

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*5

ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИРОСТА ЕЛОВОГО ПОДРОСТА ПО ВЫСОТЕ С ОСНОВНЫМИ ЕГО ТАКСАЦИОННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

И. В. НИКИФОРЧИН, Л. Н. ЯНОВСКИЙ, В. С. МОИСЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Прирост древостоев исследован довольно хорошо [1—4], прирост подроста изучен недостаточно.

Один из наиболее значимых и достоверно определяемых показателей подроста — прирост по высоте (текущий и средний периодический). Для целенаправленного формирования насаждений важно выявить его закономерные связи с другими таксационными показателями. Эти сведения необходимы для решения задач лесовосстановления, проведения рубок ухода за подростом и изучения их влияния на формирование будущих насаждений. По интенсивности прироста подроста можно прогнозировать ранговое положение деревьев в пологе после вырубki материнского древостоя.

Наши исследования предусматривали выявление и моделирование взаимосвязей среднего периодического прироста по высоте елового подроста с основными его таксационными показателями: возрастом, высотой, диаметром корневой шейки и диаметром кроны. Для этого в малонарушенных сосняках черничных с полной материнского полога 0,7...0,8 и наличием елового подроста, расположенных в лесопарковой зоне Ленинграда, было заложено 11 пробных площадей. Таксационная характеристика пробных площадей № 1 и 10 (граничные участки) приведена в табл. 1.

На пробах произведена таксация подроста. Для этого закладывали учетные площадки размером 2×2 м в количестве 100 шт. на 1 га. Таксационные показатели (возраст, высота, диаметр корневой шейки, диаметр кроны, прирост по высоте за последние 5 лет) определяли при рубке и обмере учетных экземпляров изучаемого елового подроста. Для этой цели на каждой пробной площади срубали от 175 до 200 экземпляров подроста ели. Исследовали насаждения, в которых возраст подроста ели составлял 6...25 лет, высота 0,3...3,2 м, диаметр корневой шейки 0,5...8,4 см, диаметр крон 25...175 см (табл. 2). Математико-статистическая обработка материалов полевых наблюдений и моделирование таксационных показателей елового подроста выполнены на ЭВМ «Искра-1256» [5]. Взаимосвязи и зависимости между средним периодическим приростом и другими таксационными показателями подроста (факторами) устанавливали методом множественного регрессионного анализа. Для этого на пробных площадях отбирали каждый четвертый или пятый экземпляр детально обмеренного елового подроста (в зависимости от его густоты).

В результате анализа экспериментальных данных установлено, что теснота связи среднего периодического прироста по высоте с указанными таксационными показателями снижается с увеличением густоты подроста. Однако общий характер связи в целом сохраняется независимо от густоты подроста. В табл. 3 приведены коэффициенты корреляции и статистики F (F — распределение Фишера) по двум граничным участкам (пробные площади № 1 и 10) с густотой елового подроста соответственно 5,5 и 25,4 тыс. шт./га.

Анализ связей четырех наиболее важных таксационных показателей подроста (возраст A , высота h , диаметр корневой шейки $d_{к.ш}$, диа-

Древостой

Номер пробной площади	Квартал	Площадь, га	Стадия дигрессии	Преобладающая порода	Класс возраста	Класс бонитета	Тип леса	Ярус	Состав и возраст по элементам леса	Средняя высота, м
1	230	0,60	2	С	IV	III	С чер. вл	I	5,1С ₇₀ 4,9Б ₇₀	16,8
								II	10Е ₃₀	6,9
10	229	0,16	2	С	IV	III	С чер.	I	5,3С ₆₅ 4,7Б ₅₀	18,6

метр кроны D_k) и их комбинаций со средним периодическим приростом по высоте за последние 5 лет показал, что для парных связей

Таблица 2

Номер пробной площади	Густота подроста, тыс. шт./га	Количество обмеренного подроста, шт.	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр корневой шейки, см	Диаметр кроны, см	Средний периодический прирост по высоте, см
1	5,5	175	$\frac{13,25}{6 \dots 23}$	$\frac{1,18}{0,30 \dots 3,23}$	$\frac{2,09}{0,6 \dots 7,0}$	$\frac{90,02}{28,0 \dots 178,5}$	$\frac{9,73}{2,8 \dots 25,8}$
10	25,4	195	$\frac{10,94}{6 \dots 25}$	$\frac{1,08}{0,32 \dots 2,50}$	$\frac{2,29}{0,5 \dots 8,4}$	$\frac{82,32}{25,0 \dots 175,5}$	$\frac{11,62}{3,4 \dots 22,4}$

Примечание. В числителе — среднее значение таксационных показателей; в знаменателе — их диапазон.

наиболее тесная корреляция наблюдается между приростом высоты елового подроста и его высотой ($Z_h^{c.n} = f(h)$). При густоте подроста 5,5 тыс. шт./га коэффициент корреляции равен 0,957, критерий Фишера — 179,6; при густоте 25,4 тыс. шт./га — соответственно 0,746 и 23,27.

Влияние возраста, диаметра корневой шейки и диаметра кроны на средний периодический прирост елового подроста менее существенно. На пробной площади № 1 связь $Z_h^{c.n} = f(A)$ характеризуется коэффициентом корреляции 0,822, критерием Фишера 34,48; $Z_h^{c.n} = f(d_{к.ш})$ — соответственно 0,827 и 35,97; $Z_h^{c.n} = f(D_k)$ — 0,892 и 64,57.

Очень тесная связь и высокий критерий Фишера отмечены при рассмотрении множественных связей среднего периодического прироста елового подроста по высоте с его таксационными показателями, одним из которых является высота: $Z_h^{c.n} = f(h, A)$; $Z_h^{c.n} = f(h, d_{к.ш})$; $Z_h^{c.n} = f(h, D_k)$. При густоте подроста 5,5 тыс. шт./га коэффициент множественной корреляции составил 0,957...0,961, критерий Фишера — 116,1...131,3, при густоте 25,4 тыс. шт./га соответственно 0,750...0,830 и 15,44...26,76.

Увеличение числа факторов не вызывает существенного повышения коэффициентов множественной корреляции. Так, при исследовании совместного влияния всех четырех

Таблица 1

в целом						Элементы леса					
Полнота	Сомкнутость	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Запас леса на 1 га, м ³		Масса древесной зелени, т	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Запас леса на 1 га, м ³	
			растущего	мертвого						растущего	мертвого
0,77	0,80	26,9	235	42	6,15	С	17,9	18,2	13,6	121	26
0,02	—	0,4	2	—	1,59	Б	15,8	13,1	13,6	114	16
0,70	0,80	25,1	232	16	4,66	Е	6,9	11,3	0,4	2	—
						С	19,4	21,3	13,2	123	15
						Б	17,6	12,5	11,9	109	1

факторов на средний периодический прирост по высоте (модель № 11) коэффициент множественной корреляции при густоте 5,5 тыс. шт./га составил 0,963, при густоте 25,4 тыс. шт./га — 0,841, а критерий Фишера соответственно 78,55 и 16,55.

Нами рассмотрено также влияние сочетаний таксационных показателей на прирост елового подроста по высоте ($Z_h^{c,n} = f(A \times h, A \times d_{к.ш}, A \times D_k)$; $Z_h^{c,n} = f(h \times d_{к.ш}, h \times D_k)$; $Z_h^{c,n} = f(d_{к.ш} \times D_k)$). В этих случаях коэффициенты корреляции и значения критерия Фишера значительно снижаются и для пробной площади № 1 составляют соответственно 0,533... 0,730 и 6,551... 12,19. Следовательно, усложнение регрессионной модели по такому типу комбинаций факторов не повышает достоверности аппроксимации прироста, а лишь затрудняет расчеты.

Для проверки нулевой гипотезы о достоверности и степени влияния различных факторов на прирост подроста ели по высоте при анализе рассмотренных закономерностей сравнивали полученные нами значения критериев Фишера с табличными при разном числе степеней свободы и 5 %-м уровне значимости. Во всех случаях опытные значения F оказались больше табличных. Следовательно, нулевая гипотеза отвергается, т. е. влияние рассмотренных факторов на прирост подроста по высоте не случайно.

Во всех рассмотренных опытах первое место по силе влияния на средний периодический прирост подроста в высоту занимает высота, затем диаметр кроны и диаметр корневой шейки, последнее — возраст.

Следовательно, для черничных типов леса при прогнозировании таксационной характеристики подроста ели с учетом его густоты Γ средний периодический прирост по высоте можно моделировать уравнением

$$Z_h^{c,n} = f(h, A, \Gamma) = 4,72 - 0,413A + 8,867h + 0,0467\Gamma.$$

При мониторинге и формировании насаждений из подроста в качестве нормативов можно использовать таблицы, составленные по следующим моделям:

$$Z_h^{c,n} = f(h, \Gamma) = 1,70 + 6,638h + 0,0857\Gamma;$$

$$Z_h^{c,n} = f(h, D_k, \Gamma) = 1,90 + 7,331h - 0,0113D_k + 0,0847\Gamma;$$

$$Z_h^{c,n} = f(h, d_{к.ш}, \Gamma) = 1,21 + 9,27h - 1,316d_{к.ш} + 0,114\Gamma.$$

Анализируя полученные по этим моделям данные, можно отметить, что в 60—70-летних сосново-березовых насаждениях с полнотой 0,7... 0,8 при увеличении густоты елового подроста прирост его по высоте увеличивается. У экземпляров одинаковой высоты больший прирост наблюдается при меньших диаметрах кроны и корневой шейки. Это

Таблица 3

Но- мер моде- ли	Характер связи	Пробная площадь № 1				Пробная площадь № 10			
		Коэффи- циент корре- ляции	Критерий Фишера		Число степеней свободы	Коэффи- циент корре- ляции	Критерий Фишера		Число степеней свободы
			вычис- ленный	таблич- ный			вычис- ленный	таблич- ный	
1	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(h)$	0,957	179,60	3,29	2,33	0,746	23,27	3,26	2,37
2	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(D_K)$	0,892	64,57	3,29	2,33	0,645	13,24	3,26	2,37
3	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(d_{k, \Pi})$	0,827	35,97	3,29	2,33	0,601	10,50	3,26	2,37
4	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(A)$	0,822	34,48	3,29	2,33	0,347	2,541	3,26	2,37
5	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(h, d_{k, \Pi})$	0,961	131,30	2,90	3,32	0,785	19,32	2,87	3,36
6	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(h, A)$	0,958	119,30	2,90	3,32	0,830	26,76	2,87	3,36
7	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(h, D_K)$	0,957	116,10	2,90	3,32	0,750	15,44	2,87	3,36
8	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(h, d_{k, \Pi}, D_K)$	0,961	95,55	2,68	4,31	0,785	14,11	2,65	4,35
9	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(A, h, d_{k, \Pi})$	0,962	98,86	2,68	4,31	0,837	20,57	2,65	4,35
10	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(A, h, D_K)$	0,958	87,94	2,68	4,31	0,838	20,73	2,65	4,35
11	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(A, h, d_{k, \Pi}, D_K)$	0,963	78,55	2,53	5,30	0,841	16,55	2,53	5,34
12	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(d_{k, \Pi} \times D_K)$	0,533	6,551	3,29	2,33	0,599	10,39	3,26	2,37
13	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(h \times d_{k, \Pi}, h \times D_K)$	0,730	12,19	2,90	3,32	0,650	8,796	2,87	3,36
14	$Z_{h, \Pi}^{\Sigma} = f(A \times h, A \times d_{k, \Pi}, A \times D_K)$	0,682	6,747	2,68	4,31	0,622	5,523	2,65	4,35

следует учитывать при рубках формирования лесопарковых ландшафтов, не уничтожая весь подрост для улучшения просматриваемости и проходимости участков. В рубку необходимо назначать лишь еловый подрост, имеющий очень широкую крону и диаметр корневой шейки, в 2,0—2,5 раза превышающий средний, существенно не снижая при этом его густоты. Эти рекомендации можно применять в насаждениях, близких по таксационной характеристике к рассмотренным в данной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Антанайтис В. В., Загреев В. В. Прирост леса.— 2-е изд., перераб.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 200 с. [2]. Верхунов П. М. Многофакторные корреляционные связи прироста в разновозрастных сосновых древостоях // Экономические основы организации лесохозяйственного производства.— Красноярск, 1976.— С. 161—179. [3]. Высоцкий К. К. Как прогнозировать рост и развитие древостоев // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов.— Свердловск, 1983.— С. 108—116. [4]. Патацкас А. Определение текущего прироста отдельного дерева и древостоя методом корреляционного анализа: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.— Киев, 1968.— 20 с. [5]. Лесная таксация. Обработка материалов на ЭВМ: Методич. указания для студентов / Л. Н. Яновский, В. С. Моисеев, А. Г. Мошкалев и др.— Л.: ЛТА, 1986.— 56 с.

Поступила 9 февраля 1990 г.

УДК 630*531

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ВЕТВЕЙ ПО ИХ ТОЛЩИНАМ В СОСНЯКАХ СРЕДНЕГО УРАЛА

В. А. УСОЛЬЦЕВ, З. Я. НАГИМОВ, В. В. ДЕМЕНЕВ,
Р. Р. ШАРАФУТДИНОВ

Уральский лесотехнический институт

Исследования структуры фитомассы полога древостоев обычно имеют либо ресурсоведческую ориентацию (с точки зрения утилизации), либо биогеоценологическую (познание круговорота веществ в лесном фитоценозе). Однако необходимо оценить и адаптивную геометрию ветвящихся структур деревьев. Установлено, например, что коэффициент бифуркации, как отношение числа ветвей данного порядка к числу ветвей последующего, постоянен для данной породы и относительно независим от внешних факторов [13]. Оценка ветвящихся структур деревьев актуальна и с точки зрения их горимости. Математическое моделирование лесных верховых пожаров на основе теории тепломассопереноса требует детальной информации о количественных и качественных характеристиках крон. При этом надо знать не только их общую массу, но и распределение ветвей по размерам и удельной поверхности, представляющей отношение поверхности к объему [2, 10, 12].

Наши исследования выполнены в 15—120-летних сосняках учебно-опытного лесхоза УЛТИ. Класс бонитета древостоев — II, полнота — 0,9 и выше, тип леса — сосняк ягодниковый. Заложено 6 пробных площадей, на которых взято 56 модельных деревьев по ступеням толщины. Охвоенные побеги (древесную зелень) отделяли секатором и взвешивали, а побеги без хвои относили затем к массе ветвей. Ветви последовательно отделяли друг от друга: первого порядка — от ствола, второго порядка — от первого, третьего — от второго и т. д. Ветви расчленяли на отрезки по толщине зависящей от общего размера дерева и взвешивали. Число градаций колебалось от 4 до 14.

Первые данные о фитомассе крон, хвои и корней деревьев встречаются уже в начале XX столетия в работах М. К. Турского и М. М.