

## ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ СРЕДНИМ ДИАМЕТРОМ И ДРУГИМИ ТАКСАЦИОННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЧИСТЫХ МОДАЛЬНЫХ ДРЕВОСТОЕВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД

Толкач И.В., Ожич О.С.

(Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, РБ)

Tolkach I.V., Ozhych O.S.

(Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus)

Приведены исследования взаимосвязей между средним диаметром и другими таксационными показателями чистых модальных древостоев основных лесобразующих пород Республики Беларусь.

*The relationship between average diameter and some main forest stand mensuration of pure modal stands of the main forest-forming species of the Republic of Belarus is investigated.*

**Ключевые слова:** взаимосвязь, средний диаметр

**Key words:** relationship, average diameter

**Введение.** Технологический прогресс в области аэро- и космической съемки позволяет постоянно увеличивать объем информации, получаемой дистанционными методами и повышать ее точность. В связи с этим большое значение приобретает разработка новых методов автоматизированного дешифрирования, основанных на использовании взаимосвязей между таксационными и дешифровочными показателями древостоев [1, 2].

Изучением закономерностей строения и взаимосвязей между дешифровочными показателями крон деревьев, таксационными показателями древостоя и его полога, разработкой регрессионных моделей и таблиц, отражающих данные взаимосвязи, занимались многие ученые: А. К. Пронин (1939), Г. Г. Самойлович (1972), И. Д. Дмитриев (1974–1977), И. М. Данилин (1984, 2005), И. А. Лабутина (2004), А. В. Любимов (2001), В. И. Сухих (1977, 2007), А. Н. Филипчук (1984) и многие др. Накоплен большой опыт по исследованию данных взаимосвязей.

Целью исследования является изучение взаимосвязей между средним диаметром и другими таксационными показателями чистых модальных древостоев основных лесобразующих пород Республики Беларусь для последующего использования разработанных регрессионных уравнений в автоматизированной системе лесотаксационного дешифрирования древостоев.

**Основная часть.** Между таксационными и дешифровочными показателями, характеризующими древостой и его полог, существуют не только парные, но и множественные зависимости, например, между средним диаметром, высотой и полнотой –  $D = f(H, P)$  или средним диаметром, высотой, диаметром крон, сомкнутостью и классом бонитета –  $D = f(h, D_k, Sp, B)$ , которые оцениваются с помощью различных регрессионных уравнений или выражаются в виде графиков, таблиц, в том числе хода роста, дополненных дешифровочными показателями (высотой, средним диаметром крон, сомкнутостью полога, протяженно-

стью крон, высотой до наибольшего диаметра кроны и др.) [3, 4]. Исследованию данных зависимостей для основных лесообразующих пород Республики Беларусь посвящена данная работа.

**Объекты исследования.** Объектами исследования послужили чистые модальные древостои основных лесообразующих пород Республики Беларусь. В качестве исходных данных использованы материалы лесоустройства – выделная база данных насаждений лесного фонда Беларуси. Для регрессионного анализа были отобраны 701 840 таксационных выделов.

Общие статистики распределений средних диаметров древостоев в исследуемых насаждениях приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Общие статистики среднего диаметра для основных лесообразующих пород

Порода	Количество объектов, шт.	Среднее значение, см	Стандартное отклонение, см	Коэффициент вариации, %	Минимальное значение, см	Максимальное значение, см
Сосна	572 185	23,54	5,67	24,08	10	86
Ель	21 206	23,98	7,09	29,55	10	60
Береза	59 440	17,59	5,85	33,27	10	44
Осина	2 252	22,87	8,21	35,91	10	52
Ольха черная	42 122	20,39	5,54	27,19	10	48
Ольха серая	71	23,72	11,91	50,24	10	72
Дуб	4 564	34,78	12,65	36,37	10	100

**Результаты исследований.** Для обработки данных использовались методы регрессионного анализа и составлялись регрессионные уравнения взаимосвязи между средним диаметром и другими таксационными показателями древостоев. Исследование зависимостей между таксационными показателями древостоя было выполнено отдельно для основных лесообразующих пород.

Многофакторный регрессионный анализ показал, что наибольшее влияние на средний диаметр древостоя оказывает средняя высота, полнота, запас и возраст. Ниже приведены регрессионные уравнения для основных лесообразующих пород, которые отражают данные связи, и приведены статистики (коэффициент детерминации ( $R^2$ ), средняя квадратическая ошибка уравнения ( $S_y$ ),  $F$ -критерий Фишера ( $F$ )). Значимость переменных в регрессионных уравнениях 1-7 по

$t$ -критерию Стьюдента приведены в таблице 2.

Сосна:

$$D = -0,0930137 + 1,17339 \cdot H - 12,2123 \cdot P/H - 0,0169323 \cdot M + 0,0617917 \cdot A \quad (1)$$

$$R^2 = 84,3\%; F = 765721,57; S_y = 2,25 \text{ см}$$

Ель:

$$D = -6,10392 + 1,24256 \cdot H + 42,1338 \cdot P/H - 0,0146602 \cdot M + 0,0917769 \cdot A \quad (2)$$

$$R^2 = 87,0\%; F = 35534,82; S_y = 2,55 \text{ см}$$

Береза:

$$D = -6,71642 + 1,21287 * H + 44,9036 * P/H - 0,0220688 * M + 0,0929864 * A \quad (3)$$

$$R^2 = 88,6\%; F = 115897,55; S_y = 1,97 \text{ см}$$

Ольха черная:

$$D = -1,7034 + 1,02098 * H + 8,66793 * P/H - 0,0115893 * M + 0,103824 * A \quad (4)$$

$$R^2 = 83,1\%; F = 51688,67; S_y = 2,28 \text{ см}$$

Осина:

$$D = -4,93804 + 1,10197 * H + 23,0754 * P/H - 0,026655 * M + 0,228434 * A \quad (5)$$

$$R^2 = 86,3\%; F = 3522,66; S_y = 3,05 \text{ см}$$

Ольха серая:

$$D = -16,8853 + 1,36222 * H + 110,085 * P/H - 0,0256439 * M + 0,28044 * A \quad (6)$$

$$R^2 = 78,3\%; F = 59,61; S_y = 5,71 \text{ см}$$

Дуб:

$$D = 7,26211 + 0,607979 * H - 143,606 * P/H - 0,0129674 * M + 0,209103 * A \quad (7)$$

$$R^2 = 82,9\%; F = 5514,95; S_y = 5,24 \text{ см}$$

где  $D$  – средний диаметр древостоя, см;  $H$  – средняя высота древостоя, м;  $P$  – полнота древостоя;  $M$  – запас древостоя, м<sup>3</sup>/га;  $A$  – возраст древостоя, лет.

Таблица 2 – Значение  $t$ -критерия Стьюдента независимых переменных для расчета среднего диаметра древостоя по регрессионным уравнениям 1-7

Уравнение Параметры	1	2	3	4	5	6	7
<i>Constant</i>	-1,469	-22,397	-44,517	-6,466	-4,505	-3,189	-10,771
<i>H</i>	350,579	77,675	134,436	64,260	16,803	3,908	24,887
<i>P/H</i>	-17,467	14,546	29,463	3,223	2,0207	2,669	57,262
<i>M</i>	-136,864	-32,710	-47,229	-20,063	-11,840	-3,141	-4,801
<i>A</i>	285,782	45,648	97,193	66,168	21,618	3,848	-0,780

Анализ полученных данных показал, что подобраны наиболее значимые по  $t$ -критерию Стьюдента переменные для расчета средних диаметров древостоев основных лесобразующих пород. С увеличением средней высоты и возраста древостоя происходит увеличение среднего диаметра в среднем на 1-2 см, а влияние запаса дает отрицательную регрессию.

На рисунке графически представлена модель взаимосвязи среднего диаметра, полученного в природе ( $D$ ) и рассчитанного ( $D_p$ ) по регрессионному уравнению для сосновых насаждений по уравнению 1.

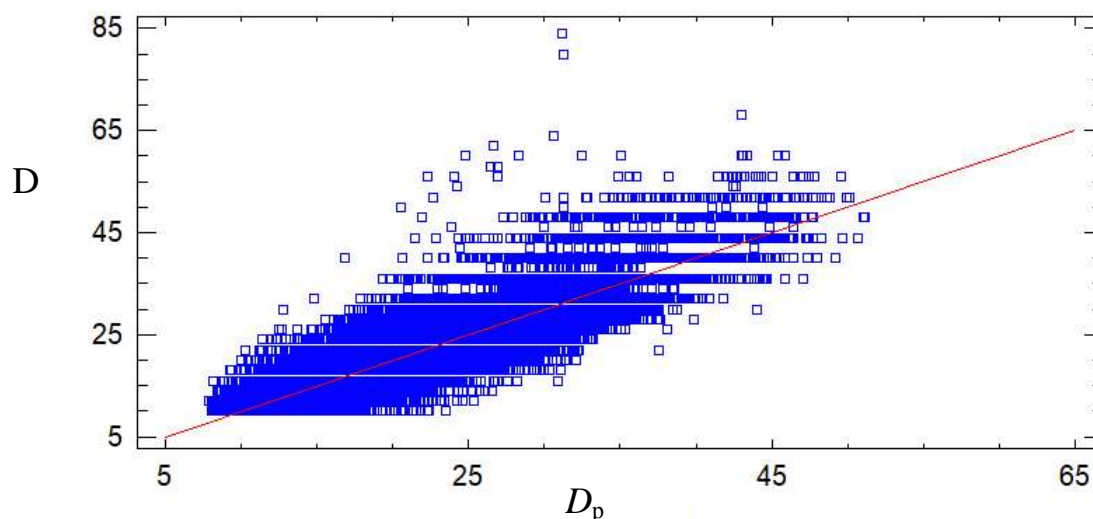


Рисунок 1 – График взаимосвязи между средним диаметром ствола и таксационными показателями сосновых насаждениях

**Заключение.** Полученные результаты исследования взаимосвязей между таксационными показателями древостоев основных лесообразующих пород позволяют сделать вывод, что существует тесная связь между средним диаметром, средней высотой, полнотой, запасом и возрастом древостоев, на это указывают высокие коэффициенты детерминации ( $R^2$ ) - 78,3-88,6%. Разработанные регрессионные уравнения дают возможность оценить (моделировать) средний диаметр древостоя, который нельзя получить путем прямых измерений видимых на снимках крон деревьев и полога древостоя.

#### Список использованных источников

1. Бахур О.С. Взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями в сосновых древостоях I и Ia классов бонитета / О. С. Бахур // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хозяйство. 2013. Вып. XXI. С.13–15.
2. Толкач И.В. Измерительное дешифрирование и оценка таксационных показателей сосновых древостоев по цифровым снимкам сверхвысокого разрешения / И. В. Толкач, О. С. Бахур // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хозяйство. 2014. Вып. XXII. С.48–51.
3. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: учебник. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. 392 с.
4. Коцан В.В. Взаимосвязи между таксационными показателями деревьев в кругах конкуренции на примере сосняков мшистых искусственного происхождения // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хозяйство. 2014. Вып. XXII. С.19–22.