

Научная статья

УДК 630*521.1(470.333)

DOI 10.48012/1817-5457_2025_4_49-58

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ДИАМЕТРОМ ДЕРЕВЬЕВ НА ВЫСОТЕ 1,3 М В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА И ВЫСОТЫ ПНЕЙ ДЛЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Перепечина Юлия Ивановна[✉], Стрелков Сергей Сергеевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»,
Брянск, Россия

y-rerepechina@mail.ru

Аннотация. В настоящее время отсутствуют методы оценки объемов незаконно срубленной древесины. Для отдельных регионов отсутствуют таблицы перехода от диаметров пня к диаметрам на высоте 1,3 м, а также не учитывается высота пня. Авторами разработаны математические модели для оценки диаметров деревьев на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пней для основных лесообразующих пород Брянской области. Для выявления закономерностей образующей древесных стволов деревьев сосны, ели, березы, осины, ольхи черной и дуба закладывали пробные площади и круговые площадки, на которых измеряли по 20 учетных деревьев по основному элементу леса. Исследования проводились на территории ГКУ Брянской области, в Учебно-опытном лесничестве. Согласно методике, на учетных деревьях измеряли диаметры на высотах 0,01 м; 0,1 м; 0,2 м; 0,3 м; 0,4 м; 0,5 м; 1,3 м. Общее количество учетных деревьев составило 926 шт. Полученные в ходе исследования изменения сбега древесных стволов не противоречат, а подтверждают известные закономерности роста и развития древесной растительности, установленные по таксационным признакам для различных лесных зон России. Для моделирования сбега комлевой части древесных стволов применялась аддитивная модель, предложенная В. Л. Черных и его коллегами. Получены модели сбега комлевой части древесных стволов в относительных величинах основных древесных пород. Разработаны математические модели для оценки диаметров деревьев на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пней. Коэффициент детерминации для исследуемых древесных пород выше 0,99 ед. Для определения объема незаконно срубленной древесины в случае отсутствия ствола дерева необходимо производить измерение диаметра и высоты пня, а затем применить разработанные нами таблицы для перевода на диаметр на высоте 1,3 м.

Ключевые слова: диаметр дерева на высоте 1,3 м, диаметр пня, высота пня, статистические показатели, табулированные значения, относительные величины диаметра.

Для цитирования: Перепечина Ю. И., Стрелков С. С. Моделирование связи между диаметром деревьев на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пней для древесных пород Брянской области // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. №4 (84). С. 49-58. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_4_49-58.

Актуальность. В настоящее время отсутствуют методы оценки объемов незаконно заготовленной древесины. Переход от диаметров пня к диаметрам на высоте 1,3 м используется для установления запаса.

В вопросе соотношения диаметров комлевой части деревьев большое значение имеет высота пня, поскольку существующие нормативы используют разные методические подходы: в одних таблицах диаметры измеряют у шейки корня, в других – на высоте 20-25 см от основания почвы, в третьих высота пня принималась равной одной трети величины диаметра на высоте 1,3 м.

Следовательно, выявление связи между диаметром пня (D_n) и диаметром на высоте 1,3 м ($D_{1,3}$) имеет не только теоретическое, но и практи-

ическое значение. Установление зависимости дает возможность по D_n и высоте пня определить $D_{1,3}$, что является актуальной темой исследования.

Согласно исследованиям П. Хаккила, между диаметром дерева на высоте 1,3 м и диаметром пня существует прямолинейная зависимость: $d_{1,3} = 0,75d_n$. Средний диаметр пня в 1,32 раза больше диаметра ствола на высоте 1,3 м независимо от породы [5].

Для перехода от диаметров пней к диаметрам на высоте 1,3 м необходимо использовать специальные нормативы (таблицы) [6].

Впервые такие таблицы были опубликованы в «Справочнике таксатора» (1952 г.), составлены В. Е. Шульцем в 1938 г. [12, 13]. Первый вариант таблицы служил для восстановления так-

сационной характеристики древостоя, бывшего до рубки и затем пройденного выборочной (или иной) рубкой.

Ю. В. Селиванов, в 1973 г. исследуя сосновые молодняки (I класса возраста) естественного происхождения, изучал зависимость между диаметром на пне и диаметром на высоте 1,3 м. Сопоставление полученных результатов с материалами справочника свидетельствовало о совпадении данных [11].

В брянских лесах данным вопросом занимались Ф. В. Кишенков и А. А. Соломников [2]. Для сосны и ели ими получены модели перехода с D_p на $D_{1,3}$.

А. А. Вайсом исследовались закономерности перехода от диаметра пня к диаметру на высоте 1,3 м сосны, лиственницы сибирской, пихты сибирской, березы в лесных районах Средней Сибири. Ученый пришел к выводу, что для лесов Сибири необходимо разрабатывать местные таблицы соотношения диаметров на высоте 1,3 м и диаметров на высоте пня для каждого лесного района [1].

Е. А. Уссом разработаны таблицы перевода диаметра дерева на высоте пня к диаметру на высоте 1,3 м для основных лесообразующих пород Беларуси (сосна, ель, дуб, осина, береза и ольха черная) и методика их практического применения, которые позволяют определить объемы стволов вырубленного древостоя с точностью $\pm 15\%$ для совокупности лесосек [14].

А. М. Межибовским составлены таблицы перевода диаметра стволов на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра пня для сосны, ели, пихты, березы, осины [6].

Все до настоящего времени составленные таблицы перевода диаметра пня на диаметр на высоте 1,3 м не учитывали высоту пня.

Анализ исходных данных о диаметрах древесного ствала на его различных высотах и материалы публикаций позволяют отметить, что различия в диаметрах на шейке корня и на высоте ствала 1,3 м для различных древесных пород могут достигать от 130 до 225 %.

Для повышения точности перевода диаметров пней на диаметр на высоте 1,3 м необходимо разработать региональные лесотаксационные нормативы с учетом высоты пней.

Цель исследований заключается в создании оптимальной модели для представления закономерностей сбега комлевой части стволов для основных древесных пород Брянской области, района хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации.

Задачи исследований: выполнить анализ разработанных лесотаксационных таблиц и их моделей для перехода от диаметра пня к диаметру на высоте 1,3 м по основным древесным породам; разработать методику полевых и камеральных работ по сбору и обработке экспериментальных данных; обосновать вид математической модели для прогнозирования значений диаметров стволов на высоте 1,3 м по измерениям диаметров пней и их высот; выполнить вычислительный эксперимент по оценке новых нормативов соотношения диаметров на высоте 1,3 м и диаметров пней и их высот по основным древесным породам Брянской области.

Материал и методы исследования. Объектом исследований послужили лесные насаждения по элементам леса, а предметом исследования являются закономерности сбега комлевой части древесных стволов основных древесных пород Брянской области.

Методы закладки пробных площадей, камеральные работы выполнены по методике Черных В. Л. [4]. Сбор экспериментальных данных проводился по методу пробных площадей, которые закладывались в соответствии с ОСТ-56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки» [9]. Места для закладки пробных площадей выбирались систематически, размер 25x25 м. По ходовым линиям через 20 м в исследуемых лесных насаждениях закладывались круговые площадки постоянного радиуса по учету растущих деревьев – радиусом 11,3 м, площадью 400 м². Авторами заложено 6 пробных площадей, 30 круговых площадок, 25 пробных площадей взяты из архива пробных площадей кафедры «Лесное дело и технология деревообработки» БГИТУ. Такой подход по размещению пробных площадей и круговых площадок дает возможность выполнить условие охвата большого разнообразия насаждений исследуемой породы по классу бонитета, полноте, типу леса. Экспериментальный материал собран на территории ГКУ Брянской области «Учебно-опытное лесничество». Количество учетных деревьев составило 926 шт.

На пробных площадях по основному элементу леса на территории исследуемых лесотаксационных выделов измеряли диаметры деревьев на высотах по древесному стволу: 0,01 м (шейка корня); 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1,3 м. Замеры производились в двух взаимно перпендикулярных направлениях (С-Ю, В-З) стандартной мерной вилкой с точностью до 1 мм. Для установления места измерения высот по стволу применяли метр складной (2000) производства «Зубр». Рез-

зультаты измерений заносились в специальную ведомость, в которой вычислялось среднее значение D_n и $D_{1,3}$ из двух замеров.

Результаты исследования и их обсуждение. При камеральной обработке все замеры были сгруппированы по двухсантиметровым ступеням толщины и в каждую ступень, соответствующую диаметру на высоте пня, заносились замеры на высоте груди. В результате по всем ступеням толщины были сформированы вариационные ряды.

На первом этапе исследований для достижения поставленной цели был проведен статистический анализ абсолютных и относительных значений диаметров древесных стволов по сосне, ели, березе, осине, ольхе черной, дубу, пронизрастающих в условиях Брянской области.

Относительные значения диаметров стволов на разных высотах для каждой древесной породы рассчитывались по формуле (1):

$$Pdp_{(hp)} = dp_{hp} \times 100 / d_{1,3}, \quad (1)$$

Таблица 1 – Статистические показатели абсолютных значений диаметров комлевой части учетных деревьев по древесным породам на пробных площадях (пример приведен для сосны)

Порода	Статистический показатель	Диаметр стволов на различных высотах (м), см						
		0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,3
Сосна	Среднее	37.0	35.5	33.9	32.6	31.9	31.5	28.7
	Стандартная ошибка	3.5	3.4	3.3	3.2	3.2	3.1	2.9
	Стандартное отклонение	20.1	19.5	19.2	18.6	18.2	18.0	16.5
	Дисперсия выборки	404.7	380.3	368.7	346.7	332.1	323.1	270.8
	n, ед.	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
	Изменчивость (V), %	54.3	54.9	56.7	57.1	57.1	57.0	57.3
	Точность (P), %	9.5	9.6	9.9	9.9	9.9	9.9	10.0
	Достоверность (t_{st}), ед.	10.6	10.5	10.1	10.1	10.1	10.1	10.0

Таблица 2 – Статистические показатели относительных значений диаметров комлевой части учетных деревьев по древесным породам на пробных площадях (пример приведен для сосны)

Порода	Статистический показатель	Диаметр на различных высотах (м), %					
		0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Сосна	Среднее	131.9	126.1	118.9	114.1	111.6	110.2
	Стандартная ошибка	2.3	2.3	1.3	0.9	0.8	0.7
	Стандартное отклонение	13.4	13.0	7.3	5.0	4.6	4.1
	Дисперсия выборки	178.3	168.4	53.9	25.3	21.6	16.7
	n, ед.	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
	Изменчивость (V), %	10.1	10.3	6.2	4.4	4.2	3.7
	Точность (P), %	1.8	1.8	1.1	0.8	0.7	0.6
	Достоверность (t_{st}), ед.	56.7	55.8	93.0	130.2	138.1	154.9

где $Pdp_{(hp)}$ – диаметр ствола на высоте пня (hp), %; dp_{hp} – диаметр ствола на высоте пня, см; $d_{1,3}$ – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см; hp – высота пня, см.

Результаты измерений абсолютных и расчетов относительных значений диаметров на разных высотах по древесному стволу по древесным породам являются основой обоснования подхода к выбору вида исходных данных для поиска оптимальной модели образующей древесного ствола (табл. 1, 2).

Расчеты показали, что статистические показатели параметров пней в абсолютных и относительных величинах по древесным породам для условий Брянской области достоверны ($t_{st} > 3$) и статистически значимы.

Статистический анализ показывает, что числовые значения коэффициента изменчивости диаметров пней в абсолютных значениях на различных высотах комлевой части древесных стволов основных пород характеризуются как большие 26,1-57,3 %, а в относительных величинах – умеренные 6,6-10,4 %.

В целом установлено, что изменчивость диаметров в относительных величинах в 4-15 раз ниже, чем в абсолютных значениях. Это свидетельствует о том, что выявление закономерностей сбега комлевой части ствола древесных пород необходимо проводить в относительных величинах. Относительные значения диаметров на различных высотах древесных стволов наиболее стабильны и отражают устойчивые закономерности сбега в комлевой части деревьев. Таким образом, можно рекомендовать выявление закономерностей сбега древесного ствола, разработку моделей и таблиц сбега по экспериментальным материалам, выраженным в относительных величинах.

Далее произвели расчет значений диаметров деревьев на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пней основных древесных пород. Были получены формулы для расчета Δ на 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пней и составлены переводные таблицы.

Важно отметить, что данные, полученные в ходе исследования, изменения сбега древесных стволов в Брянской области не противоречат, а подтверждают известные закономерности роста и развития древесной растительности, установленные по таксационным признакам для различных лесных зон России.

Для моделирования сбега комлевой части древесных стволов применялась аддитивная модель, предложенная В. Л. Черных и его коллегами. Практическое применение такой модели имеет следующую последовательность [4]:

1) зависимость диаметров стволов деревьев на высоте 1,3 м от их диаметров на пне с учетом высоты пня в относительных величинах определяется по экспериментальным данным с использованием функции

$$Pdp_{(hp)} = c_1 \times \exp(-c_2 \times hp) + c_3 \times hp^{c_4}, \quad (2)$$

где $Pdp_{(hp)}$ – относительное значение диаметра пня на заданной высоте пня, %; $d_{1,3}$ – диаметр

ствола на высоте 1,3 м, см; c_1, c_2, c_3, c_4 – коэффициенты уравнений, ед.; dp – диаметр ствола на пне, см; hp – высота пня, см;

2) фактическое значение диаметров стволов деревьев на высоте 1,3 м от их диаметров на пне с учетом высоты пня определяется по уравнению:

$$d_{1,3} = d_p \times 100 / Pdp_{(hp)}, \quad (3)$$

где $Pdp_{(hp)}$ – относительное значение диаметра пня на заданной высоте пня по конкретной древесной породе, %.

Математические модели, характеризующие относительные значения диаметров древесных стволов сосны, ели, березы, осины, ольхи черной и дуба в зависимости от высоты среза от корневой шейки, имеет высокий коэффициент детерминации, равный 0,993...0,999 ед. (форм. 2, 3, таблица 3). Таким образом, адекватность моделей подтверждается высоким значением коэффициента детерминации, равным 0.99 ед., что свидетельствует о приближении рассматриваемой закономерности сбега древесного ствола в относительных единицах к функциональной зависимости.

Расчеты по модели показывают, что для условий Брянской области различия диаметров на шейке корня (0,01 м) и на высоте 1,3 м, например, для сосны составляет 23,9 %. Следовательно, для снижения погрешности определения диаметров деревьев на высоте 1,3 м по измерениям диаметров пней необходимо учитывать их высоту.

Графическое отображение результатов измерений диаметров образующей древесных стволов для сосны в относительных величинах и их математические модели для примера представлено на рисунке 1. Для практического применения закономерностей сбега комлевой части стволов сосны, ели, березы, осины, ольхи черной и дуба, характерных для Брянской области и зависящих от диаметра и высоты пня, рекомендуется использовать их табулированные данные.

Таблица 3 – Модели сбега комлевой части древесных стволов в относительных величинах основных древесных пород для условий Брянской области

Порода	Параметры модели	Коэффициент детерминации (R^2), ед.
Осина	=22.1603·exp(-3.49576·)+99.7900 ^(-0.0010701)	0.999
Ель	=26.1838·exp(-2.51696·)+99.0790 ^(-0.0027271)	0.999
Дуб	=26.4386·exp(-2.01498·)+98.1735 ^(-0.0043202)	0.999
Сосна	=34.2588·exp(-2.44489·)+98.5390 ^(-0.0013103)	0.993
Ольха	=26.7271·exp(-2.87400·)+99.5792 ^(-0.0080589)	0.998
Береза	=41.9292·exp(-2.17144·)+97.4900 ^(-0.0015369)	0.996

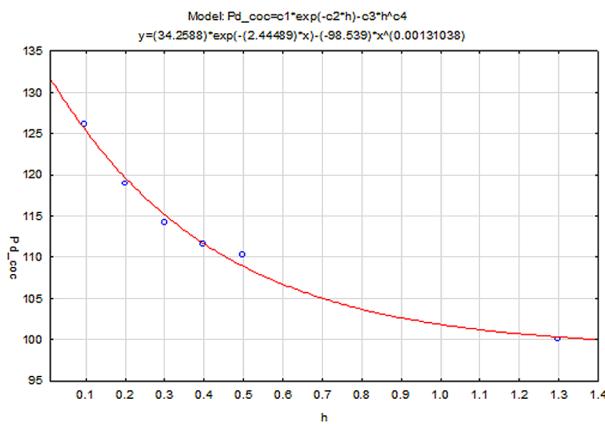


Рисунок 1 – Относительные значения (P_d) диаметров деревьев сосны на высоте 1,3 м от высоты пня (h) для условий Брянской области

Результаты расчетов значений диаметров деревьев на высоте 1,3 м шести древесных пород в зависимости от диаметра и высоты пня для условий Брянской области получены путем расчета моделей, приведенных в таблице 3.

Для примера результаты расчетов для деревьев сосны представлены на рисунке 2 и в таблице 4.

Для осины, ели, дуба, ольхи черной, березы «Таблицы перевода диаметра дерева на пне (см) к диаметру на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м) для условий Брянской области» приведены в таблицах 5-9.

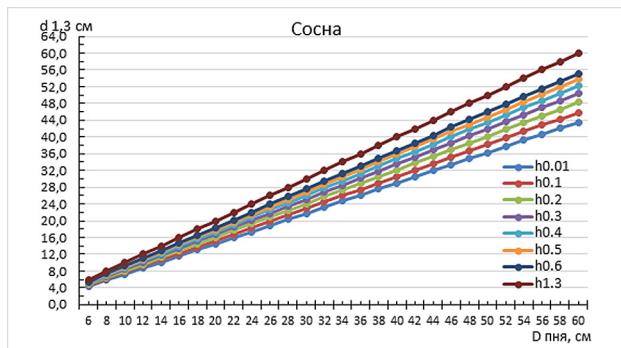


Рисунок 2 – Модельные значения диаметров деревьев сосны на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пня для условий Брянской области

Для оценки погрешностей определения диаметра на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пня применили следующую формулу:

$$\delta = (dp(hp) - d_{1,3}) * \frac{100}{d_{1,3}}, \quad (4)$$

где $d_{1,3}$ – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см; $dp(hp)$ – диаметр пня на высоте пня, см.

Таблица 4 – Табулированные значения диаметров деревьев сосны на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пня для условий Брянской области

Д пня, см	Значения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м)							
	0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,3
6	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,5	5,6	6,0
8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,2	7,4	7,5	8,0
10	7,6	8,0	8,4	8,7	9,0	9,2	9,4	10,0
12	9,1	9,6	10,1	10,4	10,8	11,1	11,3	12,0
14	10,7	11,2	11,7	12,2	12,6	12,9	13,2	14,0
16	12,2	12,8	13,4	13,9	14,4	14,7	15,0	16,0
18	13,7	14,4	15,1	15,7	16,2	16,6	16,9	18,0
20	15,2	16,0	16,8	17,4	18,0	18,4	18,8	20,0
22	16,7	17,6	18,4	19,2	19,8	20,3	20,7	22,0
24	18,3	19,2	20,1	20,9	21,6	22,1	22,6	24,0
26	19,8	20,8	21,8	22,6	23,4	24,0	24,4	26,0
28	21,3	22,4	23,5	24,4	25,2	25,8	26,3	28,0
30	22,8	24,0	25,1	26,1	27,0	27,6	28,2	30,0
32	24,4	25,6	26,8	27,9	28,7	29,5	30,1	32,0
34	25,9	27,2	28,5	29,6	30,5	31,3	32,0	34,0
36	27,4	28,8	30,2	31,3	32,3	33,2	33,8	36,0
38	28,9	30,4	31,8	33,1	34,1	35,0	35,7	38,0
40	30,4	32,0	33,5	34,8	35,9	36,9	37,6	40,0
42	32,0	33,6	35,2	36,6	37,7	38,7	39,5	42,0
44	33,5	35,2	36,9	38,3	39,5	40,5	41,4	44,0
46	35,0	36,8	38,5	40,1	41,3	42,4	43,2	46,0
48	36,5	38,4	40,2	41,8	43,1	44,2	45,1	48,0
50	38,1	40,0	41,9	43,5	44,9	46,1	47,0	50,0
52	39,6	41,6	43,6	45,3	46,7	47,9	48,9	52,0
54	41,1	43,2	45,2	47,0	48,5	49,8	50,8	54,0
56	42,6	44,8	46,9	48,8	50,3	51,6	52,6	56,0
58	44,1	46,4	48,6	50,5	52,1	53,4	54,5	58,0
60	45,7	48,0	50,3	52,2	53,9	55,3	56,4	60,0

Таблица 5 – Таблица перевода диаметра дерева на пне к диаметру на высоте 1,3 м в зависимости от высоты пня (м) для осины

Д пня, см	Значения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м)							
	0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,3
6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,7	5,8	5,8	6,0
8	6,6	6,9	7,2	7,4	7,6	7,7	7,8	8,0
10	8,2	8,6	9,0	9,3	9,5	9,6	9,7	10,0
12	9,9	10,4	10,8	11,1	11,4	11,6	11,7	12,0
14	11,5	12,1	12,6	13,0	13,3	13,5	13,6	14,0
16	13,1	13,8	14,4	14,9	15,2	15,4	15,6	16,0
18	14,8	15,6	16,2	16,7	17,1	17,4	17,5	18,0
20	16,4	17,3	18,0	18,6	19,0	19,3	19,5	20,0

Окончание таблицы 5

Д пня, см	Значения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м)							
	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.3
22	18,1	19,0	19,8	20,4	20,9	21,2	21,4	22,0
24	19,7	20,8	21,6	22,3	22,8	23,1	23,4	24,0
26	21,4	22,5	23,4	24,1	24,7	25,1	25,3	26,0
28	23,0	24,2	25,2	26,0	26,6	27,0	27,3	28,0
30	24,7	25,9	27,0	27,9	28,5	28,9	29,2	30,0
32	26,3	27,7	28,8	29,7	30,4	30,9	31,2	32,0
34	27,9	29,4	30,6	31,6	32,3	32,8	33,1	34,0
36	29,6	31,1	32,4	33,4	34,2	34,7	35,1	36,0
38	31,2	32,9	34,2	35,3	36,1	36,6	37,0	38,0
40	32,9	34,6	36,0	37,1	38,0	38,6	39,0	40,0
42	34,5	36,3	37,8	39,0	39,9	40,5	40,9	42,0
44	36,2	38,0	39,6	40,9	41,8	42,4	42,9	44,0
46	37,8	39,8	41,5	42,7	43,7	44,3	44,8	46,0
48	39,4	41,5	43,3	44,6	45,6	46,3	46,8	48,0
50	41,1	43,2	45,1	46,4	47,5	48,2	48,7	50,0
52	42,7	45,0	46,9	48,3	49,4	50,1	50,7	52,0
54	44,4	46,7	48,7	50,1	51,3	52,1	52,6	54,0
56	46,0	48,4	50,5	52,0	53,2	54,0	54,6	56,0
58	47,7	50,1	52,3	53,9	55,0	55,9	56,5	58,0
60	49,3	51,9	54,1	55,7	56,9	57,8	58,5	60,0

Таблица 6 – Таблица перевода диаметра дерева на пне к диаметру на высоте 1,3 м в зависимости от высоты пня (м) для ели

Д пня, см	Значения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м)							
	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.3
6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	6,0
8	6,4	6,7	6,9	7,2	7,3	7,5	7,6	8,0
10	7,9	8,3	8,7	9,0	9,2	9,4	9,5	10,0
12	9,5	10,0	10,4	10,7	11,0	11,2	11,4	12,0
14	11,1	11,7	12,1	12,5	12,9	13,1	13,3	14,0
16	12,7	13,3	13,9	14,3	14,7	15,0	15,2	16,0
18	14,3	15,0	15,6	16,1	16,5	16,9	17,1	18,0
20	15,9	16,7	17,3	17,9	18,4	18,7	19,0	20,0
22	17,5	18,3	19,1	19,7	20,2	20,6	21,0	22,0
24	19,1	20,0	20,8	21,5	22,0	22,5	22,9	24,0
26	20,7	21,7	22,5	23,3	23,9	24,4	24,8	26,0
28	22,2	23,3	24,3	25,1	25,7	26,2	26,7	28,0
30	23,8	25,0	26,0	26,9	27,5	28,1	28,6	30,0
32	25,4	26,7	27,7	28,6	29,4	30,0	30,5	32,0
34	27,0	28,3	29,5	30,4	31,2	31,9	32,4	34,0
36	28,6	30,0	31,2	32,2	33,1	33,7	34,3	36,0
38	30,2	31,7	32,9	34,0	34,9	35,6	36,2	38,0
40	31,8	33,3	34,7	35,8	36,7	37,5	38,1	40,0
42	33,4	35,0	36,4	37,6	38,6	39,4	40,0	42,0

Окончание таблицы 6

Д пня, см	Значения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м)							
	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.3
44	35,0	36,6	38,1	39,4	40,4	41,2	41,9	44,0
46	36,5	38,3	39,9	41,2	42,2	43,1	43,8	46,0
48	38,1	40,0	41,6	43,0	44,1	45,0	45,7	48,0
50	39,7	41,6	43,3	44,8	45,9	46,9	47,6	50,0
52	41,3	43,3	45,1	46,5	47,8	48,7	49,5	52,0
54	42,9	45,0	46,8	48,3	49,6	50,6	51,4	54,0
56	44,5	46,6	48,6	50,1	51,4	52,5	53,3	56,0
58	46,1	48,3	50,3	51,9	53,3	54,4	55,2	58,0
60	47,7	50,0	52,0	53,7	55,1	56,2	57,1	60,0

Таблица 7 – Таблица перевода диаметра дерева на пне к диаметру на высоте 1,3 м в зависимости от высоты пня (м) для дуба

Д пня, см	Значения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м)							
	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.3
6	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	6,0
8	6,3	6,6	6,9	7,1	7,2	7,4	7,5	8,0
10	7,9	8,3	8,6	8,8	9,1	9,2	9,4	10,0
12	9,5	9,9	10,3	10,6	10,9	11,1	11,3	12,0
14	11,1	11,6	12,0	12,4	12,7	12,9	13,2	14,0
16	12,7	13,2	13,7	14,1	14,5	14,8	15,1	16,0
18	14,3	14,9	15,4	15,9	16,3	16,6	16,9	18,0
20	15,9	16,6	17,2	17,7	18,1	18,5	18,8	20,0
22	17,5	18,2	18,9	19,4	19,9	20,3	20,7	22,0
24	19,0	19,9	20,6	21,2	21,7	22,2	22,6	24,0
26	20,6	21,5	22,3	23,0	23,6	24,0	24,5	26,0
28	22,2	23,2	24,0	24,8	25,4	25,9	26,3	28,0
30	23,8	24,8	25,7	26,5	27,2	27,7	28,2	30,0
32	25,4	26,5	27,5	28,3	29,0	29,6	30,1	32,0
34	27,0	28,2	29,2	30,1	30,8	31,4	32,0	34,0
36	28,6	29,8	30,9	31,8	32,6	33,3	33,9	36,0
38	30,1	31,5	32,6	33,6	34,4	35,1	35,8	38,0
40	31,7	33,1	34,3	35,4	36,2	37,0	37,6	40,0
42	33,3	34,8	36,0	37,1	38,1	38,8	39,5	42,0
44	34,9	36,4	37,8	38,9	39,9	40,7	41,4	44,0
46	36,5	38,1	39,5	40,7	41,7	42,5	43,3	46,0
48	38,1	39,7	41,2	42,4	43,5	44,4	45,2	48,0
50	39,7	41,4	42,9	44,2	45,3	46,2	47,0	50,0
52	41,3	43,1	44,6	46,0	47,1	48,1	48,9	52,0
54	42,8	44,7	46,3	47,7	48,9	49,9	50,8	54,0
56	44,4	46,4	48,1	49,5	50,7	51,8	52,7	56,0
58	46,0	48,0	49,8	51,3	52,5	53,6	54,6	58,0
60	47,6	49,7	51,5	53,0	54,4	55,5	56,5	60,0

Таблица 8 – Таблица перевода диаметра дерева на пне к диаметру на высоте 1,3 м в зависимости от высоты пня (м) для ольхи черной

Д пня, см	Значения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м)							
	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.3
6	4,6	4,9	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	6,0
8	6,2	6,6	6,9	7,2	7,4	7,5	7,6	8,0
10	7,7	8,2	8,6	8,9	9,2	9,4	9,5	10,0
12	9,3	9,9	10,4	10,7	11,0	11,3	11,5	12,0
14	10,8	11,5	12,1	12,5	12,9	13,1	13,4	14,0
16	12,4	13,2	13,8	14,3	14,7	15,0	15,3	16,0
18	13,9	14,8	15,5	16,1	16,5	16,9	17,2	18,0
20	15,5	16,5	17,3	17,9	18,4	18,8	19,1	20,0
22	17,0	18,1	19,0	19,7	20,2	20,7	21,0	22,0
24	18,6	19,8	20,7	21,5	22,1	22,5	22,9	24,0
26	20,1	21,4	22,4	23,2	23,9	24,4	24,8	26,0
28	21,7	23,0	24,2	25,0	25,7	26,3	26,7	28,0
30	23,2	24,7	25,9	26,8	27,6	28,2	28,6	30,0
32	24,7	26,3	27,6	28,6	29,4	30,1	30,5	32,0
34	26,3	28,0	29,3	30,4	31,3	31,9	32,5	34,0
36	27,8	29,6	31,1	32,2	33,1	33,8	34,4	36,0
38	29,4	31,3	32,8	34,0	34,9	35,7	36,3	38,0
40	30,9	32,9	34,5	35,8	36,8	37,6	38,2	40,0
42	32,5	34,6	36,2	37,6	38,6	39,4	40,1	42,0
44	34,0	36,2	38,0	39,3	40,4	41,3	42,0	44,0
46	35,6	37,9	39,7	41,1	42,3	43,2	43,9	46,0
48	37,1	39,5	41,4	42,9	44,1	45,1	45,8	48,0
50	38,7	41,2	43,1	44,7	46,0	47,0	47,7	50,0
52	40,2	42,8	44,9	46,5	47,8	48,8	49,6	52,0
54	41,8	44,4	46,6	48,3	49,6	50,7	51,5	54,0
56	43,3	46,1	48,3	50,1	51,5	52,6	53,5	56,0
58	44,9	47,7	50,0	51,9	53,3	54,5	55,4	58,0
60	46,4	49,4	51,8	53,7	55,2	56,3	57,3	60,0

Расчет погрешностей определения диаметра ствола на высоте 1,3 м показывает, что минимальное отличие диаметра на шейке корня

Таблица 9 – Таблица перевода диаметра дерева на пне к диаметру на высоте 1,3 м в зависимости от высоты пня (м) для береск

Д пня, см	Значения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (см) в зависимости от высоты пня (м)							
	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.3
6	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,5	6,0
8	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,2	7,4	8,0
10	7,3	7,6	8,0	8,4	8,7	9,0	9,2	10,0
12	8,7	9,2	9,6	10,1	10,4	10,8	11,0	12,0
14	10,2	10,7	11,3	11,7	12,2	12,6	12,9	14,0
16	11,6	12,2	12,9	13,4	13,9	14,3	14,7	16,0
18	13,1	13,8	14,5	15,1	15,7	16,1	16,5	18,0
20	14,5	15,3	16,1	16,8	17,4	17,9	18,4	20,0
22	16,0	16,8	17,7	18,5	19,1	19,7	20,2	22,0
24	17,4	18,3	19,3	20,1	20,9	21,5	22,1	24,0
26	18,9	19,9	20,9	21,8	22,6	23,3	23,9	26,0
28	20,3	21,4	22,5	23,5	24,4	25,1	25,7	28,0
30	21,8	22,9	24,1	25,2	26,1	26,9	27,6	30,0
32	23,2	24,4	25,7	26,9	27,8	28,7	29,4	32,0
34	24,7	26,0	27,3	28,5	29,6	30,5	31,2	34,0
36	26,1	27,5	28,9	30,2	31,3	32,3	33,1	36,0
38	27,6	29,0	30,5	31,9	33,1	34,1	34,9	38,0
40	29,0	30,6	32,2	33,6	34,8	35,9	36,8	40,0
42	30,5	32,1	33,8	35,2	36,5	37,7	38,6	42,0
44	31,9	33,6	35,4	36,9	38,3	39,4	40,4	44,0
46	33,4	35,1	37,0	38,6	40,0	41,2	42,3	46,0
48	34,8	36,7	38,6	40,3	41,8	43,0	44,1	48,0
50	36,3	38,2	40,2	42,0	43,5	44,8	46,0	50,0
52	37,7	39,7	41,8	43,6	45,2	46,6	47,8	52,0
54	39,2	41,3	43,4	45,3	47,0	48,4	49,6	54,0
56	40,6	42,8	45,0	47,0	48,7	50,2	51,5	56,0
58	42,1	44,3	46,6	48,7	50,5	52,0	53,3	58,0
60	43,5	45,8	48,2	50,3	52,2	53,8	55,1	60,0

и диаметра на высоте 1,3 м наблюдается у осины (18,3 %), тогда как у береск это различие самое существенное (26,7 %) – таблица 10.

Таблица 10 – Погрешности определения значений диаметров деревьев на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пня для условий Брянской области

Древесная порода	Погрешность определения диаметра дерева на высоте 1,3 м, %							
	высота пня, м							
	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.3
Сосна	23,9	20,0	16,2	12,9	10,2	7,9	6,0	0,0
Осина	18,3	13,3	10,0	6,7	5,0	3,3	3,3	0,0
Ель	20,0	16,7	13,3	10,0	8,3	6,7	5,0	0,0
Дуб	20,0	16,7	15,0	11,7	10,0	8,3	6,7	0,0
Ольха	23,3	18,3	13,3	10,0	8,3	6,7	5,0	0,0
Береска	26,7	23,3	20,0	16,7	13,3	10,0	8,3	0,0

Выводы:

1. В рамках действующего постановления Правительства РФ № 1730 от 29 декабря 2018 г., автором предусмотрена методика восстановления объема незаконно срубленного древостоя, исходя только из диаметра пня, то есть при расчете учитывается только один фактор. Между тем лесопользователем при заготовке древесины оставляются пни различной высоты, данный фактор имеет существенное влияние на достоверный объем срубленного дерева при проведении расчетов [7, 8, 10].

2. Установлено, что максимальное отклонение при оценке диаметра дерева на высоте 1,3 м, согласно двухфакторным моделям, учитывающим диаметр и высоту пня, отмечается у основания ствола (корневой шейки) – 0,01 м, и это справедливо для всех исследованных древесных пород. Наименьшая разница в диаметре ствола между шейкой корня и высотой 1,3 м отмечена у осины (18,3 %), тогда как у березы это разлиение самое существенное (26,7 %). При высоте пня 30 см эти показатели составляют 6,7 % и 16,7 % соответственно.

3. Разработанные математические модели (табл. 4-9) для оценки диаметров деревьев на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра и высоты пней имеют высокую адекватность. Коэффициент детерминации для исследуемых древесных пород выше 0,99 ед.

4. В большинстве случаев факты незаконной рубки лесных насаждений выявляются при отсутствии ствола на месте совершения правонарушения, в связи с чем расчет вреда производится исходя из диаметров пней в местах спила лесных насаждений, которые, согласно действующему законодательству, не переводятся на высоту 1,3 м, а принимаются за диаметры ствола на указанной высоте, что ведет к увеличению значения объема древесины и, соответственно, вреда. Действующая методика применяется не только в целях определения объема уничтоженных, поврежденных или срубленных лесных насаждений вследствие незаконных рубок, но и при проверках объемов рубок лесных насаждений в границах отведенных лесосек [7, 8, 10].

Список источников

1. Вайс А. А. Взаимосвязь диаметра на высоте груди и диаметра стволов на высоте пня // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. Сиб. гос. технол. ун-та. Красноярск, 2000. С. 35-39.
2. Кишенков Ф. В., Соломников А. А. Исследование закономерности перехода от диаметра пня к диаметру на высоте груди // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. Брян. гос. инженер.-технол. ун-т / под общ. ред. Е. А. Памфилова. Брянск, 2009. Вып. 23. С. 27-31.
3. Ковязин В. Ф., Леонтьев Л. Л., Минаев В. Н. Таксация леса. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 240 с.
4. Модель сбега комлевой части стволов основных древесных пород хвойно-широколиственных лесов Среднего Поволжья / В. Л. Черных, Л. В. Черных, Д. В. Черных, С. А. Денисов. DOI: 10.25686/2306-2827.2022.2.40 // Вестник Поволжья гос. технол. ун-та. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2022. № 2 (54). С. 40–54.
5. Никишов В. Д. Комплексное использование древесины. Москва: Моск. гос. ун-т леса, 2006. 262 с.
6. Общесоюзные нормативы для таксации лесов: справочник / В. В. Загреев [и др.]. Москва: Колос, 1992. 496 с.
7. Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства. Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2018 г. № 1730.
8. О внесении изменений в приложение № 4 к Особенностям возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства. Постановление Правительства РФ от 18 декабря 2020 г. № 2164.
9. ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустройственные. Метод закладки. Москва: ЦБНТИ-лесхоз. 1984. 60 с.
10. Перепечина Ю. И., Стрелков С. С., Цирихова С. Ю. Методика определения объема срубленной древесины в границах отведенных лесосек // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3(83). С. 64-71. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_3_64-71.
11. Селиванов Ю. В. Соотношение диаметров на высоте пня и на высоте груди в сосновых молодняках Учебно-опытного лесхоза СТИ // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. трудов. Сиб. технолог. ин-т. Красноярск, 1973. Вып. 2. С. 221-224.
12. Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора: таблицы для таксации леса / под ред. проф. Н. В. Третьякова. Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1952. 854 с.
13. Третьяков Н. В., Горский П. В., Шульц В. Е. Справочник таксатора: таблицы для таксации леса / под ред. проф. Н. В. Третьякова; Гос. всесоюз. трест лесной авиации, Науч.-эксперимент. лаборатория. Ленинград: Гослестехиздат, 1940. 494 с.
14. Усс Е. А. К вопросу определения запасов вырубленной древесины на лесосеке по пням // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. Брянск. гос. инж.-технол. ун-т / под общ. ред. Е. А. Памфилова. Брянск, 2012. Вып. 31. С. 68-72.

References

1. Vajs A. A. Vzaimosvyaz` diametra na vy`sote grudi i diametra stvolov na vy`sote pnyu // Lesnaya taksaciya i lesoustroystvo: mezhvuz. sb. nauch. tr. Sib. gos. texnol. un-ta. Krasnoyarsk, 2000. S. 35-39.
2. Kishenkov F. V., Solomnikov A. A. Issledovanie zakonomernosti perexoda ot diametra pnyu k diametru na vy`sote grudi // Aktual`nye problemy` lesnogo kompleksa: sb. nauch. tr. Bryan. gos. inzhener.-texnol. un-t / pod obshh. red. E. A. Pamfilova. Bryansk, 2009. Vy`p. 23. S. 27-31.
3. Kovyazin V. F., Leont`ev L. L., Minaev V. N. Taksaciya lesa. Sankt-Peterburg: Lan`, 2022. 240 s.
4. Model` sbega komlevoj chasti stvolov osnovnyx drevesnyx porod xvojno-shirokolistvennyx lesov Srednego Povolzh`ya / V. L. Cherny`x, L. V. Cherny`x, D. V. Cherny`x, S. A. Denisov. DOI: 10.25686/2306-2827.2022.2.40 // Vestnik Povolzh`ya gos. texnol. un-ta. Ser.: Les. E`kologiya. Prirodopol`zovanie. 2022. № 2 (54). S. 40-54.
5. Nikishov V. D. Kompleksnoe ispol`zovanie drevesiny. Moskva: Mosk. gos. un-ta lesa, 2006. 262 s.
6. Obshhesoyuznye normativy` dlya taksacii lesov: spravochnik / V. V. Zagreev [i dr.]. Moskva: Kolos, 1992. 496 s.
7. Ob utverzhdenii osobennostej vozmeshheniya vreda, prichinennogo lesam i naxodyashhimsya v nix prirodnym ob`ektam vsledstvie narusheniya lesnogo zakonodatel`stva. Postanovlenie Pravitel`stva RF ot 29 dekabrya 2018 g. № 1730.
8. O vnesenii izmenenij v prilozhenie № 4 k Osobennostyam vozmeshheniya vreda, prichinennogo lesam i naxodyashhimsya v nix prirodnym ob`ektam vsledstvie narusheniya lesnogo zakonodatel`stva. Postanovlenie Pravitel`stva RF ot 18 dekabrya 2020 g. № 2164.
9. OST 56-69-83 Probnye ploshhadi lesoustroitel`nye. Metod zakladki. Moskva: CzBNTI-lesxoz. 1984. 60 s.
10. Perepechina Yu. I., Strelkov S. S., Cirixova S. Yu. Metodika opredeleniya ob`ema srublennoj drevesiny` v graniczax otvedennyx lesosek // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2025. № 3(83). S. 64-71. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_3_64-71.
11. Selivanov Yu. V. Sootnoshenie diametrov na vy`sote pnyu i na vy`sote grudi v sosnovyx molodnyakax Uchebno-opytnogo leszoza STI // Lesnaya taksaciya i lesoustroystvo: mezhvuz. sb. nauch. trudov. Sib. texnolog. in-t. Krasnoyarsk, 1973. Vy`p. 2. S. 221-224.
12. Tret`yakov N. V., Gorskij P. V., Samojlovich G. G. Spravochnik taksatora: tablicy dlya taksacii lesa / pod red. prof. N. V. Tret`yakova. Moskva; Leningrad: Goslesbumizdat, 1952. 854 s.
13. Tret`yakov N. V., Gorskij P. V., Shul`cz V. E. Spravochnik taksatora: tablicy dlya taksacii lesa / pod red. prof. N. V. Tret`yakova; Gos. vsesoyuz. trest lesnoj aviacii, Nauch.-e`ksperiment. laboratoriya. Leningrad: Goslestexizdat, 1940. 494 s.
14. Uss E. A. K voprosu opredeleniya zapasov vy`rubленnoj drevesiny` na lesoseke po pnyam // Aktual`nye problemy` lesnogo kompleksa: sb. nauch. tr. Bryan. gos. inzh.-texnol. un-t / pod obshh. red. E. A. Pamfilova. Bryansk, 2012. Vy`p. 31. S. 68-72.

Сведения об авторах:

Ю. И. Перепечина[✉], доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0009-0005-9351-1882>;
С. С. Стрелков, аспирант, <https://orcid.org/0009-0003-2430-1772>
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»,
241029, Россия, Брянск, ул. Игоря Кустова, 42
y-perepechina@mail.ru

Original article

MODELING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE DIAMETER OF TREES AT A HEIGHT OF 1.3 M, DEPENDING ON THE DIAMETER AND HEIGHT OF STUMPS FOR TREE SPECIES IN THE BRYANSK REGION

Yuliya I. Perepechina[✉], Sergey S. Strelkov
Bryansk State Technological University of Engineering, Bryansk, Russia
y-perepechina@mail.ru

Abstract. There are no reliable methods for assessing the volume of illegally cut timber at present. In some regions there are no tables for converting stump diameters to chest-height diameters, and the height of the stump is not taken into account. The authors developed the mathematical models for assessing tree diameters at 1.3 m height depending on the diameter and height of the stumps for the main forest forming species in the Bryansk Region. To identify the patterns of the formation of the wood trunks of pine, spruce, birch, aspen, black alder and oak, the trial areas and circular sites were established where 20 inventory trees were measured by the main forest type. The studies were conducted in the Educational and Experimental Forestry in the Bryansk Region. According to the methodology, the diameters of the inventory trees were measured at heights of 0.01 m; 0.1 m; 0.2 m; 0.3 m; 0.4 m; 0.5 m; and 1.3 m.

The total number of inventory trees was 926. The data of changes in the tapering of tree trunks obtained during the study do not contradict, but rather confirm the known patterns of growth and development of tree vegetation, which have been established by taxation criteria for various forest zones in Russia. An additive model proposed by V. L. Chernykh and his colleagues was used to model the tapering of the tree roots. Models of the tapering of the tree basis in relative values of the main tree species have been obtained. Mathematical models have been developed for estimating the diameters of trees at 1.3 m height depending on the diameter and height of the stumps. The determination coefficient for the studied tree species is above 0.99. To estimate the volume of illegally cut wood in case of lacking a tree trunk, it is necessary to measure the diameter and height of the stump, and then apply the developed tables to convert these measurements to a diameter at a height of 1.3 m.

Key words: tree diameter at a height of 1.3 m, stump diameter, stump height, statistical indicators, tabulated values, relative diameter values.

For citation: Perepechina Yu. I., Strelkov S. S. Modeling the relation between the diameter of trees at 1.3 m height depending on the diameter and height of stumps for tree species in the Bryansk Region. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2025; 4 (84): 49-58. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_4_49-58.

Authors:

Yu. I. Perepechina✉, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0009-0005-9351-1882>;

S. S. Strelkov, Postgraduate student, <https://orcid.org/0009-0003-2430-1772>

Bryansk State Technological University of Engineering, 42 Igorya Kustova St., Bryansk, Russia, 241029

y-perepechina@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 26.09.2025; одобрена после рецензирования 08.10.2025; принята к публикации 01.12.2025.

The article was submitted 26.09.2025; approved after reviewing 08.10.2025; accepted for publication 01.12.2025.

Научная статья

УДК 630*552+630*17:582.475(470.51)

DOI 10.48012/1817-5457_2025_4_58-65

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРУКТУРЫ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЯГАНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Поздеев Денис Александрович

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

dap@219mail.ru

Аннотация. В соответствии с целью исследования проведена детальная оценка изменчивости ширины годичных колец деревьев ели обыкновенной (*Picea abies L.*) в древостоях разного возраста, произрастающих на территории Яганского лесничества Удмуртской Республики. Полученные данные важны для понимания процессов формирования радиального прироста и качества древесины, определяемого доляй поздней древесины. На временных пробных площадях, заложенных в соответствии с общепринятой методикой, отбирались керны древесины с дальнейшим определением величины годичных колец за последние 10 лет. В ходе исследований также определена ширина ранней и поздней древесины. При определении изменчивости ширины годичного кольца использован метод малой выборки. Для выявления связи ширины годичного кольца с ключевыми метеорологическими факторами вегетационного периода (температура и количество осадков) применялся корреляционный анализ. Установлено, что поздняя древесина является наиболее изменчивым компонентом годичного кольца с коэффициентом вариации до 78 %. Общая ширина годичного кольца имеет меньшую изменчивость. Статистически значимой линейной зависимости ширины ранней и поздней древесины от средней температуры вегетационного