

НОРМАТИВ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДИАМЕТРОВ НА ВЫСОТЕ ГРУДИ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ С УЧЁТОМ ФОРМЫ НИЖНЕЙ ЧАСТИ СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ

А. А. Вайс, Д. В. Слесарева, Д. Я. Данилюк

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
E-mail: vais6365@mail.ru

Аннотация. Проблема необходимости применения специализированных нормативов, учитывающих изменение диаметров в нижней части стволов деревьев, имеет давнюю историю. Переход от диаметров на высоте пня к диаметрам на высоте груди обусловлен, помимо вычисления запаса, различными задачами: восстановление таксационной характеристики древостоя, произрастающего до рубки; приобретение навыков в глазомерном установлении процента запаса и полноты удаленного при рубке древостоя; определение объемов хлыстов и установление среднего диаметра; изучение комлевого сбего; проектирование мероприятий по обработке почвы на вырубках; обоснование и определение конструктивных параметров лесохозяйственных машин и орудий; учета пневого осмола. Актуальность вопроса обусловлена необходимостью унификации данной методологии на основе измерений диаметров нижней части ствола дерева. Для этого поставлена цель, составить методику по унифицированию норматива определения диаметра на высоте груди по диаметру нижней части ствола. На основе данных учённых и собственных исследований для сосновых древостоев построены двухкоэффициентные линейные уравнения, отражающие соотношение диаметров деревьев. В дальнейшем модели преобразованы в однокоэффициентные с делением их на две группы по степени закомелистости: мало-сбежистые и сбежистые. К первой группе относятся сосновые древостои бассейна реки Ангара, среднетаежные сосняки Иркутской области, сосняки Европейского Севера, Сибири и Европейской части России. Вторая группа – это сосновые древостои бассейна реки Ангара. После деления линий на две группы определялась средняя трендовая линия для каждой группы полндревесности. В результате предлагается норматив определения соотношения диаметра на высоте груди и диаметра нижней части ствола, учитывающих сбежистость деревьев сосны. Уровень применимости таблицы – национальный (Российская Федерация).

Ключевые слова: сосна, норматив, диаметр на высоте груди, диаметр нижней части ствола дерева, уравнение, сбеж дерева.

Conifers of the boreal area. 2026, Vol. XLIV, No. 1, P. 61–72

STANDARD FOR RESTORING BREAST-HEIGHT DIAMETERS OF PINE STANDS TAKING INTO ACCOUNT THE SHAPE OF TREE TRUNK

A. A. Vais, D. V. Slesareva, D. Ya. Danylyuk

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: vais6365@mail.ru

Abstract. The need to apply specialized standards that take into account changes in diameters in the lower part of tree trunks has a long history. The transition from diameters at stump height to diameters at breast height is due, in addition to calculating the stock, to various tasks: restoring the taxation characteristics of the forest stand growing before felling; acquiring skills in visually establishing the percentage of the stock and the completeness of the forest stand removed during felling; determining the volume of tree trunks and establishing the average diameter; studying the butt taper; designing soil cultivation measures in clearings; justifying and determining the design parameters of forestry machines and tools; taking into account stump resin. The relevance of the issue is due to the need to unify this methodology based on measuring the diameters of the lower part of the tree trunk. For this purpose, the goal is to develop a methodology for unifying the standard for determining the diameter at breast height based on the diameter of the lower part of the trunk. Based on the data of scientists and their own research on pine stands, two-coefficient linear equations were constructed to convey the ratio of tree diameters. Later, the models were transformed into single-coefficient ones with their division into two groups by the degree of buttock density: slightly tapered and tapered. The first group includes pine stands of the Angara River basin, middle taiga pine forests of the Irkutsk region, pine forests of the European North, Siberia and the European part of Russia. The second group is pine stands of the Angara River basin. After dividing the lines into two groups, the average trend line was determined for each group of tree density. As

a result, a standard is proposed for determining the ratio of the diameter at breast height and the diameter of the lower part of the trunk, taking into account the taper of pine trees. The table applicability level is national (Russian Federation).

Keywords: pine, standard, diameter at breast height, diameter of the lower part of the tree trunk, equation, tree taper.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования динамики таксационных показателей достаточно часто основываются на диаметре дерева на высоте груди ($d_{1,3}$). Это вполне логично и объяснимо, поскольку этот показатель легко измеряется в полевых условиях и для отдельного дерева формирует устойчивые связи с другими показателями – объемом, приростом, высотой и др. Однако в ряде ситуаций непосредственное измерение $d_{1,3}$ невозможно по каким-либо причинам. Например, такие ситуации возникают, когда дерево уже срублено, а требуется установить его объем. В этом случае единственным показателем доступным для измерения становится диаметр дерева на высоте пня (d_n) или у шейки корня (d_0).

Существуют таблицы, позволяющие произвести перерасчет $d_{n,0}$ в $d_{1,3}$ [1]. Однако в этих нормативах не регламентируется, на какой высоте измеряется d_n . Вместе с тем хорошо известно, что форма ствола дерева значительно отличается от формы цилиндра, и особенно существенными эти различия становятся в комлевой части. То есть, чем ниже оставляемый пень, тем больше d_n , и тем выше погрешность определения d_n по $d_{1,3}$. При этом погрешность увеличивается в большую сторону (происходит завышение $d_{1,3}$) и, следовательно, завышение объема дерева и запаса насаждения. Особенно велика погрешность для пород с поверхностной корневой системой и развитой корневой лапой.

Часто на свежих вырубках перед исследователем стоит задача восстановить картину распределения стволов по толщине на высоте груди. При этом единственным показателем, который можно установить на вырубке методом измерения является диаметр пня.

Переход от диаметров на высоте пня к диаметрам на высоте груди обусловлен, помимо вычисления запаса, различными целями: восстановление таксационной характеристики древостоя, произрастающего до рубки; приобретение навыков в глазомерном установлении процента запаса и полноты удаленного при рубке древостоя [2]; определение объемов хлыстов и установление среднего диаметра [3]; изучение комлевого сбega [4]; проектирование мероприятий по обработке почвы на вырубках; обоснование и определение конструктивных параметров лесохозяйственных машин и орудий [5; 6]; учет пневого осмола [7].

В статье Ф. В. Кишенкова, А. А. Соломникова [8] указывается, что основным показателем, используемым в качестве входа для нормативно-справочных материалов, является таксационный диаметр – диаметр на высоте 1,3 метра по причинам указанным выше. Существуют таблицы, разработанные для перехода от диаметра пня к диаметру на высоте древостоя. Однако они не учитывают многообразия факторов, способных значительно влиять на эти показатели. В них не учитывается условия произрастания и высо-

та оставляемого пня. Между тем, ошибки, вызванные различием этих условий, могут быть весьма существенными. Применение таких таблиц оправдано в случае установления объема единичного срубленного дерева, но не при освидетельствовании мест рубок.

Е. В. Сомов, Н. В. Выводцев, Е. В. Авдеева, А. А. Савчук применительно к городским насаждениям сосны города Хабаровска, пришли к выводу, что высота пня должна учитываться при разработке моделей восстановления диаметра ствола. Это позволяет значительно повысить степень достоверности результатов [9].

Е. А. Ануев, С. С. Ступников, Д. О. Мартынова отмечали, что в настоящее время острой проблемой в лесном хозяйстве Российской Федерации являются незаконные рубки [10].

В статье Ю. В. Марухленко, В. Н. Михальчук [11] авторы указывают, что с резким увеличением количества правонарушений, связанных с незаконной рубкой, возникает необходимость в более точном определении объемов нанесенного ущерба. В настоящее время при оценке воздействия незаконных рубок применяются обычно таблицы сбega по породам. Но в большинстве случаев, в связи с отсутствием данных таблиц, объем незаконно срубленной древесины определяется с использованием диаметра пня (d_n). И, как следствие, некорректная оценка причиненного экономического ущерба. Установление указанной зависимости создаёт возможность с достаточной точностью по d_n определить $d_{1,3}$ [11].

В своих исследованиях Ю. В. Марухленко, В. Н. Михальчук установили, что в березовых и осиновых насаждениях Омской области по всем группам полнот значения диаметров на высоте груди практически совпадают. Авторами составлены таблицы зависимостей диаметров осины и березы пригодные для использования при определении ущерба от незаконных рубок.

Ряд исследователей отмечают, что основным направлением применения таблиц перехода от диаметров на высоте пня к диаметрам на высоте груди – это восстановление срубленного запаса [12]. Для лесов Сибири необходимо разрабатывать местные таблицы соотношения диаметров на высоте груди и диаметров нижней части ствола для каждого лесного района [13–15].

Е. А. Уссом разработаны таблицы перевода диаметра дерева на высоте пня к диаметру на высоте груди для основных лесобразующих пород Беларуси (сосна, ель, дуб, осина, береза и ольха черная), а также методика их практического применения, которая позволяет определить объемы стволов вырубленного древостоя с точностью $\pm 15\%$ для совокупности лесосек [16]. Анализ восстановления запаса на вырубках показал, что ошибка восстановления запасов сосновых древостоев лежит в пределах от $-2,8$

до +8,6 %, то есть не превышает допустимой погрешности 10 % [17].

Для деревьев сосны в условиях Кызыльского лесничества Республики Тыва составлена местная нормативная таблица определения диаметров на высоты груди по диаметрам на высоте пня. Сделан вывод, что для правильного определения штрафных санкций необходимо использовать местные разработанные нормативы, которые в большей мере соответствуют условиям произрастания района [18; 19].

На практике наибольшее распространение получили следующие методы перевода диаметра пня на уровень груди для последующего использования сортиментных таблиц это:

- снижение диаметра пня на одну 4-х сантиметровую ступень;
- определение закономерностей перехода эмпирическим путем;
- использование таблиц диаметров стволов на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра пня. Все способы имеют как свои преимущества, так и недостатки.

В своих предыдущих статьях мы предлагали использовать упрощённые однокоэффициентные регрессионные линейные уравнения, характеризующие соотношение диаметров стволов на высоте пня и на высоте груди и при вычислении запасов насаждений сосны для различных районов Сибири [20–22].

В статье А. А. Вайса, И. А. Воробьева [23] отмечается, что восстановление запаса срубленного леса требует наличия достоверных данных о форме нижней части деревьев в спелых насаждениях. К сожалению, сведения о форме стволов в лесах Сибири носят ограниченный и фрагментарный характер. На основе изучения формы нижней части деревьев основных древесных пород Сибири выявлен ряд закономерностей. Древесные породы Сибири характеризуются значительной и большой изменчивостью нулевого коэффициента формы (q_0). По степени закомелистости их можно расположить в следующем порядке: сосна, лиственница, пихта, берёза, ель. С увеличением среднего возраста сбежистость нижней части стволов возрастает у сосны, лиственницы и уменьшается у берёзы, ели и пихты [23; 24].

В настоящее время согласно постановлению Правительства РФ от 29 декабря 2018 г. № 1730 «Особенности возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства» и постановлению Правительства РФ от 18 декабря 2020 г. № 2164 «Внесение изменений в приложение № 4 «к особенностям возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства» при отсутствии незаконно срубленных деревьев объем древесины определяется с использованием диаметра пня (d_n) вместо диаметра на высоте груди ($d_{1,3}$) [25]. Данное Постановление является достаточно спорным как с правовой, так и с лесохозяйственной точки зрения. Не вдаваясь в подробности можно констатировать, что расчет ущерба вызывает вопросы у лесопользователей

и арендаторов, поскольку некорректно определяется объем первичного объекта – дерева.

Актуальность вопроса истинного и достоверного восстановления запаса древесины обусловлена необходимостью унификации данной методологии на основе измерений диаметров нижней части стволов. Для этого поставлена цель, составить методику по унифицированию норматива определения диаметра на высоте груди по диаметру нижней части ствола сосны.

Данная цель определила необходимость постановки и решения основных задач:

- провести анализ нормативов по восстановлению диаметров на высоте груди;
- преобразовать двухкоэффициентные уравнения в однокоэффициентные регрессии;
- установить закономерности однокоэффициентных уравнений;
- определить соотношение диаметров нижней части и диаметров на высоте груди по нормативным данным;
- представить оценку применимости нормативов по восстановлению диаметров на высоте груди.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлись сосновые древостой. Диаметр на высоте груди (*diameter at breast height – DBH*) и высота (*height – h*) дерева являются одними из наиболее важных таксационных показателей, применяемых в лесном хозяйстве. Для перехода от диаметров пней к диаметрам на высоте груди необходимо использовать специальные нормативы (таблицы).

Впервые эти нормативы составлены В. Е. Шульцом в 1938 г [2]. Первый вариант таблицы служит для восстановления таксационной характеристики древостоя бывшего до рубки и затем пройденного выборочной (или иной) рубкой, с целью приобрести навыки в глазомерном определении: процента запаса удаленного при рубке бывшего в тот момент древостоя, полноты запаса бывшего до рубки древостоя и сопоставлении с оставшимся древостоем. Для составления таблицы производят на высоте 20–25 см от шейки корня пересчет пней по 2 см ступеням таблицы.

Важным обстоятельством является нижняя точка, которая является «плавающей», а с учётом высокой закомелистости ряда древесных пород, диаметр на высоте пня и диаметр у шейки корня может в значительной степени отличаться. Некоторые авторы, для унификации используют относительную точку 0,01 [26]. Для оценки степени различия составим таблицу месторасположения нижней точки ствола (табл. 1).

Наблюдается определённые различия в месте расположения нижних точек, что может сказываться на коэффициентах, используемых при составлении нормативов, особенно, имея в виду, наличие высокой закомелистости ствола в его нижней части. Этот фактор возможно и сказывается на наличие различий в форме нижней части дерева, помимо породного состава и условий местопроизрастания.

Таблица 1
Оценка расположения нижней точки ствола дерева

Наименование	Высота расположения нижней точки ствола дерева				
d_0 , см	точка перехода шейки корня в ствол				
d_n , см	не более 1/3 диаметра на высоте груди				
	12	24	36	48	60
	4	8	12	16	20
$d_{0,01}$, см	высота дерева, м				
	10	15	20	25	30
	10	15	20	25	30

В данной статье использовались нормативы по восстановлению диаметров на высоте груди следующих авторов.

– Северо-восток европейской части СССР. Данные представлены из лесотаксационного справочника северо-востока Европейской части СССР и древостоев северной и средней подзон тайги. Установлено, что у сосны с ростом диаметра у шейки корня нулевой коэффициент формы уменьшался с 1,57 до 1,26 [27].

– А. А. Вайс – сосновые древостои на границе лесостепной и южно-таёжных зон Средней Сибири. Данные автора представлены в лесотаксационном справочнике для южно-таежных лесов Средней Сибири [28].

– Б. Н. Тихомиров, сосновые древостои бассейна реки Ангара. Нормативы построены на основе данных 9986 деревьев с 51 пробной площади. Типологическая представленность следующая: сосняк-брусничник, сосняк-черничник, сухой бор и бор разнотравный. Большая часть пробных площадей представлена одновозрастными древостоями (варьирование возраста деревьев 20–30 лет) со средним возрастом древостоев от 102 до 255 лет. Объемные и сбеговые таблицы построены по трем разрядам высот. Элементарный расчет по нулевому коэффициенту формы (d_0) показал, что деревья характеризовались очень высокой полнотой, низкой закомелитостью стволов (изменчивость от 1,00 до 1,22) [29].

– А. П. Серяков, среднетаежные сосняки Иркутской области [5]. Проводя исследования по сырьевым ресурсам пневого осмола на вырубках среднетаежных сосняков Иркутской области, разработал таблицу выхода соснового пневого осмола. В основу норматива положены данные пробных площадей и обмера 6072 пней. Типологическая представленность следующая: сосняк-брусничник, сосняк-разнотравный. На основе значений норматива получена результирующая зависимость [7].

– Н. В. Третьяков, сосна Европейский Север и Сибири. В «Справочнике таксатора» Н. В. Третьякова, П. В. Горского, Г. Г. Самойловича приведены таблицы В. Е. Шульца соотношений диаметров на высоте груди и диаметров на высоте 20–25 см от шейки корня (пень). Для сосны Европейского Севера и Сибири изменчивость 1,13–1,27 [2].

– Н. Ф. Каплина, В. Ф. Лебков, q_2 – Сосна (численные сосняки Центрального района европейской части России – 25–78 лет, смешанные сосновые древостои Европейского Севера (Архангельская область 120–332 лет). В. Ф. Лебков, Н. Ф. Каплина предложили универсальную таблицу сбегов стволов с двумя входами

по q_2 и d на основе образующей функции Вейбулла. Авторы исходили из единства формы стволов, поэтому разделение по породам не предусматривалось. Соотношение $d_{1,3}/d_{0,01}$ показало уменьшение нулевого коэффициента формы с возрастанием диаметров [26].

Двухкоэффициентные регрессионные модели, по данным авторов, для определения диаметра на высоте груди по диаметру пня, шейки корня и на высоте 0,01 деревьев сосны $d_{1,3} = f(d_n)$, $d_{1,3} = f(d_0)$, $d_{1,3} = f(d_{0,01})$ представлены в табл. 2. Таблица отражает следующие данные:

- район исследования;
- двухкоэффициентные уравнения;
- оценка уравнения по коэффициенту детерминации (R^2), который показывает долю влияния входной переменной и имеет максимальное значение 0,99;
- особенности исходного материала, которые подразделяются по типу леса, разряду, возрасту, высоте и полноте.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Преобразование двухкоэффициентных уравнений в однокоэффициентные регрессии выполнялось с помощью программы «Excel» (таблица 3).

Для получения однокоэффициентных уравнений применялся следующий алгоритм:

1 шаг. На полученных графиках двухкоэффициентных регрессионных моделях нажимаем правой кнопкой мыши и выбираем команду «Добавить линию тренда».

2 шаг. Выбираем линейную регрессию, указывая следующие параметры: пересечение кривой с осью Y в точке 0,0; показывать уравнение на диаграмме; поместить на диаграмму величину коэффициента детерминации (R^2).

3 шаг. Получены однокоэффициентные уравнения (табл. 3).

Для выявления закономерностей в регрессионных линиях для связей однокоэффициентных уравнений построен график, отражающий данную связь, который представлен на рис. 1. Диаграмма показывает, что форма линий имеет веерный характер, чем больше диапазон диаметра нижней части ствола, тем больше разность диаметров на высоте груди.

Линии регрессии можно разделить на две группы:

- деревья с **малосбежистой формой**, коэффициент уравнения равен 0,900 и выше ($a \geq 0,900$);
- деревья **сбежистой формой**, коэффициент уравнения меньше 0,900 ($a < 0,900$).

В результате оказалось, что к первой группе относятся сосновые древостои бассейна реки Ангара, среднетаежные сосняки Иркутской области, сосняки Европейского Севера, Сибири и Европейской части России. К второй группе относятся сосновые древостои бассейна реки Ангара.

После деления линий на две группы определялась средняя трендовая линия для каждой группы полнодревесности.

Следующей задачей являлось определение, насколько отличается друг от друга средний коэффициент данных групп сбежистости, для этого использовался критерий Стьюдента [30].

$$t_{\text{ст}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{ст}}$ – критерий Стьюдента; $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ – средние значения коэффициента 1 и 2 группы; m_1, m_2 – основные ошибки средних показателей 1 и 2 групп.

Для автоматизации данного процесса применялась программа для работы с электронными таблицами «Excel». С целью выполнения дисперсионного анализа коэффициентов с помощью пакета «Анализа данных» использовали двухвыборочный t -тест с различными дисперсиями.

Таблица 2

Двухкоэффициентные регрессионные модели для определения диаметра на высоте груди по диаметру пня и шейки корня и 0,01Н деревьев сосны $d_{1,3} = f(d_n), d_{1,3} = f(d_0), d_{1,3} = f(d_{0,01})$ (фрагмент)

Район исследования	Вид модели	Коэффициент детерминации, R^2	Лимит входной переменной	Особенности
Северо-восток европейской части СССР	$D_{1,3} = 0,833 \cdot D_0 - 3,0996$	0,99	16-76	–
Восточные Саяны	$D_{1,3} = 0,60 \cdot D_n - 0,1$	0,99	1-8	Молодняки (100 моделей).
Бассейн р. Ангара	$D_{1,3} = 0,869 \cdot D_n - 1,59$	0,99	14-79	I разряд тах. Возраст 100–255 лет. Тип леса (сосняк-брусничник, сосняк-черничник, сухой бор, бор разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,949 \cdot D_n - 0,88$	0,99	13-72	I разряд min. Возраст 100–255 лет. Тип леса (сосняк-брусничник, сосняк-черничник, сухой бор, бор разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,819 \cdot D_n + 0,36$	0,99	14-78	II разряд тах. Возраст 100–255 лет. Тип леса (сосняк-брусничник, сосняк-черничник, сухой бор, бор разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,949 \cdot D_n - 0,88$	0,99	12-72	II разряд min. Возраст 100–255 лет. Тип леса (сосняк-брусничник, сосняк-черничник, сухой бор, бор разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,820 \cdot D_n + 0,46$	0,99	14-68	III разряд тах. Возраст 100–255 лет. Тип леса (сосняк-брусничник, сосняк-черничник, сухой бор, бор разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,886 \cdot D_n + 1,33$	0,99	12-62	III разряд min. Возраст 100–255 лет. Тип леса (сосняк-брусничник, сосняк-черничник, сухой бор, бор разнотравный)
Среднетаежные сосняки Иркутской области	$D_{1,3} = 0,870 \cdot D_n - 0,52$	0,99	19-70	Тип леса (сосняк-брусничник, сосняк-разнотравный)
Европейский Север и Сибирь	$D_{1,3} = 0,869 \cdot D_n - 1,01$	0,99	8-72	–
	$D_{1,3} = 0,896 \cdot D_n - 0,82$	0,99	10-84	–
Сосняки Европейской части России	$D_{1,3} = 0,928 \cdot D_n - 0,73$	0,99	22-56	Сосна I типа. Возраст 65–90 лет. Высота 25,2–29,4 м

Окончание табл. 2

Район исследования	Вид модели	Коэффициент детерминации, R^2	Лимит входной переменной	Особенности
Центральный район европейской части России, Европейский Север (Архангельская область)	$d_{1,3} = 0,942 \cdot d_{0,01} - 2,15$	0,99	10-87	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,55
	$d_{1,3} = 0,965 \cdot d_{0,01} - 1,78$	0,99	9-84	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,6
	$d_{1,3} = 0,970 \cdot d_{0,01} - 1,46$	0,99	9-84	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,65
	$d_{1,3} = 0,964 \cdot d_{0,01} - 1,25$	0,99	9-84	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,7
	$d_{1,3} = 0,949 \cdot d_{0,01} - 1,07$	0,99	9-85	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,75

Таблица 3

Однокоэффициентные регрессионные модели для определения диаметра на высоте груди по диаметру пня, шейки корня и $0,01H$ деревьев сосны $d_{1,3} = f(d_n, d_0, d_{0,01})$

Район исследования	Вид модели	Оценка уравнения R^2	Значение входной переменной	Особенности
Северо-восток европейской части СССР	$D_{1,3} = 0,7714 \cdot D_0$	0,9934	16-76	–
Восточные Саяны	$D_{1,3} = 0,5819 \cdot D_n$	0,9989	1-8	Молодняки (100 моделей).
Бассейн р. Ангара	$D_{1,3} = 0,8419 \cdot D_n$	0,9885	14-79	I разряд тах. Возраст 100–255 лет. Тип леса (брусничник, черничник, сухой бор, разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,9326 \cdot D_n$	0,9909	13-72	I разряд мин. Возраст 100–255 лет. Тип леса (брусничник, черничник, сухой бор, разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,8253 \cdot D_n$	0,9996	14-78	II разряд тах. Возраст 100–255 лет. Тип леса (брусничник, черничник, сухой бор, разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,9002 \cdot D_n$	0,9985	12-72	II разряд мин. Возраст 100–255 лет. Тип леса (брусничник, черничник, сухой бор, разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,8292 \cdot D_n$	0,9998	14-68	III разряд тах. Возраст 100–255 лет. Тип леса (брусничник, черничник, сухой бор, разнотравный)
	$D_{1,3} = 0,917 \cdot D_n$	0,9983	12-62	III разряд мин. Возраст 100–255 лет. Тип леса (брусничник, черничник, сухой бор, разнотравный)
Среднетаежные сосняки Иркутской области	$D_{1,3} = 0,8591 \cdot D_n$	0,9998	19-70	Тип леса (брусничники, разнотравные)
Европейский Север и Сибирь	$D_{1,3} = 0,8485 \cdot D_n$	0,9992	8-72	–
	$D_{1,3} = 0,8485 \cdot D_n$	0,9991	10-84	–
Сосняки Европейской части России	$D_{1,3} = 0,8509 \cdot D_n$	0,9897	22-56	Сосна 1 типа. Возраст 65–90 лет. Высота 25,2–29,4 м

Окончание табл. 3

Район исследования	Вид модели	Оценка уравнения R^2	Значение входной переменной	Особенности
Центральный район европейской части России, Европейский Север (Архангельская область)	$D_{1,3} = 0,9058 \cdot d_{0,01}$	0,998	10-87	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,55
	$D_{1,3} = 0,9345 \cdot d_{0,01}$	0,9986	9-84	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,6
	$D_{1,3} = 0,9446 \cdot d_{0,01}$	0,9991	9-84	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,65
	$D_{1,3} = 0,942 \cdot d_{0,01}$	0,9993	9-84	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,7
	$D_{1,3} = 0,9306 \cdot d_{0,01}$	0,9995	9-85	Чистые сосняки (возраст 25–78 лет), смешанные сосновые древостои (возраст 120–332 лет). Полнота 0,75

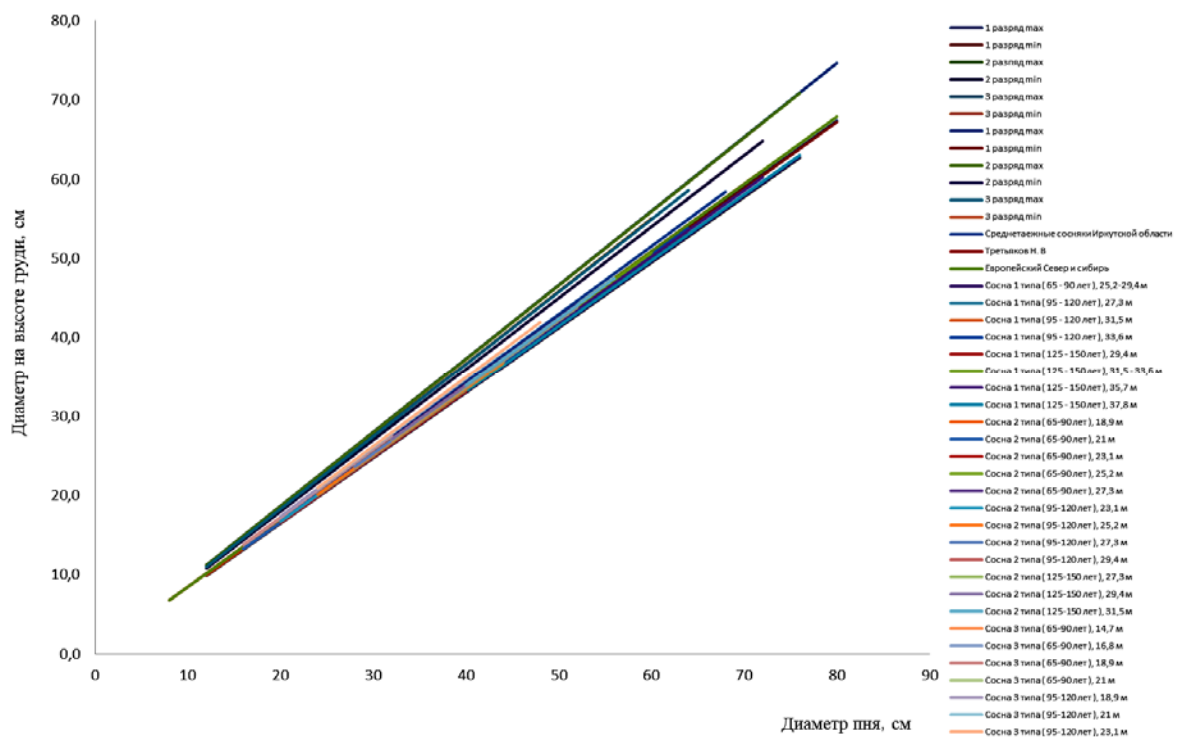


Рис. 1. Зависимость диаметра на высоте груди от диаметра нижней части ствола дерева

Получена таблица дисперсионного анализа (табл. 4).

Согласно данным таблицы коэффициент уравнения сбежистой формой равен 0,845, а малосбежистой формой равен 0,922.

На степень различия коэффициента указывает критерий Стьюдента. Если $t_{\phi} \geq t_{\text{таб}}$, тогда делается вывод, что различие между средними величинами являются существенными, достоверными.

Поскольку $t_{\phi} \geq 2,4$, различие сбежистой группы и малосбежистой группы являются существенными.

Уравнения, отражающие линии регрессии данных групп представлены в табл. 5.

Интервалы однокоэффициентных уравнений:

- сбежистой группы (0,825–0,874);
- малосбежистой группы (0,900–0,933).

В результате построен норматив определения соотношения диаметра на высоте груди и диаметра нижней части ствола с учетом сбежистости деревьев (табл. 6). Необходимо отметить, что наличие фактора степени полнодревесности ствола обусловлено, в том числе и точкой измерения нижней части ствола дерева.

Таблица 4
Дисперсионный анализ коэффициентов a_1 и a_2

	Коэффициент 1	Коэффициент 2
Среднее	0,845	0,922
Дисперсия	0,0002	0,0002
Наблюдения	36	6
Гипотетическая разность средних величин	0	–
df	7	–
t-статистика	–13,1	–
P(T ≤ t) одностороннее	0,000002	–
t критическое одностороннее	1,9	–
P(T ≤ t) двухстороннее	0,000004	–
t критическое двухстороннее	2,4	–

Таблица 5
Деление однокоэффициентных уравнений по группам и районам исследования (фрагмент)

Район исследования	Сбежистая группа	Район исследования	Малосбежистая группа
	$d_{1,3} = 0,845 \cdot d_n$		$d_{1,3} = 0,922 \cdot d_n$
Бассейн р. Ангара	0,842	Бассейн р. Ангара	0,933
Бассейн р. Ангара	0,825	Бассейн р. Ангара	0,900
Бассейн р. Ангара	0,829	Бассейн р. Ангара	0,917
Бассейн р. Ангара	0,840	Бассейн р. Ангара	0,933
Бассейн р. Ангара	0,826	Бассейн р. Ангара	0,932
Бассейн р. Ангара	0,830	Бассейн р. Ангара	0,916
Среднетаежные сосняки Иркутской области	0,859	–	–
Европейский Север и Сибирь	0,848	–	–
Европейский Север и Сибирь	0,849	–	–
Сосняки Европейской части России	0,851	–	–
	0,839	–	–
	0,845	–	–
	0,841	–	–
	0,843	–	–
	0,846	–	–
	0,837	–	–
	0,829	–	–
	0,834	–	–
	0,830	–	–
	0,829	–	–
	0,835	–	–
	0,838	–	–
	0,836	–	–
	0,838	–	–
	0,843	–	–
	0,846	–	–
	0,844	–	–
	0,847	–	–
	0,849	–	–
	0,862	–	–
	0,861	–	–
	0,863	–	–
	0,870	–	–
	0,869	–	–
	0,872	–	–
	0,874	–	–

Таблица 6
Нормативная таблица зависимости диаметров на высоте груди от диаметров
нижней части ствола для сосновых древостоев

Диаметр нижней части ствола дерева, см	Диаметр на высоте груди, см		Разница, см
	малосбежистая группа	сбежистая группа	
8	7,4	6,8	0,6
12	11,1	10,1	0,9
16	14,7	13,5	1,2
20	18,4	16,9	1,5
24	22,1	20,3	1,8
28	25,8	23,7	2,2
32	29,5	27	2,5
36	33,2	30,4	2,8
40	36,9	33,8	3,1
44	40,6	37,2	3,4
48	44,2	40,6	3,7
52	47,9	43,9	4,0
56	51,6	47,3	4,3
60	55,3	50,7	4,6
64	59,0	54,1	4,9
68	62,7	57,5	5,2
72	66,4	60,8	5,5
76	70,1	64,2	5,8
80	73,7	67,6	6,1
84	77,4	71	6,5
88	81,1	74,4	6,8
92	84,8	77,7	7,1
96	88,5	81,1	7,4
100	92,2	84,5	7,7
104	95,9	87,9	8,0
108	99,6	91,3	8,3
112	103	94,6	8,6
116	107	98	8,9
120	111	101	9,2

В соответствии с нормативом предполагается определение диаметра на высоте груди по диаметру нижней части ствола.

Пример использования норматива следующий. На лесосеке измерили диаметры деревьев сосны, прилегающие к вырубке.

- диаметр на высоте груди равен 24 см;
- диаметр на высоте пня равен 27,1 см.

После измерения определили соотношение диаметра на высоте груди и диаметра на нижней точке ($d_{1,3}/d_n$), получили значение – 0,886. Критерием различия сбежистой и малосбежистой формы является коэффициент 0,900. Так как $0,886 < 0,900$, дерево относится к сбежистой группе. На основании полученного значения, можно сделать вывод, что при восстановлении диаметра на высоте груди по диаметру на высоте пня необходимо использовать норматив для сбежистой группы деревьев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных расчётов получены следующие выводы.

– К диаметру нижней части ствола дерева отнесен: диаметр у шейки корня, диаметр на высоте пня и диаметр на 0,01 высоты дерева. Нижняя точка и степень закомелистости дерева определяет группу норматива по форме ствола.

– Преобразованы двухкоэффициентные уравнения в однокоэффициентные регрессии;

– Выявлены закономерности однокоэффициентных уравнений, на основании которых установлено, что линии имеют всеерный характер, чем больше диапазон диаметров нижней части ствола, тем больше разность в диаметрах на высоте груди. Линии регрессии можно разделить на две группы: деревья с малосбежистой формой, коэффициент уравнения равен 0,900 и выше ($a \geq 0,900$); деревья сбежистой формой, коэффициент уравнения меньше 0,900 ($a < 0,900$);

– С учётом сбежистости построен норматив для определения соотношения диаметра на высоте груди и диаметра нижней части ствола.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы : справочник. Текст: непосредственный //: 7-е изд. перераб. и доп. Москва, 1981. 535 с.
2. Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Таблицы для таксации леса. Текст: непосредственный // Справочник таксатора. Гослесбумиздат, 1952. 853 с.
3. Фалалеев Э. Н. Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование. Москва : Лесн. пром-сть, 1964. 189 с. Текст: непосредственный.
4. Гусев И. И. Форма древесных стволов ели Европейского Севера и ее математическая модель.

Текст: непосредственный // Лесная таксация и лесоустройство : межвуз. сб. науч. тр. по лесн. хоз-ву. Красноярск, 1975. С. 3–10.

5. Марцинковский Л. А. О зависимости между диаметрами деревьев лиственницы на высоте пня и на высоте груди. Текст: непосредственный // Лиственница : сб. науч. тр. Красноярск, 1964. № 39. С. 15–17.

6. Титаренко Ю. А. Определение некоторых параметров пней на вырубках горных дубрав. Текст : непосредственный // Молодые ученые к юбилею ин-та : тр. науч. конф. Москва : ВНИИ лесоводства и механиз. лесн. хоз-ва. Деп. в ЦБНТИ лесхоз от 23 дек. 1983 г. № 263 лх-83.

7. Серяков А. П. Сырьевые ресурсы пневого осмола и их таксация на вырубках среднетаежных сосняков Иркутской области. Красноярск, 1987. 20 с. Текст: непосредственный.

8. Кишенкова Ф. В., Соломникова А. А. Исследование закономерности перехода от диаметра пня к диаметру на высоте груди. Текст: непосредственный // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. № 23. С. 27–31.

9. Сомов Е. В., Выводцев Н. В., Савчук А. А. К вопросу определения диаметра ствола на высоте 1,3 м по диаметру пня при расчете ущерба от нелегальной рубки деревьев сосны обыкновенной на территории г. Хабаровска. Текст: непосредственный // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск : БГИТА, 2009. Вып. 22. С. 179–182.

10. Ануев Е. А., Ступников С. С., Мартынова Д. О. Коэффициент формы пня сосны в условиях Больше-муртинского лесничества. Текст: непосредственный // Эпоха науки. 2018. № 15. С. 107–109.

11. Марухленко Ю. В., Михальчук В. Н. Исследование зависимости диаметра на высоте груди (1,3 м) от диаметра пня. Текст: непосредственный // ГЕО-Сибирь : сб. материалов III Междунар. конгресса. Новосибирск, 2007. Т. 2, ч. 2. С. 239–244.

12. Вайс А. А. Восстановление срубленного запаса древостоя. Текст : непосредственный // Научный журнал КраГАУ. 2009. № 45(1). С. 1–10.

13. Вайс А. А. Закономерности связи диаметров деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на высоте груди и на высоте пня в условиях Средней Сибири. Текст: непосредственный // Вестник ИрГСХА. 2012. № 50. С. 43–48.

14. Вайс А. А. Нормативы для определения запасов вырубленных древостоев по пням в условиях Сибири. Текст : непосредственный // Лесной журнал. 2011. № 4. С. 24–28.

15. Вайс А. А. Связь диаметров нижней части деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Средней Сибири. Текст: непосредственный // Лесная таксация и лесоустройство : междунар. науч.-практ. журн. 2011. № 1-2(45-46). С. 29–32.

16. Усс Е. А. К вопросу определения запасов вырубленной древесины на лесосеке по пням. Текст: электронный // URL: http://science-bsea.narod.ru/2012/les_2012/uss_vopros.htm. (дата обращения: 14.11.2021).

17. Бачек А. И., Вайс А. А. Восстановление запаса по данным измерений пней сосны в условиях Иркут-

ской области. Текст: непосредственный // Вестник ИрГСХА. 2014. № 1(15). С. 40–42.

18. Седембиль Ш. А., Вайс А. А. Соотношение диаметров на высоте груди и на высоте пня в условиях Кызылского лесничества. Текст: непосредственный // Молодежь и наука. 2017. № 1. С. 74.

19. Абдуллаева Н. А., Хайров И. Х. К вопросу исследования закономерностей перехода от диаметра пня дерева к диаметру на высоте груди. Текст: непосредственный // I национальная конференция по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области ландшафтной архитектуры и лесного дела. Саратов, 2019. С. 3–7.

20. Вайс А. А. Упрощенный метод определения диаметров нижней части деревьев сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) в условиях Средней Сибири. Текст: непосредственный // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2012. С. 31–35.

21. Вайс А. А. Нормативы для восстановления срубленных запасов сосновых древостоев (*Pinus Sylvestris* L.) в условиях Средней Сибири. Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. 2009. № 11(38). С. 136–140.

22. Вайс А. А., Воробьева И. А. Форма нижней части деревьев основных лесобразующих пород Сибири. Текст : непосредственный // Хвойные бореальной зоны. 2015. № 1-2. С. 7–12.

23. Вайс А. А., Воробьева И. А. Методические подходы к изучению соотношения диаметров деревьев на высоте 1,3 метра и на высоте пня. Текст: непосредственный // Лесная таксация и лесоустройство. 2015. № 1(52). С. 16–19.

24. Селиванов Ю. В. Соотношение диаметров на высоте пня и на высоте груди в сосновых молодняках учебно-опытного лесхоза. Текст: непосредственный // Лесная таксация и лесоустройство : межвуз. сб. науч. тр. Красноярск, 1973. С. 221–224.

25. Правительство Российской Федерации. Постановление. Особенности возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства с изменениями на 18 декабря 2020 года : Постановление № 1730 : утв. постановлением Правительства Российской Федерации 29 декабря 2018 года. Москва: Кодекс, 2018. Текст: непосредственный.

26. Лебков В. Ф., Каплина Н. Ф. Сбег древесных стволов различной формы по относительным высотам. Текст: непосредственный // Лесная таксация и лесоустройство : междунар. науч.-практ. журн. Красноярск, 2003. № 1. С. 55–59.

27. Войнов Г. С., Чупров Н. П., Ярославцев С. В. Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР (Нормат. материалы для Арханг., Вологод. обл. и Коми АССР). Архангельск : АИЛИХ, 1986. 356 с.

28. Лесотаксационный справочник для южно-таежных лесов Средней Сибири / С. Л. Шевелев, В. В. Кузьмичев, Н. П. Павлов, А. С. Смольянов. Москва : ВНИИЛМ, 2002. 166 с. Текст: непосредственный.

29. Тихомиров Б. Н. Таблицы для таксации сосновых древостоев бассейна р. Ангары / Б. Н. Тихомиров. Текст: непосредственный // Тр. Сибир. лесотехн. ин-та. Вып. VII. Красноярск, 1967. С. 113–133.

30. Лакин, Г.Ф. Биометрия : учебное пособие. М. : Высш. шк., 1990. 350 с.

REFERENCE

1. Anuchin N. P. Sortimentny'e i tovarny'e tablicy. Tekst : neposredstvenny'j // Spravochnik: 7-e izdanie pererabotannoe i dopolnennoe. Moskva, 1981. 535 s.

2. Tret'yakov N. V., Gorskiy P. V., Samojlovich G. G. Tablicy dlya taksacii lesa. Tekst : neposredstvenny'j // Spravochnik taksatora. Goslesbumizdat, 1952. 853 s.

3. Falaleev, E'. N. Pixtovy'e lesa Sibiri i ix kompleksnoe ispol'zovanie. Moskva : Lesnaya promyshlennost', 1964. 189 s. Tekst : neposredstvenny'j.

4. Gusev I. I. Forma drevesny'x stvolov eli Evropejskogo Severa i ee matematicheskaya model'. Tekst : neposredstvenny'j // Lesnaya taksaciya i lesoustrojstvo : mezhvuz. sb. nauch. tr. po lesn. xoz-vu. Krasnoyarsk, 1975. S. 3–10.

5. Marcinkovskij L. A. O zavisimosti mezhdu diametrami drev'ev listvennicy na vy'sote pnya i na vy'sote grudi. Tekst : neposredstvenny'j // Listvennicza : sb. nauch. tr. Krasnoyarsk, 1964. № 39. S. 15–17.

6. Titarenko Yu. A. Opredelenie nekotory'x parametrov pnej na vy'rubkax gornyx dubrav. Tekst: neposredstvenny'j // Molody'e ucheny'e k yubileyu in-ta : tr. nauch. konf. Moskva : VNIIsosovodstva i mexaniz. lesn. xoz-va. Dep. v CzBNTIlesxoz ot 23 dek. 1983 g. № 263 lx-83.

7. Seryakov A. P. Sy'r'evy'e resursy' pnevogo osmola i ix taksaciya na vy'rubkax srednetazhny'x sosnyakov Irkutskoj oblasti. Krasnoyarsk, 1987. 20 s. Tekst : neposredstvenny'j.

8. Kishenkova F. V., Solomnikova A. A. Issledovanie zakonornosti perexoda ot diametra pnya k diametru na vy'sote grudi. Tekst : neposredstvenny'j // Aktual'ny'e problemy' lesnogo kompleksa. 2009. № 23. S. 27–31.

9. Somov E. V., Vy'vodcev N. V., Savchuk A. A. K voprosu opredeleniya diametra stvola na vy'sote 1,3 m po diametru pnya pri raschete ushherba ot nelegal'noj rubki drev'ev sosny' oby'kvennoj na territorii g. Xabarovska. Tekst : neposredstvenny'j // Aktual'ny'e problemy' lesnogo kompleksa. Bryansk : BGITA, 2009. Vy'p. 22. S. 179–182.

10. Anuev E. A., Stupnikov S. S., Marty'nova D. O. Koefficient formy' pnya sosny' v usloviyax Bol'shemurtinskogo lesnichestva. Tekst : neposredstvenny'j // E'poxa nauki. 2018. № 15. S. 107–109.

11. Maruxlenko Yu. V., Mixal'chuk V. N. Issledovanie zavisimosti diametra na vy'sote grudi (1,3 m) ot diametra pnya. Tekst : neposredstvenny'j // GEO-Sibir : sbornik materialov III mezhdunarodnogo kongressa. Novosibirsk, 2007. T. 2, ch. 2. S. 239–244.

12. Vais A. A. Vosstanovlenie srublennogo zapasa drevostoya. Tekst : neposredstvenny'j // Nauchny'j zhurnal KraGAU. 2009. № 45(1). S. 1–10.

13. Vais A. A. Zakonomernosti svyazi diametrov drev'ev sosny' oby'kvennoj (*Pinus sylvestris* L.) na vy'sote grudi i na vy'sote pnya v usloviyax Srednej Sibiri.

Tekst : neposredstvenny'j // Vestnik IrGSXA. 2012. № 50. S. 43–48.

14. Vais A. A. Normativy' dlya opredeleniya zapasov vy'rublenny'x drevostoev po pnyam v usloviyax Sibiri. Tekst : neposredstvenny'j // Lesnoj zhurnal. 2011. № 4. S. 24–28.

15. Vais A. A. Svyaz' diametrov nizhnej chasti drev'ev sosny' oby'kvennoj (*Pinus sylvestris* L.) v usloviyax Srednej Sibiri. Tekst : neposredstvenny'j // Lesnaya taksaciya i lesoustrojstvo: mezhdunarodny'j nauchno-prakticheskij zhurnal. 2011. № 1-2(45-46). S. 29–32.

16. Uss E. A. K voprosu opredeleniya zapasov vy'rublennoj drevesiny' na leseke po pnyam. Tekst: e'lektronny'j // URL: http://science-bsea.narod.ru /2012/les_2012/uss_vopros.htm (data obrashheniya: 14.11.2021).

17. Bachek A. I., Vais A. A. Vosstanovlenie zapasa po dannym izmerenij pnej sosny' v usloviyax Irkutskoj oblasti. Tekst : neposredstvenny'j // Vestnik IrGSXA. 2014. № 1(15). S. 40–42.

18. Sedembil' Sh. A., Vais A. A. Sootnoshenie diametrov na vy'sote grudi i na vy'sote pnya v usloviyax Ky'zyl'skogo lesnichestva. Tekst : neposredstvenny'j // Molodezh' i nauka. 2017. № 1. S. 74.

19. Abdullaeva N. A., Xajrov I. X. K voprosu issledovaniya zakonornostej perexoda ot diametra pnya drevya k diametru na vy'sote grudi. Tekst: neposredstvenny'j // I nacional'naya konferenciya po itogam nauchnoj i proizvodstvennoj raboty' prepodavatelej i studentov v oblasti landshaftnoj arxitektury' i lesnogo dela. Saratov, 2019. S. 3–7.

20. Vais A. A. Uproshhenny'j metod opredeleniya diametrov nizhnej chasti drev'ev sosny' oby'kvennoj (*Pinus Sylvestris* L.) v usloviyax Srednej Sibiri. Tekst: neposredstvenny'j // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo texnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. E'kologiya. Prirodopol'zovanie. 2012. S. 31–35.

21. Vais A. A. Normativy' dlya vosstanovleniya srublenny'x zapasov sosny'x drevostoev (*Pinus Sylvestris* L.) v usloviyax Srednej Sibiri. Tekst : neposredstvenny'j // Vestnik KrasGaU. 2009. № 11(38). S. 136–140.

22. Vais A. A., Vorob'eva I. A. Forma nizhnej chasti drev'ev osnovny'x lesoobrazuyushhix porod Sibiri. Tekst: neposredstvenny'j // Xvoyny'e boreal'noj zony'. 2015. № 1-2. S. 7–12.

23. Metodicheskie podxody' k izucheniyu sootnosheniya diametrov drev'ev na vy'sote 1,3 metra i na vy'sote pnya / Vais A. A., Vorob'eva I. A. Tekst : neposredstvenny'j // Lesnaya taksaciya i lesoustrojstvo. 2015. № 1(52). S. 16–19.

24. Celivanov Yu. V. Sootnoshenie diametrov na vy'sote pnya i na vy'sote grudi v sosny'x molodnyakax uchebno-opyt'nogo lesxoza. Tekst : neposredstvenny'j // Lesnaya taksaciya i lesoustrojstvo : mezhvuz. sb. nauch. tr. Krasnoyarsk, 1973. S. 221–224.

25. Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii. Postanovlenie. Osobennosti vozmeshheniya vreda, prichinennogo lesam i naxodyashhimsya v nix prirodny'm ob'ektam vsledstvie narusheniya lesnogo zakonodatel'stva s izmeneniyami na 18 dekabrya 2020 goda : Postanovlenie № 1730 : utverzhden postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj

Federacii 29 dekabrya 2018 goda. Moskva : Kodeks, 2018. Tekst : neposredstvenny`j.

26. Lebkov V. F., Kaplina N. F. Sbeg drevesny`x stvolov razlichnoj formy` po otnositel`ny`m vy`sotam. Tekst: neposredstvenny`j // Lesnaya taksaciya i lesoustrojstvo : mezhdun. nauchno-prakt. zhurn. Krasnoyarsk, 2003. № 1. S. 55–59.

27. Vojnov G. S., Chuprov N. P., Yaroslavcev S. V. Lesotaksacionny`j spravochnik dlya severo-vostoka evropejskoj chasti SSSR (Normat. materialy` dlya Arxang., Vologod. obl. i Komi ASSR). Arxangel`sk : AILIX, 1986. 356 s.

28. Lesotaksacionny`j spravochnik dlya yuzhno-taezhny`x lesov Srednej Sibiri / S. L. Shevelev, V. V. Kuz`michev, N. P. Pavlov, A. S. Smol`yanov. Moskva : VNIILM, 2002. 166 s. Tekst : neposredstvenny`j.

29. Tixomirov B. N. Tablicy dlya taksacii sosnovy`x drevostoev bassejna r. Angary`. Tekst: neposredstvenny`j // Tr. Sibir. lesotexn. in-ta. Vy`p. VII. Krasnoyarsk, 1967. S. 113–133.

30. Lakin G. F. Biometriya: uchebnoe posobie. M. : VSh., 1990. 350 s.

© Вайс А. А., Слесарева Д. В.,
Данилюк Д. Я., 2026

Поступила в редакцию 15.10.2025
Принята к печати 20.02.2026