

УДК 630.5

Д.М. Шинелев, З.Я. Нагимов, Д.А. Салангина, А.И.Шинелева  
(Уральский государственный лесотехнический университет)

### **ЗАВИСИМОСТЬ ФРАКЦИЙ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ ОТ ИХ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЕЛОВЫХ КУЛЬТУРАХ БИЛИМБАЕВСКОГО ЛЕСХОЗА**

*В еловых культурах Билимбаевского лесхоза в возрасте от 6 до 15 лет заложены три пробные площади, на которых определен фракционный состав надземной фитомассы у 18 деревьев. Установлена зависимость фитомассы от диаметра ствола и возраста дерева, рассчитаны соответствующие двухфакторные регрессии.*

Исследования надземной фитомассы культур ели проводились в условиях Билимбаевского лесхоза, расположенного в подзоне южно-таежных лесов Среднеуральской низкогорной и Зауральской холмисто-предгорной провинции (Колесников и др., 1974). Надземная и подземная фитомассы культур ели в возрасте 9 и 20 лет на Урале ранее исследовались на уровне древостоев (Усольцев и др., 2002; Терехов, Усольцев, 2005). Нами исследована фитомасса в таких культурах на уровне деревьев с целью составления в дальнейшем таблиц для подеревной ее оценки.

Пробные площади закладывались в насаждениях первого класса возраста, второго класса бонитета с учетом теоретических положений лесной таксации и требований ОСТ 56-69-93. В соответствии с рядом распределения стволов по диаметру формировалась систематическая выборка модельных деревьев для определения надземной фитомассы в количестве 5–7 шт. на каждой пробной площади. Надземную фитомассу модельных деревьев определяли осенью с подразделением на следующие фракции: ствол, хвоя, живые ветви, генеративные органы, отмершие ветви. Фитомасса ствола, кроны и отмерших ветвей определялась прямым взвешиванием на электронном безмене с точностью до 50 г.

Для оценки массы древесной зелени, хвои, живых и отмерших ветвей в кроне формировали выборку модельной части кроны. Из кроны механическим путем отбирали навеску (1/4 – 1/5 часть кроны), которую делили на фракции: хвоя, живые ветви (скелет кроны), генеративные органы и отмершие ветви, и каждую фракцию взвешивали с точностью до 1 г. По установленным соотношениям определялся фракционный состав всей кроны. Таксационные показатели модельных деревьев и древостоев на пробных площадях (табл. 1) определялись общепринятыми методами. Объем ствола в коре определялся по сложной формуле Губера. Обработку экспериментального материала выполняли по стандартной программе Statgraphics.

При исследовании фитомассы было важно выявить минимальное количество легко и точно measurable таксационных показателей, объясняющих максимальную долю изменчивости массы той или иной фракции. По простоте и надежности определения в полевых условиях и степени корреляции с фракциями фитомассы наибольший интерес представляет диаметр дерева. На рис.1-3 представлены зависимости массы стволов, кроны и хвои от диаметра ствола в обычных, а на рис. 4-5 – в логарифмических координатах. Последние три графика наглядно подтверждают строго линейную зависимость между исследуемыми показателями в логарифмических координатах. На графиках поле рассеивания экспериментальных данных массы стволов значительно уже, чем массы кроны и хвои. Но и изменение массы кроны и хвои с увеличением толщины деревьев носит четкий, вполне закономерный характер.

Таблица 1 - Таксационная характеристика модельных деревьев

№ дерева	Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Объем дерева, м <sup>3</sup>	Фитомасса, кг				
					ствола	кроны	хвои	отмерших ветвей	генеративных органов
Пробная площадь № 1									
1	14	14,1	10,21	0,0699	69,55	72,80	54,70	1,100	-
2	14	11,8	9,80	0,0493	44,5	47,40	29,30	0,250	-
3	14	9,0	8,44	0,0270	25,15	25,10	15,80	0,250	4,2
4	14	7,3	7,93	0,0175	15,75	15,35	10,23	0,150	-
5	14	5,2	5,50	0,0069	6,70	5,35	3,62	0,100	-
6	14	3,2	4,00	0,0022	2,20	2,40	1,70	0,025	-
7	14	2,4	3,94	0,0014	1,35	1,05	0,75	0,050	-
Пробная площадь № 2									
1	6	1,3	1,80	0,0005	0,60	1,80	0,95	0,005	-
2	6	1,9	2,17	0,0010	1,05	2,20	1,32	0,010	-
3	6	2,3	2,70	0,0015	1,50	3,05	1,77	0,010	-
4	6	3,7	3,54	0,0033	3,10	4,05	2,39	0,030	-
5	6	5,2	4,89	0,0163	5,75	5,95	4,10	0,020	-
Пробная площадь № 3									
1	15	1,3	1,96	0,0005	0,60	1,45	1,05	0,010	-
2	15	2,8	3,07	0,0019	1,80	3,20	2,04	0,020	-
3	15	11,5	10,53	0,0518	47,05	38,90	26,40	0,300	-
4	15	8,4	8,35	0,0249	21,35	22,75	16,09	0,100	-
5	15	10,4	9,54	0,0376	33,55	25,50	16,02	0,150	-
6	15	6,1	6,58	0,0112	10,10	11,60	7,65	0,025	-

При расчете зависимостей следует отдавать предпочтение более простым моделям, константы которых имеют определенное биологическое объяснение. Среди таких моделей заслуживают особого внимания те,

которые путем различных преобразований могут быть приведены к линейному виду. При описании таксационных зависимостей наилучшие результаты обеспечивает аллометрическая (степенная) функция (Рокицкий, 1973; Никитин, Швиденко, 1978; Усольцев, 1985 и др.)

$$y = a x^b, \quad (1)$$

которая путем логарифмирования приводится к линейному виду

$$\ln y = \ln a + b \ln x. \quad (2)$$

Исследование закономерностей формирования надземной фитомассы деревьев целесообразно проводить на основании уравнения множественной регрессии. Результаты исследований авторов (Усольцев, 1985; Нагимов, 2000) свидетельствуют о целесообразности совместного использования в уравнениях множественной регрессии в качестве определяющих факторов показателей условий местопроизрастания  $H_{100}$ , возраста, диаметра и высоты деревьев.

Учитывая характер зависимости массы фракций от диаметра и возраста, в качестве общего уравнения принято уравнение множественной аллометрии, приведенное к линейному виду:

$$\ln (P_i) = a_0 + a_1 \ln(D) + a_2 \ln(A) \quad (3)$$

где  $P_i$  – одна из фракций надземной фитомассы, кг;  $D$  – диаметр дерева, см;  $A$  – возраст дерева, лет;  $a_0$ ;  $a_1$ ;  $a_2$  – константы.

Результаты расчета уравнений (3) по всем фракциям надземной фитомассы деревьев сведены в табл. 2.

Таблица 2 - Характеристика уравнений (3)

Фракция фитомассы	Уравнение	$R^2$	SE
Ствол	$\ln(P) = -1,429 + 2,035 \ln(D) + 0,046 \ln(A)$	0,99	18,6
Крона	$\ln(P) = -0,083 + 1,686 \ln(D) - 0,203 \ln(A)$	0,90	41,7
Хвоя	$\ln(P) = -0,868 + 1,688 \ln(D) - 0,055 \ln(A)$	0,91	39,8

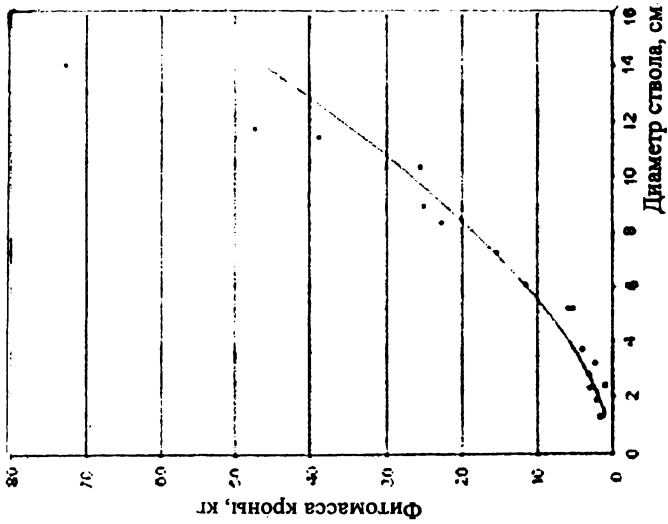


Рис. 2. График зависимости фитомассы кроны от диаметра ствола

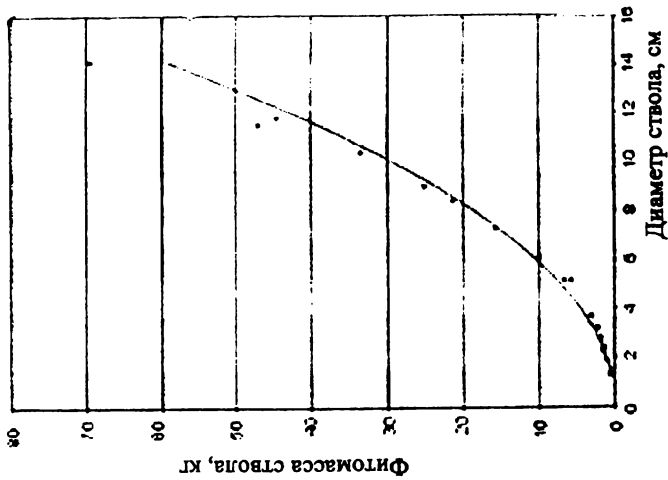


Рис. 1. График зависимости фитомассы ствола от его диаметра

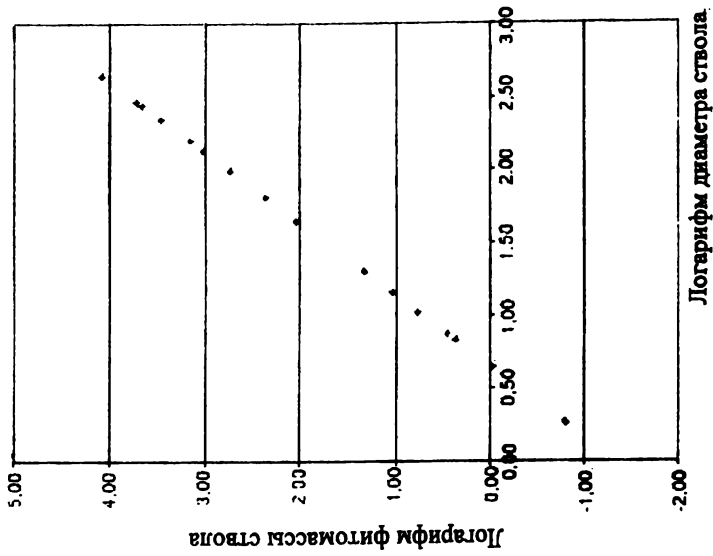


Рис. 4. Зависимость фитомассы ствола от его диаметра в логарифмических координатах

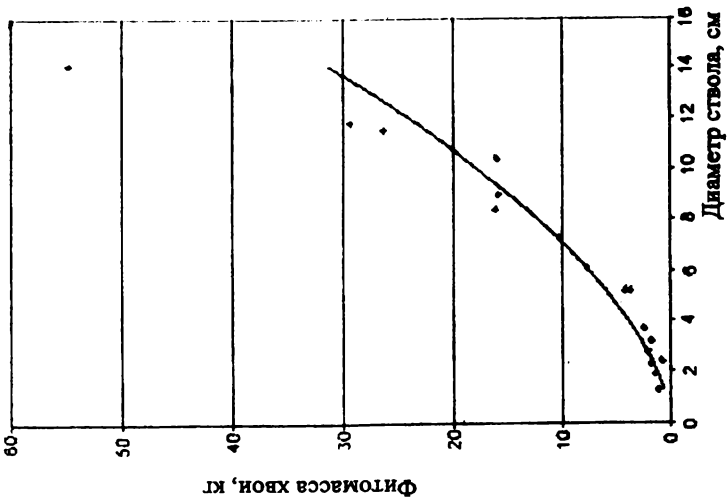


Рис. 3. График зависимости фитомассы хвои от диаметра ствола

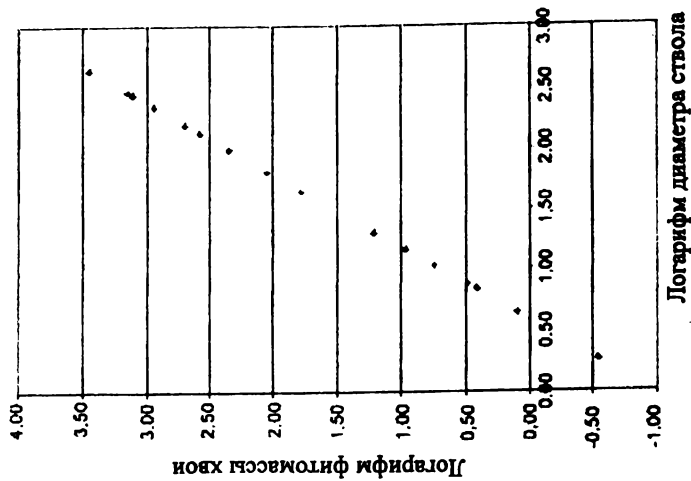


Рис. 6. Зависимость фитомассы хвои от диаметра ствола в логарифмических координатах

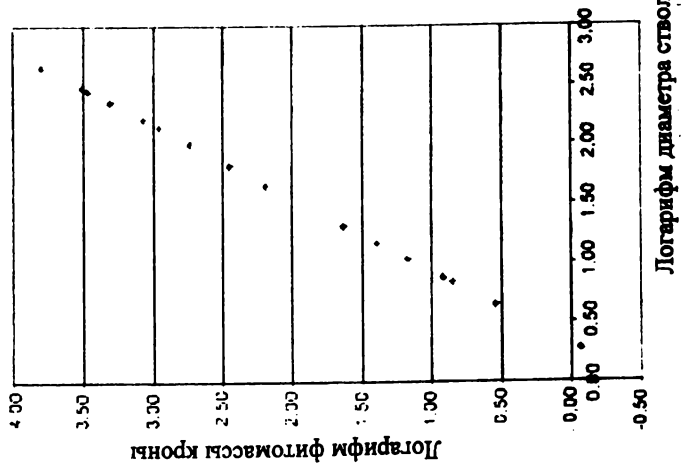


Рис. 5. Зависимость фитомассы кроны от диаметра ствола в логарифмических координатах

При использовании данных табл. 2 необходимо иметь в виду, что область использования разработанных уравнений ограничивается диапазоном варьирования использованных переменных модельных деревьев в древостоях пробных площадей.

Обращает на себя внимание отрицательный знак переменной возраста при оценке фитомассы кроны и хвои. Это означает, что при фиксированных значениях диаметра фитомасса кроны уменьшается с увеличением возраста. Это положение ряд исследователей объясняет возрастными изменениями ранга деревьев одинаковых размеров (Усольцев, 1985; Луганский, Нагимов, 1994).

Совокупность двух факторов (диаметра и возраста деревьев) наиболее точно отражает изменение массы стволов. Значение коэффициента детерминации ( $R^2$ ) свидетельствует, что возраст и диаметр деревьев объясняют изменчивость массы стволов, крон и хвои соответственно на 99, 90 и 91%. Разработанные уравнения характеризуются относительно низкими стандартными ошибками.

Таким образом, наши исследования свидетельствуют о целесообразности применения многомерного анализа при исследовании фитомассы в культурах ели. Использование в уравнениях множественной регрессии диаметра и возраста деревьев обеспечивает хорошие результаты при оценке различных фракций фитомассы деревьев.

#### Библиографический список

Колесников Б.П. и др. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. 176 с.

Луганский Н.А., Нагимов З.Я. Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале. Екатеринбург: УГЛТА, 1994. 140 с.

Нагимов З.Я. Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: Автореф. дис.... д-ра с.-х. наук. Екатеринбург: УГЛТА, 2000. 40 с.

Никитин К.Е. Швиденко А.З. Методы и техника обработки лесоводственной информации. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 272 с.

Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1985. 191 с.

Усольцев В.А. и др. Фитомасса еловых культур на Среднем Урале // Экология. Наука, образование, воспитание. Вып. 3. Брянск: БГИТА, 2002. С. 48-50.

Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск: Вышэйш. шк., 1973. 320 с.

Терехов Г.Г., Усольцев В.А. Фитомасса 9-летних ельников искусственного происхождения в связи со способом их формирования на Среднем Урале // Экологические проблемы Севера: Межвуз. сб. науч. тр. Архангельск: АГТУ, 2005. С. 107-108.