managed Boreal Forest. *Forests*. 2020;11(4):424. <https://doi.org/10.3390/f11040424>
- Wang H., Zhang L., Deng W., Liu J., Wu C., Zhang Y., Liu Y. Habitat Significantly Affect CWD Decomposition but No Home-Field Advantage of the Decomposition Found in a Subtropical Forest, China. *Forests*. 2022;13(6):924. <https://doi.org/10.3390/f13060924>
- Pinno B.D., Das Gupta S. Coarse Woody Debris as a Land Reclamation Amendment at an Oil Sands Mining Operation in Boreal Alberta, Canada. *Sustainability*. 2018;10(5):1640. <https://doi.org/10.3390/su10051640>

References

- Lingua E., Marques G., Marchi N., Garbarino M., Marangon D., Taccaliti F., Marzano R. Post-Fire Restoration and Deadwood Management: Microsite Dynamics and Their Impact on Natural Regeneration. *Forests*. 2023; 14(9):1820. <https://doi.org/10.3390/f14091820>
- Moshnikov S.A., Ananiev V.A., Matyushkin V.A. Assessment of the reserves of large wood residues in the middle taiga pine forests of Karelia. 2019. № 4. P. 266-273.
- Ma L., Du W., Shu H., Cao H., Shen C. Spatial Pattern of Deadwood Biomass and Its Drivers in a Subtropical Forest. *Forests*. 2023; 14(4):773. <https://doi.org/10.3390/f14040773>
- Bergman I.E., Vorobeychik E.L., Usoltsev V.A. Structure of spruce-fir forest stands under conditions of pollution by emissions from the Sredneursky copper smelting plant. 2015. № 2. P. 20-32.
- Tarasov M.E. Role of large wood detritus in the carbon balance of forest ecosystems of the Leningrad Region. Abstract of Diss. ... Candidate of Biological Sciences St. Petersburg, 1999. 21 p.
- Methods of determining the reserves and mass of wood detritus based on forest management data / Ministry of natural resources of the Russian Federation. [Krankina O.N., Povarov E.D.]. Pushkino: All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Forest Economy Mechanization, 2002. 44 [1] p.: ill, tabl.; 20 cm.; ISBN 5-94219-206-7.
- Malysheva N.V., Filipchuk A.N., Zolina T.A., Silnyagina G.V. Quantitative assessment of wood detritus reserves in the forests of the Russian Federation according to the data of the GIL. 2019. № 1. P. 101-120
- Effects of Fire Severity and Woody Debris on Tree Regeneration for Exploratory Well Pads in Jack Pine (*Pinus banksiana*) / Filicetti AT, LaPointe RA, Nielsen SE. // *Forests*. *Forests*. 2021. 12(10).1330. <https://doi.org/10.3390/f12101330>
- Dufour-Pelletier S, A. Tremblay J, Hébert C, Lachat T, Ibarzabal J. Testing the Effect of Snag and Cavity Supply on Deadwood-Associated Species in a Managed Boreal Forest. *Forests*. 2020; 11(4):424. <https://doi.org/10.3390/f11040424>
- Wang H, Zhang L, Deng W, Liu J, Wu C, Zhang Y, Liu Y. Habitat Significantly Affect CWD Decomposition but No Home-Field Advantage of the Decomposition Found in a Subtropical Forest, China. *Forests*. 2022; 13(6):924. <https://doi.org/10.3390/f13060924>
- Pinno BD, Das Gupta S. Coarse Woody Debris as a Land Reclamation Amendment at an Oil Sands Mining Operation in Boreal Alberta, Canada. *Sustainability*. 2018; 10(5):1640. <https://doi.org/10.3390/su10051640>

12. Shvidenko A., Mukhortova L., Kapitsa E., Kraxner F., See L., Pyzhev A., Gordeev R., Fedorov S., Korotkov V., Bartalev S. et al. A Modelling System for Dead Wood Assessment in the Forests of Northern Eurasia. *Forests*. 2023;14(1):45. <https://doi.org/10.3390/f14010045>

13. Обзор современного вторичного ареала Уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) на территории Российской Федерации / С.А. Кривец, И.А. Керчев, Э.М. Бисирова и др. // Российский журнал биологических инвазий. 2024. Т. 17, № 1. С. 49-69. DOI: 10.35885/1996-1499-17-1-49-69

14. Буланова О.С., Загорданская О.А. Популяционные показатели уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (*Coleoptera: Curculionidae*) в насаждениях Боготольского лесничества Красноярского края // Современные проблемы лесозащиты и пути их решения: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения профессора Николая Ильича Федорова и 90-летию кафедры лесозащиты и древесиноведения (г. Минск, 30 ноября 2020 г.) / Под ред. В.Б. Звягинцева, М.О. Середич. Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2020. С. 59-63

15. Доценко А.И., Шабалина О.М. Состояние растительности в очагах массового размножения уссурийского полиграфа в национальном парке «Красноярские Столбы» // Интеграция науки и образования: современные проблемы, достижения и инновации в области экологии и устойчивого развития: Материалы научной конференции: электронное издание (г. Красноярск, 1-3 ноября 2022 г.) / Сибирский федеральный университет. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. С. 48-50

16. Дебков Н.М. Новый тип энтомогенной сукцессии в пихтовых лесах Сибири // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9, № 3 (35). С. 5-15. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/1

17. Debkov N. Natural regeneration in Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) forests subjected to invasion of the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandf.) / N. Debkov // *Forestry Studies*. 2019. Vol. 70, № 1. Pp. 44-57. DOI: 10.2478/fsmu-2019-0004

Информация об авторах

Алина Андреевна Андропова, аспирант кафедры лесного хозяйства и природопользования, младший научный сотрудник лаборатории «Лесных экосистем»; SPIN-код: 8842-7609, Scopus Author ID: 57486016700, ORCID: 0000-0001-7079-0819, economics25192715@gmail.com

Андрей Андреевич Вайс, д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесного хозяйства и природопользования, ведущий научный сотрудник лаборатории «Лесных экосистем»; SPIN-код: 6136-9786; Scopus Author ID: 57211205270, ORCID: 0000-0003-4965-3670, vais6365@mail.ru

Павел Владимирович Михайлов, канд. с.-х. наук., заведующий кафедрой «Кафедра лесного хозяйства и природопользования», ведущий научный сотрудник лаборатории «Лесных экосистем»; SPIN-код: 3337-8195, Scopus Author ID: 57219098463, ORCID: 0000-0003-3967-0709, mihaylov.p.v@mail.ru

Виктор Николаевич Немич, канд. с.-х. наук., доцент кафедры «Кафедра лесного хозяйства и природопользования», старший научный сотрудник лаборатории «Лесных экосистем»; SPIN-код: 1595-8393; Scopus Author ID: 57216963386; ORCID: 0000-0001-8700-532X; nvn-16@yandex.ru

Никита Андреевич Соклаков, магистрант кафедры «Кафедра лесного хозяйства и природопользования», младший научный сотрудник лаборатории «Лесных экосистем»; ORCID: 0009-0005-9785-2107, Soclacov@mail.ru;

Александра Игоревна Мельник, аспирант кафедры «Кафедра лесного хозяйства и природопользования», младший

12. Shvidenko A., Mukhortova L., Kapitsa E., Kraxner F., See L., Pyzhev A., Gordeev R., Fedorov S., Korotkov V., Bartalev S. et al. A Modelling System for Dead Wood Assessment in the Forests of Northern Eurasia. *Forests*. 2023; 14(1):45. <https://doi.org/10.3390/f14010045>

13. Review of the modern secondary area of the Ussuri polygraph (*Polygraphus proximus* Blandford) on the territory of the Russian Federation / S.A. Krivets, I.A. Kerchev, E.M. Bisirova [and others] // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2024. V. 17, No 1. P. 49-69. DOI: 10.35885/1996-1499-17-1-49-69

14. Bulanova O.S., Zakordanskaya O.A. Population indicators of the Ussuri polygraph *Polygraphus proximus* Blandf. (*Coleoptera: Curculionidae*) in the plantations of the Bogotolsky forestry of the Krasnoyarsk territory // Modern problems of forest protection and ways of their solution: Materials of the II International Scientific and Practical International Conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of Professor Nikolai Ilyich Fedorov and the 90th anniversary of the Department of Forest Protection and Wood Science, Minsk, November 30-04, 2020 / Edited by V.B. Zvyagintsev, M.O. Seredich. Minsk: Belarusian State Technological University, 2020. – P. 59-63.

15. Dotsenko A.I., Shabalina O.M. The state of vegetation in the foci of mass reproduction of the Ussuri polygraph in the national park “Krasnoyarsk Stolby” // Integration of science and education: modern problems, achievements and innovations in the field of ecology and sustainable development: materials of the scientific conference; electronic edition, Krasnoyarsk, November 01-03, 2022 / Siberian Federal University. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2022. P. 48-50.

16. Debkov N.M. New type of entomogenic succession in the fir forests of Siberia // *Forestry Journal*. 2019. V. 9, No 3(35). P. 5-15. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/1.

17. Debkov N. Natural regeneration in Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) forests subjected to invasion of the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandf.) / N. Debkov // *Forestry Studies*. 2019. Vol. 70, No. 1. P. 44-57. DOI: 10.2478/fsmu-2019-0004.

Information about the authors

Alina A. Andronova, postgraduate student of the Department of Forestry and Environmental Management, Junior Researcher of the Laboratory of Forest Ecosystems; SPIN-code: 8842-7609, Scopus Author ID: 57486016700, ORCID: 0000-0001-7079-0819, economics25192715@gmail.com

Andrey A. Weiss, DSs. (Agro), Professor of the Department of Forestry and Environmental Management, Leading Researcher of the Laboratory of Forest Ecosystems; SPIN-code: 6136-9786; Scopus Author ID: 57211205270, ORCID: 0000-0003-4965-3670, vais6365@mail.ru

Pavel V. Mikhailov, CSs (Agro), Head of the Department of Forestry and Environmental Management, Leading Researcher of the Laboratory of Forest Ecosystems, SPIN-code: 3337-8195, Scopus Author ID: 57219098463, ORCID: 0000-0003-3967-0709, mihaylov.p.v@mail.ru

Victor N. Nemich, CSs (Agro), Associate Professor of the Department of Forestry and Nature Management, Senior Researcher of the Laboratory of Forest Ecosystems; SPIN-code: 1595-8393; Scopus Author ID: 57216963386; ORCID: 0000-0001-8700-532X; nvn-16@yandex.ru

Nikita A. Soklakov, Master's Degree Student of the Department of Forestry and Environmental Management, Junior Researcher of the Laboratory of Forest Ecosystems, ORCID: 0009-0005-9785-2107, Soclacov@mail.ru;

Alexandra I. Melnik, postgraduate student of the Department of Forestry and Environmental Management, Junior Researcher

научный сотрудник лаборатории «Лесных экосистем»; SPIN-код: 4657-9048, Scopus Author ID: 57486433000, ORCID: 0000-0002-1673-1639; aleksandrana2013@gmail.com

Инна Анатольевна Дрейман, магистрант кафедры «Кафедра лесного хозяйства и природопользования», младший научный сотрудник лаборатории «Лесных экосистем», ORCID: 0009-0002-2385-5194, dreiman_ia@sibsau.ru;

Никита Викторович Козлов, аспирант кафедры «Кафедра лесного хозяйства и природопользования», SPIN-код: 1052-7456, ORCID: 0009-0000-7950-6650, nik.vik.kozlov.2000@gmail.com.

Вклад авторов

А.А. Андропова – участие в сборе полевых данных, анализ и обработка материалов, подготовка первоначального текста рукописи, формулировка выводов, визуализация данных, оформление библиографического списка.

А.А. Вайс – постановка проблемы и целей, разработка концепции эксперимента, анализ полученных данных, утверждение окончательного текста статьи.

П.В. Михайлов – общее научное руководство исследованием, привлечение финансирования (руководитель гранта FEFE-2024-0029).

В.Н. Немич – участие в сборе полевых данных, анализ литературных источников.

Н.А. Соклаков – участие в сборе полевых данных, обработка данных в электронной таблице.

А.И. Мельник – участие в полевых работах, измерительные исследования.

И.А. Дрейман – участие в сборе данных, подготовка сопроводительных документов.

Н.В. Козлов – разработка методологии экспериментальных исследований, взаимодействие с редакцией журнала (корреспондирующий автор).

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interest

Поступила в редакцию / Received 01.09.2025

Поступила после рецензирования и доработки / Received 15.04.2026

Принята к публикации / Accepted 22.04.2026

of the Laboratory of Forest Ecosystems; SPIN-code: 4657-9048, Scopus Author ID: 57486433000, ORCID: 0000-0002-1673-1639; aleksandrana2013@gmail.com

Inna A. Dreiman, Master's Degree Student of the Department of Forestry and Environmental Management, Junior Researcher of the Laboratory of Forest Ecosystems, ORCID: 0009-0002-2385-5194, dreiman_ia@sibsau.ru;

Nikita V. Kozlov, post graduate student, Department of Forestry and Environmental Management, SPIN-code: 1052-7456, ORCID: 0009-0000-7950-6650, nik.vik.kozlov.2000@gmail.com.

Author Contribution

A.A. Andronova – participation in the collection of field data, analysis and processing of materials, preparation of the initial text of the manuscript, formulation of conclusions, data visualization, design of the bibliography.

A.A. Weiss – formulation of the problem and goals, development of the concept of the experiment, analysis of the data obtained, approval of the final text of the article

P.V. Mikhailov – general scientific supervision of the study, attraction of financing (grant supervisor FEFE-2024-0029).

V.N. Nemich – participation in the collection of field data, analysis of literary sources.

N.A. Soklakov – participation in the collection of field data, data processing in a spreadsheet.

A.I. Melnik – participation in field work, measurement research.

I.A. Dreiman – participation in data collection, preparation of accompanying documents.

Kozlov N.V. – development of the methodology of experimental research, interaction with the editorial board of the journal (corresponding author).