

лова В. А. Формирование снежного покрова в лесу и поле в Подмоскowie // Лесоведение.— 1972.— № 3.— С. 30—37. [3]. Грибов А. И. Гидрологическая роль березовых лесов южной части Красноярского края: Автореф. дис. . . канд. с.-х. наук.— Красноярск, 1973.— 21 с. [4]. Данилик В. Н. Повышение водоохрaнно-защитной роли насаждений путем рационального размещения хвойных и лиственных пород // Леса Урала и хозяйство в них.— Свердловск, 1978.— Вып. 2.— С. 23—31. [5]. Данилов Н. И. Гидрологическая роль лесов различного состава // Лесоведение.— 1989.— № 5.— С. 41—47. [6]. Данилов Н. И., Кураев В. Н. Лесорастительная оценка промерзания и оттаивания лесных почв // Лесн. хоз-во.— 1989.— № 7.— С. 27—29. [7]. Идзон П. Ф., Пимснова Г. С. Влияние леса на сток рек.— М.: Наука, 1975.— 110 с. [8]. Мельчанов В. А. Снегозапасы в еловых лесах Среднего Урала // Метеорология и гидрология.— 1971.— № 11.— С. 75—80. [9]. Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса.— М.: АН СССР, 1960.— 485 с. [10]. Мурашев С. И., Рутковский В. И. Методика изучения снегового режима в лесах.— Пушкино: ВНИИЛХ, 1940.— 31 с.— (Науч. тр. / ВНИИЛХ; Вып. 14). [11]. Некоторые результаты лесогидрологических наблюдений на Истринском опорном пункте ВНИИЛМ за период 1938—1957 гг. / Н. Ф. Созыкин, Ю. В. Горбунов, С. А. Коженикова, П. П. Пятков // Тр. III Всесоюз. гидрологич. съезда.— 1959.— Т. 2.— С. 32—39. [12]. Побединский А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 176 с. [13]. Субботин А. И. Сток талых и дождевых вод.— М.: Гидрометеоиздат, 1966.— 376 с.

Поступила 22 августа 1990 г.

УДК 630*52 : 630*174.754

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЕЛОВО-ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. М. РОДНЯНСКИЙ, А. Н. СМОЛЬЯНОВ

Воронежский лесотехнический институт

В течение многих лет большое внимание уделяется изучению ельников Европейского Севера, в том числе оценке их биологической продуктивности [2—4]. Для древостоев северо-западной части Пермской области этот вопрос практически не исследован.

Цель нашей работы — оценить надземную фитомассу ельников данного региона, что особенно важно в период наметившегося истощения запасов стволовой древесины.

Количественные показатели компонентов фитомассы деревьев ели и пихты изучали на основе обмеров более 700 модельных деревьев, взятых на 30 пробных площадях в насаждениях с полной 0,7...1,0, в широком диапазоне классов бонитета. Диаметры моделей изменялись в больших пределах и достигали для пихты 44 см, для ели 56 см. Использована общепринятая методика изучения биологической продуктивности древостоев.

Выход фитомассы определяется соотношением диаметра и высоты, что в нормативах фитопроductивности отражается через ступени толщины и разряды высот. Значительный интерес представляет изучение зависимости компонентов фитомассы от диаметра деревьев как наиболее информативного морфометрического показателя.

Исследованиями установлена тесная связь между диаметром стволов и фитомассой различных компонентов надземной части деревьев (табл. 1).

Регрессионный анализ парных связей показал, что хорошие результаты выравнивания массы различных фракций обеспечиваются уравнением параболы второго порядка и функцией роста Хосфельда — Корсуна вида

$$y = \frac{x^2}{ax^2 + bx + c}$$

Таблица 1

Статистические показатели связи компонентов фитомассы с таксационным диаметром.

Фракция фитомассы	Коэффициент корреляции r	Ошибка m_r	Показатель достоверности t_r	Корреляционное отношение η	Ошибка m_η	Показатель достоверности t_η
Кора стволовая	0,91	0,013	69	0,96	0,007	142
	0,93	0,020	48	0,97	0,009	103
Ветви	0,84	0,018	46	0,90	0,012	73
	0,78	0,036	22	0,80	0,033	24
Хвойная лапка	0,83	0,019	43	0,87	0,016	56
	0,82	0,029	28	0,85	0,025	34
Отмершие сучья	0,73	0,029	25	0,75	0,027	28
	0,73	0,042	17	0,80	0,032	35

Примечание. В числителе — показатели для деревьев ели; в знаменателе — для пихты.

Выявлены тесная связь компонентов фитомассы с высотой стволов, а также средний уровень связи фитомассы с возрастом дерева, что объясняется биологией пород. Результаты исследований позволили получить достоверные модели и разработать на их основе нормативы таксации надземной фитомассы.

Модели надземной фитомассы деревьев ели и пихты получены в результате проведенного множественного регрессионного анализа. В качестве влияющих факторов выбраны диаметр на высоте груди и высота ствола. За основу регрессионных моделей был принят полином общего вида до третьей степени влияющих факторов:

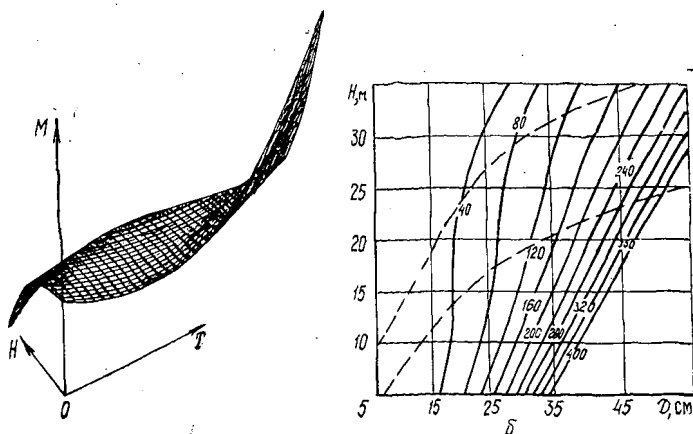
$$M = a_0 + a_1 D + a_2 H + a_3 D^2 + a_4 H^2 + a_5 DH + a_6 D^3 + a_7 D^2 H + a_8 DH^2 + a_9 H^3,$$

где M — величина компонента фитомассы;
 D — диаметр ствола на высоте 1,3 м;
 H — высота дерева;
 $a_0 \dots a_9$ — коэффициенты уравнения.

Функции такого вида дают разнообразный веер поверхностей, позволяют довольно гибко подбирать аппроксимирующее уравнение и получать адекватную зависимости модель. Недостаток полинома заключается в том, что он не проходит через начало координат и поэтому не способен полностью отражать закономерности накопления фитомассы. При исключении свободного члена a_0 полином будет проходить через начало координат, но вследствие потери одной степени свободы станет менее гибким [7]. Недостаток полинома сводится к минимуму, если тщательно выбрать конкретное уравнение в каждом случае получения регрессионной модели и ограничить область применения этой модели в соответствии с границами действия влияющих факторов.

Все полученные модели адекватны исследуемым зависимостям на уровне вероятности 0,95. Графическая интерпретация регрессионной модели массы хвойной лапки деревьев ели (см. рисунок) дает представление о форме поверхностей (рис. а) и о проекции их на плоскость, образуемую осями влияющих факторов (рис. б).

Для компонентов ствола наблюдается закономерное возрастание объема ствола и массы коры с увеличением диаметра и высоты. Для фракций кроны прослеживается уменьшение ее массы с ростом высоты при фиксированном диаметре. Показатели общей массы кроны, хвойной



лапки и отмерших сучьев при одинаковом диаметре повышаются по мере снижения высоты дерева, т. е. при ухудшении освещенности или эдафических условий. Эти результаты согласуются с данными В. А. Усольцева и других исследователей [8, 9].

При разработке нормативов необходимо выбрать шкалу разрядов высот. Анализ полученных кривых-гид, показанных на рис. 6 штриховыми линиями, и диапазона высот по ступеням толщины позволил установить соответствие шкалы разряда высот ели имеющейся разрядной таблице [1]. Шкала разрядов высот пихты существенно отличается от имеющихся для данной породы.

На основе регрессионных моделей для принятых шкал получены нормативы выхода компонентов надземной фитомассы деревьев ели и пихты. Фрагмент нормативов выхода фитомассы для деревьев ели приведен в табл. 2.

По мнению Л. К. Позднякова [6] и других исследователей, представляется перспективным учет фракций путем соотношения фитомассы к объему стволовой древесины. В связи с этим для практического использования разработаны нормативы таксации коры, сучьев, древесной зелени по отношению массы фракций к единице объема стволовой древесины.

Таблица 2

Выход компонентов фитомассы деревьев ели III разряда высот

Ступень толщи- ны, см	Средняя высо- та, м	Объем ствола, м ³	Масса, кг			
			коры	кроны	хвойной лапки	отмер- ших сучьев
8	8,3	0,021	1,1	5,0	4,4	2,1
12	12,6	0,074	3,6	17,0	13,7	3,6
16	16,2	0,173	7,4	38,4	27,4	6,2
20	19,0	0,308	11,5	63,0	43,9	9,4
24	21,1	0,474	17,8	92,7	62,6	12,5
28	23,1	0,679	24,2	127,0	82,9	15,3
32	24,7	0,913	31,1	168,0	106,0	18,4
36	25,9	1,170	38,3	219,0	132,0	22,2
40	26,9	1,470	45,8	286,0	165,0	26,9
44	27,8	1,790	53,8	370,0	205,0	32,5
48	28,6	2,160	62,3	479,0	256,0	41,8
52	29,4	2,570	71,4	615,0	320,0	47,2
56	30,0	3,020	80,9	790,0	403,0	57,0

На основе проведенных расчетов и рекомендаций А. А. Онучина, А. Н. Борисова [5] были получены коэффициенты перевода объема стволовой древесины в весовые единицы компонентов фитомассы, кг:

$$K = M/V,$$

где K — коэффициент перевода, кг/м³;
 V — объем стволовой древесины, м³.

Выравненные значения коэффициентов по ступеням диаметра и разрядам высот приведены в табл. 3. Для нахождения массы различных фракций елово-пихтовых насаждений достаточно объем стволовой древесины каждой ступени умножить на соответствующий коэффициент.

Таблица 3
 Коэффициенты для определения выхода
 надземной фитомассы деревьев ели
 III разряда высот

Ступень толщи- ны, см	Коэффициент перевода, кг/м ³				
	Объем ствола	Масса			
		коры	кроны	хвойной лапки	отмер- ших сучьев
8	0,021	52,4	238	209	100,0
12	0,074	48,4	228	184	48,4
16	0,173	42,8	222	159	35,9
20	0,308	37,3	204	142	30,5
24	0,474	37,5	195	132	26,4
28	0,679	35,7	187	122	22,5
32	0,913	34,0	184	116	20,1
36	1,170	32,6	187	113	18,9
40	1,470	31,2	195	112	18,4
44	1,790	30,0	206	114	18,1
48	2,160	28,8	222	119	19,3
52	2,570	27,7	239	124	18,3
56	3,020	26,7	261	133	18,9

В результате проведенных исследований получены математические модели компонентов надземной фитомассы и нормативы выхода отдельных фракций для деревьев ели и пихты в насаждениях северо-запада Пермской области. Разработанные нормативы используются в лесо-строительном проектировании, а полученные математические модели необходимы в дальнейших исследованиях динамики надземной фитомассы древостоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 564 с. [2]. Гусев И. И. Фракционный состав елового древостоя по элементам фитомассы // Учет лесного фонда и организация лесного хозяйства: Межвуз. сб. науч. тр.— Красноярск, 1976.— Вып. 5.— С. 25—30. [3]. Гусев И. И., Соколов Н. Н. Объем сучьев и вес хвойной лапки в ельниках Севера // Лесн. журн.— 1973.— № 3.— С. 25—29.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Гусев И. И., Соколов Н. Н. Учет элементов живой кроны ели // Тр. / АЛТИ.— Архангельск, 1974.— Вып. 42.— С. 50—52. [5]. Онучин А. А., Борисов А. Н. Опыт таксации фитомассы сосновых древостоев // Лесоведение.— 1974.— № 6.— С. 66—71. [6]. Поздняков Л. К., Протопопов В. В., Горбатенко В. М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии.— Красноярск: Кн. изд-во, 1969.— 156 с. [7]. Свалов Н. Н. Прогнозирование роста древостоев // Лесоведение и лесоводство: Итоги науки и техники / ВИНТИ АН СССР.— М., 1978.— Т. 2. Методы учета и прогноза лесных ресурсов.— С. 110—197. [8]. Учет фитомассы древостоев сосны при рубках главного пользования / А. Н. Смольянов, З. А. Георгишвили, Ю. А. Сердюков, А. И. Ревин // Науч.-технич. разработки проблем лесного комплекса: Межвуз. сб. науч. тр.— Л.: ЛТА, 1989.— С. 35—39. [9]. Усольцев В. А. Моделирова-

ние структуры и динамики фитомассы древостоев.— Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1985.— 191 с.

Поступила 15 ноября 1991 г.

УДК 582.475.4 : 630*232.32

ФЕНОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

Б. В. РАЕВСКИЙ

Петрозаводская ЛОС ЛенНИИЛХа

В естественноисторических условиях севера Европы, при бедности дендрофлоры, исключительно важное значение имеет интродукция быстрорастущих и ценных видов на основе современных достижений лесной генетики и селекции. Один из таких видов — сосна скрученная (*Pinus contorta* var. *latifolia* S. Watson) североамериканского происхождения.

Начало интродукции сосны скрученной в странах северо-западной Европы было положено в середине XIX в. [6], но наибольшие масштабы она получила в последние десятилетия, особенно в Швеции, где с начала 70-х гг. площадь плантаций этой породы увеличилась до 400 тыс. га [9, 10]. По данным многих исследователей [7—10], сосна скрученная обеспечивает увеличение продуктивности насаждения (по объему древесины в коре) на 25... 50 % при возрасте технической спелости 55 лет.

В нашей стране сосна скрученная (синоним — сосна Муррея) — сравнительно редкий экзот. В отечественной литературе описано около двух десятков небольших участков культур этого интродуцента, произрастающих в различных регионах Европейско-Уральской зоны. Анализируя итоги интродукции сосны скрученной в северо-западном регионе, ряд авторов [2—4] пришли к выводу, что в условиях средней и южной подзоны тайги она успешно произрастает, обильно плодоносит, нетребовательна к почве, устойчива к заболеланиям и низким температурам. В то же время вопросы выращивания посадочного материала практически не освещены.

Сказанное послужило поводом для изучения возможности использования сосны скрученной в лесокультурной практике Карелии.

Работы проводили в базисном питомнике Олонецкого комплексного леспромхоза. Объектами исследования были семена, сеянцы и саженцы сосен скрученной и обыкновенной различного происхождения. За основу взята агротехника производства посадочного материала сосны обыкновенной, применяемая в питомниках Карелии. Сеянцы в течение года выращивали в условиях контролируемой среды, в теплице с полиэтиленовым покрытием, по технологии, разработанной Петрозаводской ЛОС [5]. Семена сосны скрученной местного происхождения и из естественного ареала высевали по вариантам в 10 строчек на 1 м² грядки по 100 шт. на 1 м. В качестве контроля брали нормальные и улучшенные семена сосны обыкновенной. Грунтовую всхожесть определяли как отношение числа появившихся всходов к числу высеянных семян.

В школе сеянцы доращивали в течение двух лет на подзоле иллювиально-железистом супесчаном с применением регулярных агротехнических уходов и двукратной подкормки полным удобрением N₅₀P₅₀K₅₀. Фенологические наблюдения в посевах и посадках вели по методике