

Нестеров В. Г. Общее лесоводство.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1954.— 655 с. [5].
Погребняк П. С. Общее лесоводство.— М.: Сельхозиздат, 1963.— 310 с. [6].
Эйтинген Г. Р. Лесоводство.— М.: Сельхозгиз, 1949.— 368 с.

Поступила 28 сентября 1992 г.

УДК 630*5 : 630*28

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО МЕТОДА ПРИ ОЦЕНКЕ НАКОПЛЕНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ

Б. М. ПУНЬКО

Львовский лесотехнический институт

При исследовании фитомассы (биомассы) в древостоях выделяют следующие фракции: древесина стволов, кора стволов, ветви, побеги текущего года, листва, генеративные органы, корни и пни. Изучение фитомассы лесов важно для оценки лесной продукции и сырьевых ресурсов по массе на единице площади.

Исследованием запаса и структуры зеленой биомассы отдельных деревьев и насаждений занимались многие ученые ([1, 3, 5, 6] и др.).

В. М. Горбатенко, В. В. Протопопов [2], М. Г. Семечкина [4] и др. отмечают, что точность учета фракций фитомассы древостоя зависит в первую очередь от метода отбора модельных деревьев.

На начальном этапе исследователи практиковали расчет фитомассы древостоя по данным среднего дерева насаждения. Сейчас точность такого метода признана низкой. Деревья, средние, например, по площади сечения, не всегда оказываются средними по другим показателям, например массе кроны [7, 8]. Кроме этого, в ряду распределения даже по одному признаку место среднего дерева также меняется ([4] и др.). Из многочисленных методов оценки фитомассы древостоя Т. Satoo [9] выделяет три: среднего дерева, отношения площадей сечений модельных деревьев и древостоя, регрессионный. Число деревьев и метод их отбора в каждом конкретном случае определяют с учетом трудозатрат и необходимой точности.

Исследования проводили на временных пробных площадях в модельных производных ельниках Украинских Карпат, произрастающих во влажной грабовой и пихтовой судубравах (С₃ГД и С₃ПД), а также во влажном дубовом пихтаче (Д₃ДП). Нами установлено, что интенсивность рубок ухода в производных ельниках различна, т. е. динамика изменения числа стволов на 1 га в зависимости от возраста и среднего диаметра насаждения неодинакова. В пределах одного типа леса выделяли две группы пробных площадей: с умеренной и сильной интенсивностью формирования (УИФ и СИФ). Пробы закладывали в соответствии с требованиями ОСТА 56-69—83, учитывая методики В. М. Горбатенко, В. В. Протопопова [2], В. А. Усольцева [5] и др.

Рубку и определение таксационного состава крон модельных деревьев проводили в августе—сентябре. На каждой пробной площади по средним таксационным показателям выбирали одно-два модельных дерева от каждой ступени толщины, но не менее 10...15 шт., общее число моделей — 749.

Замеры и рубку модельных деревьев осуществляли по методике кафедры лесоводства и лесной таксации ЛЛТИ. У срубленных моделей кроны разделяли на фракции. Непосредственным взвешиванием определяли общую свежесрубленную надземную фитомассу и массу технологической зелени (диаметр ветвей до 2 см), а затем как разность между этими показателями находили массу очищенных ветвей. Полу-

ченные полевые данные подвергали статистическому анализу, они служили основой для расчета биологической продуктивности древостоев.

Для расчета фитомассы по фракциям при непосредственном участии автора разработана программа регрессионного анализа на ЭВМ «Правец». Учитывали диаметр модельных деревьев на высоте груди, высоту, а также диаметр, длину и густоту кроны. Последнюю определяли в относительных величинах на основании показателя фитонасыщенности крон (P_{ϕ}), т. е. как отношение длины живых ветвлений кроны к высоте дерева. Кроме того, эти показатели корректировали по отношению площади просветов кроны к ее длине и в последующем весовым данным запасов фитомассы выделяемых фракций. Полученные показатели фитонасыщенности крон объединяли в три группы: крона редкая — $P_{\phi} = 0,30 \dots 0,50$, средней густоты — $P_{\phi} = 0,51 \dots 0,60$ и гу-

Кoeffициенты и основные статистики	Значения коэффициентов и статистик в зависимости от интенсивности формирования					
	Умеренная при кроне			Сильная при кроне		
	редкой	средней густоты	густой	редкой	средней густоты	густой

Общая надземная фитомасса, кг

a_1	-2,856	32,665	44,477	-21,315	8,937	5,576
a_2	10,277	15,280	26,145	49,406	64,830	96,756
a_3	-15,113	-31,816	-51,686	89,847	18,158	31,294
a_4	-9,313	75,035	97,580	-284,061	-156,153	-282,355
a_5	65,262	-167,237	-195,541	187,685	97,874	261,583
a_6	-0,975	-88,810	-1,081	-1,921	-1,852	-2,648
a_7	-2,399	0,671	-1,514	-2,397	-0,992	-2,416
a_8	3,768	-0,611	1,017	3,624	2,983	3,989
a_9	9,183	2,555	9,584	8,323	0,332	5,296
a_{10}	7,309	-0,599	6,089	4,110	2,401	3,643
a_{11}	-19,011	5,932	-13,924	0,437	-0,158	2,476
a_{12}	38,035	-10,707	33,709	-21,791	-10,765	-18,631
a_{13}	28,655	-20,693	14,260	7,076	3,586	6,416
a_{14}	-9,675	9,248	-2,835	3,471	1,681	-2,134
a_{15}	-262,963	77,106	-182,786	-17,638	3,150	-21,828
Σ	8,662	7,065	29,124	14,832	26,989	58,368
r	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99
F	161,71	133,72	132,97	205,19	147,57	126,79
$m_r \cdot 10^{-3}$	2,77	3,34	3,36	2,19	3,03	3,53

Технологическая зелень, кг

a_1	3,780	25,060	64,004	-6,121	19,895	22,720
a_2	11,511	12,803	-28,069	39,362	48,568	68,288
a_3	-27,310	-23,550	36,868	62,337	8,231	26,042
a_4	-8,398	37,260	152,846	-180,957	-77,061	-163,543
a_5	117,290	-76,832	-609,322	60,034	-22,773	48,149
a_6	-0,163	0,107	1,690	-1,133	-0,896	-1,273
a_7	-2,284	1,004	7,931	-2,031	-1,484	-3,029
a_8	2,132	-2,518	-12,014	2,261	1,513	2,773
a_9	5,536	-2,555	-21,057	5,576	1,581	5,021
a_{10}	6,382	-2,553	-19,223	3,077	1,810	3,488
a_{11}	-14,086	12,086	49,764	0,178	0,998	2,209
a_{12}	32,693	-20,319	-94,675	-13,785	-4,823	-10,399
a_{13}	24,441	-23,873	-93,582	2,829	-2,066	-2,023
a_{14}	-12,638	7,375	42,850	5,528	2,589	4,228
a_{15}	-218,155	146,319	759,547	-7,712	3,011	-14,270
Σ	8,924	0,455	50,973	4,435	8,109	18,161
r	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
F	173,95	114,43	90,87	82,65	59,40	53,17
$m_r \cdot 10^{-3}$	2,58	3,90	4,90	5,37	7,43	8,27

Примечание. Σ — сумма квадратов отклонений; r — коэффициент корреляции; F — критерий Фишера; m_r — ошибка коэффициента корреляции.

стая — $P_{\phi} = 0,61 \dots 0,80$. Значения показателей фитомассы, не вошедшие в пределы указанных групп, отбрасывали.

Для аналитического выравнивания полученных таксационных показателей использовали форму степенного полинома для одной и многих независимых переменных.

Во втором случае показатели основных статистик и точность отклонений от среднего значения полевых данных оказались более высокими. Полученное уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$M = a_1 + a_2 d + a_3 h + a_4 l_{кр} + a_5 D_{кр} + a_6 \frac{d^2}{2} + \\ + a_7 dh + a_8 dl_{кр} + a_9 dD_{кр} + a_{10} \frac{h^2}{2} + a_{11} hl_{кр} + \\ + a_{12} hD_{кр} + a_{13} \frac{l_{кр}^2}{2} + a_{14} l_{кр} D_{кр} + a_{15} \frac{D_{кр}^2}{2},$$

где M — масса фракций фитомассы одного дерева, кг;
 $a_1 - a_{15}$ — коэффициенты регрессии (см. таблицу);
 d — диаметр дерева на высоте груди, см;
 h — высота дерева, м;
 $l_{кр}$ — длина кроны, м;
 $D_{кр}$ — диаметр кроны, м.

Приведенная формула может быть использована для расчета надземной фитомассы (общая, технологическая зелень и очищенные ветви) в производных еловых древостоях, а также при проведении лесоводственно-экологических теоретических и практических исследований, направленных на выявление особенностей и изучение динамики ее накопления.

В таблице приведены значения коэффициентов уравнения регрессии для расчета общей надземной фитомассы и технологической зелени.

Формула дает достоверные результаты в диапазоне диаметров деревьев 4...44 см. Точность отклонений от среднего значения для указанной группы диаметров не выходит за пределы 4,7...4,8 %.

Полученные нами данные позволяют сделать вывод о том, что на запас надземной фитомассы в производных ельниках Украинских Карпат решающее влияние оказывают длина, диаметр и показатель фитонасыщенности кроны. Зафиксировано также влияние интенсивности проводимых лесохозяйственных мероприятий. Выявленные закономерности позволят более рационально использовать всю надземную часть еловых древостоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Биологическая продуктивность сосны в лесостепной зоне / В. И. Рубцов, А. И. Новосельцева, В. К. Попов, В. В. Рубцов.— М.: Наука, 1976.— 223 с. [2]. Горбатенко В. М., Протопопов В. В. О точности учета фитомассы крон и хвои сосновых древостоев // Лесн. хоз-во.— 1971.— № 4.— С. 39—41. [3]. Дылис Н. В., Носова Л. М. Фитомасса лесных биогеоценозов Подмосковья.— М.: Наука, 1977.— 143 с. [4]. Семечкина М. Г. Структура фитомассы сосняков.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978.— 166 с. [5]. Усольцев В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев.— Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1985—191 с. [6]. Усольцев В. А. Рост и структура фитомассы древостоев.— Новосибирск: Наука, 1988.— 165 с. [7]. Attiwill P. M. A method for estimating crown weight in Eucalyptus and some other implications of relationships between crown weight and stem diameter // Ecology.— 1966.— Vol. 47.— P. 795—804. [8]. Madgwick H. A. I. Biomass and productivity models of forest canopies // Ecological studies: Analysis and synthesis.— N. Y.; Heidelberg; Berlin: Springer Verl.— 1970.— Vol. 1: Analysis of temperate forest ecosystems.— P. 47—54. [9]. Sato T. A synthesis of studies