

УДК 630.5

UDC 630.5

**ОБОБЩЕННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВЫСОТ ОТ
ДИАМЕТРОВ В СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ****THE GENERALIZED DEPENDENCE OF
HEIGHTS ON DIAMETERS IN PINE FOREST
STANDS**

Кузьмичев Валерий Васильевич
д. б. н., профессор

Kuz`michev Valery Vasil`evich
Dr.Sci. Biol., professor

Неповинных Артем Геннадьевич
аспирант

Nepovinnykh Artem Gennad`evich
post-graduate student

*Сибирский государственный технологический
университет, Красноярск, Россия*

*Siberian State Technological University, Krasnoyarsk,
Russia*

Цель работы – получение прогнозного уравнения, обеспечивающего аналитическое описание зависимости высот от диаметров по ступеням толщины для древостоев Красноярской лесостепи.

The aim of work is to get prognostic equation, providing analytical description of height dependence on diameters by thickness of steps for forest stands of Krasnoyarsk forest-steppe.

Ключевые слова: ВЫСОТА, ДИАМЕТР,
ВЗАИМОСВЯЗЬ.

Keywords: HEIGHT, DIAMETER, CORRELATION.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество методов таксации лесосечного фонда. Наиболее доступным и распространенным является способ материально-денежной оценки лесосек по материалам лесоустройства. В свою очередь, выход деловой древесины для лесосеки определяется с использованием товарных таблиц. Для более детальной оценки выхода деловой древесины необходимо установить связи высот и диаметров в конкретно взятом древостое.

Определение зависимости высот от диаметров деревьев для древостоев при таксации лесосек в нашей стране основано на использовании разрядов высот. Однако шкалы разрядов высот обладают целым рядом недостатков: несоответствие графика высот древостоя уровню высот кривых в разрядных таблицах, поэтому возникают значительные ошибки в определении запаса; определение района возможного использования имеющихся таблиц и, как следствие, потребность в составлении новых или актуализация уже имеющихся (в частности, для Красноярской лесостепи таблицы разрядов высот были составлены более 40 лет назад).

Целью нашей работы является получение прогнозного уравнения, обеспечивающего аналитическое описание зависимости высот от диаметров по ступеням толщины в конкретном древостое. Уравнение может применяться для сосновых древостоев Красноярской лесостепи с любыми сочетаниями средних диаметров и высот независимо от их возраста, полноты и условий местопроизрастания.

Объекты и методика исследования

В основу работы положено изучение зависимости высот от диаметров деревьев одновозрастных сосновых древостоев Красноярской лесостепи. Использованы данные 7690 учетных деревьев, обмеренных для преобладающей породы на 97 пробных площадях. Количество обмеренных деревьев в границах отдельной пробной площади варьировало от 8 до 690 штук. По своему расположению используемые пробные площади равномерно охватывают исследуемый район, и часть из них имеет период наблюдений 35–45 лет. Поэтому следует особенно отметить отличительную черту использованного в исследовании материала – его объективность и репрезентативность.

Согласно методикам, представленным в работах Брухвальда и Вробельского [1], а также Ример-Дужинской [2], зависимость между высотами и диаметрами деревьев в рамках отдельной пробной площади находили согласно уравнению (1), предложенному Неслундом [3].

$$h = \left(\frac{d}{a + b \cdot d} \right)^2 + 1,3, \quad (1)$$

где h – высота, м; d – диаметр, см; a , b – параметры уравнения.

Далее определяли связь параметра b уравнения (1) со средними высотами пробных площадей с использованием степенного уравнения. Для получения уравнения прогноза роста по высоте в рамках ряда распределения числа стволов по ступеням толщины, найденную

зависимость подставляли в уравнение (1). В функцию также вводили показатели величин средних высот и диаметров древостоя. Средние высоты и средневзвешенный диаметр корректировали на высоту измерения диаметра и ступень толщины, соответственно.

Результаты и обсуждение

Согласно уравнению, предложенному Неслундом [3], были найдены зависимости между высотами и диаметрами деревьев для отдельных пробных площадей. Мера определенности полученных связей варьировала в пределах 0,151–0,995 при среднем значении 0,806.

Следующим этапом было нахождение связи между параметром уравнения (1) и средними высотами для всех пробных площадей. Для аппроксимации связи использовали степенную функцию (2). Исследованная зависимость криволинейна (рисунок 1).

$$b = c_1 \cdot H^{c_2}, \tag{2}$$

где c_1, c_2 – параметры уравнения.

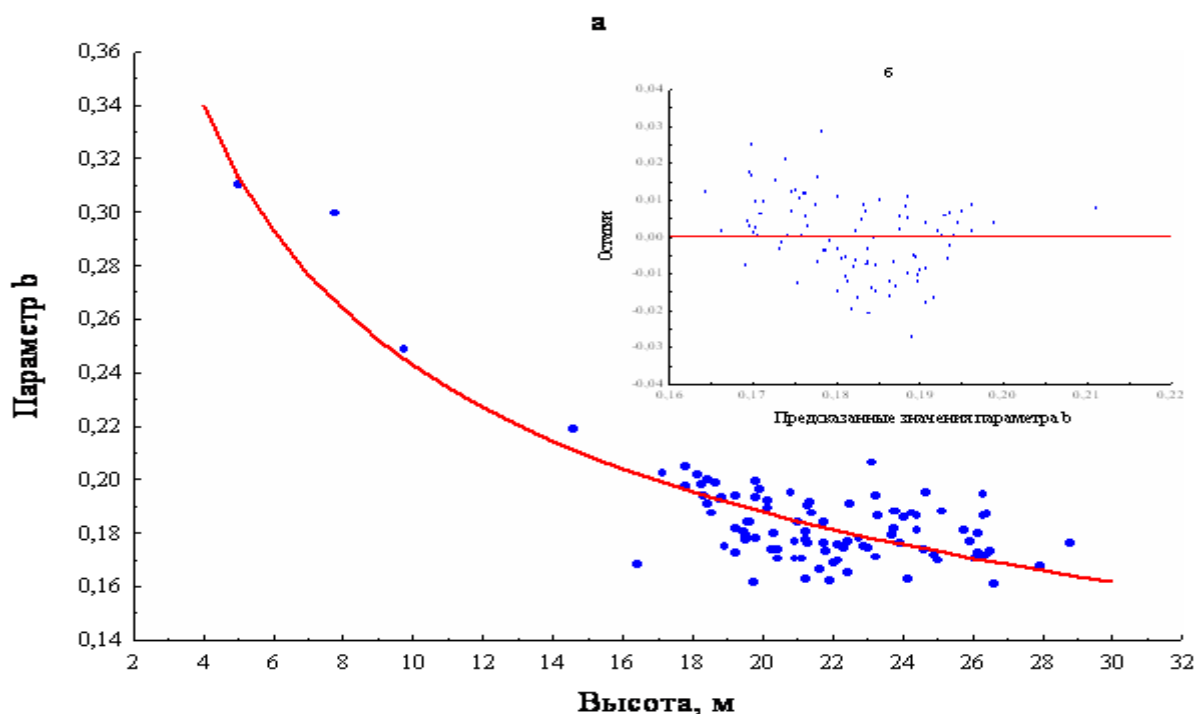


Рисунок 1 – Зависимость параметра b от средних высот древостоя (а), и ее проверка на адекватность по графику остатков (б)

Значения коэффициентов рассмотренного уравнения и их оценка, а также показатели его адекватности приведены в таблице.

Параметры и показатели адекватности уравнения, отражающего зависимость коэффициента *b* от высоты

Коэффициенты	Значения	Ошибка коэффициента	Критерий Стьюдента	Коэффициент детерминации	Стандартная ошибка	Число наблюдений
c_1	0,566	0,033	17,2	0,728	0,01	97
c_2	-0,368	0,019	-19,1			

Проверка подобранного уравнения на адекватность осуществлялась с помощью анализа остатков (величины, которые нельзя объяснить с помощью регрессионного уравнения). Результаты исследования остатков представлены в графической форме (см. рисунок 1). Уравнение характеризуется средним коэффициентом детерминации – 72,8 % и малым значением стандартной ошибки (0,01). График остатков, в зависимости от предсказанных величин параметра *b* уравнения (2) показывает, что предположение о близости остатков к нулевым средним не нарушено. Разброс остатков относительно предсказанных значений параметра *b* равномерен.

В результате получено уравнение, позволяющее находить высоту ступени толщины на основе данных средневзвешенного диаметра и высоты древостоя. Уравнение имеет следующий вид:

$$h_c = \left[\frac{d^2 \cdot (H - 1.3)}{D - 0.566 \cdot H^{-0.368} \cdot (D - d) \cdot \sqrt{H - 1.3}} \right]^2 + 1.3, \tag{3}$$

где h_c – высота ступени толщины, м; d – диаметр ступени толщины, см; D – средневзвешенный диаметр, м; H – средняя высота, м.

Проверка унифицированного прогнозного уравнения проведена путем сопоставления с данными пробных площадей разных возрастов. Для каждой кривой на основе средних диаметров и высот представляемого ею древостоя по формуле (3) определялись высоты в соответствующих ступенях толщины. Были рассмотрены расчеты для отдельных объектов изучения в разном возрасте. Для большей наглядности на рисунке 2 приведено сравнение фактической зависимости высот от диаметров с зависимостью рассматриваемых таксационных показателей, полученной согласно рассмотренной методике.

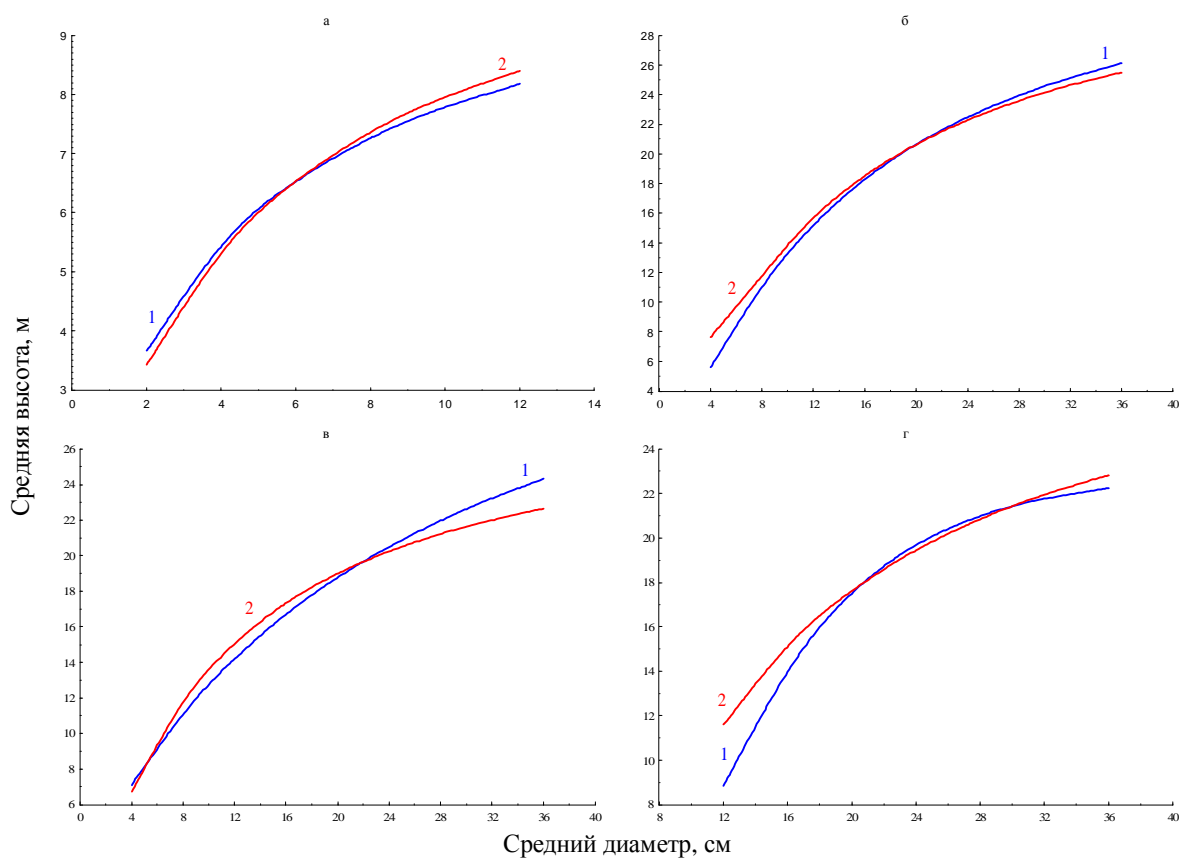


Рисунок 2 – Сравнение зависимостей высот от диаметров сосновых древостоев в возрасте: а – 16 лет; б – 57 лет; в – 81 год; г – 100 лет. 1 – фактическая зависимость, 2 – зависимость, полученная с использованием уравнения (3)

Различия между эмпирическими высотами в ступенях толщины и установленными по модели (3) для большинства сосновых древостоев не

превышают 2 м.

Т. Ример-Дужинская [2] по материалам обмеров высот и диаметров на 174 пробных площадях в сосновых древостоях на территории Польши получила значения коэффициентов a и b , равные 0,744 и -0,453, соответственно. Они довольно близки к полученным в нашем исследовании величинам, но проверить существенность различий не представляется возможным вследствие отсутствия оценок точности этих коэффициентов в ее работе.

Заключение

В результате проделанной работы получено прогнозное уравнение, позволяющее строить кривые зависимости средних высот от диаметров по ступеням толщины для всех сочетаний средних диаметров и высот в древостоях разных возрастов и полнот, произрастающих в различных условиях местопроизрастания. Полученная унифицированная модель является непрерывной в отношении средних диаметров и высот. Следует отметить, что составленное уравнение показало высокую адекватность, всеобщность и полноту пригодности.

Список литературы

1. Bruchwald, A. Uniform Height Curves for Norway Spruce Stands / A. Bruchwald, L. Wroblewski // Forestry. – 1994. – № 36. – P. 43–47.
2. Rymer-Dudzińska, T. Nowe wzory empiryczne krzywej wysokości dla sosny (New Constant Height Curves for Pine) / T. Rymer-Dudzińska // Sylwan, 1994 - T. 113. – № 2. – С. 21–23.
3. Näslund, M. Antalet provträd och höjdkurvans noggrannhet [Anzahl der Probestämme und die Genauigkeit der Höhenkurve] / M. Näslund // Meddelanden fran statens skogsförsöksanstalt, 1929. – Vol. 25/3, S. 93–170.