

УДК 630\*531:519

*В.А. УСОЛЬЦЕВ, З.Я. НАГИМОВ, В.В. ДЕМЕНЕВ*Уральская государственная лесотехническая академия  
Нижевартовский лесхоз, Ханты-Мансийский автономный округ

Нагимов Зуфар Ягфарович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 80 печатных работ по проблемам продуктивности и структуры фитомассы лесных экосистем.



### ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТВЕЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА ПО ВЕСОВЫМ И ДЕНДРОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Изложены результаты исследований распределения ветвей по длине, диаметру и массе. Выявлены различия в строении крон по размерам ветвей и древостоев по размерам деревьев. Даны рекомендации по оценке массы крон в сосновых древостоях.

The results of studies into the distribution of branches by length, diameter and mass have been presented. The distinctions of crowns' structure by branches' sizes as well as that of stands by trees' sizes are revealed. The recommendations on estimation of crowns' mass in pine tree stands are given.

Многие исследователи при оценке фитомассы крон используют модельные ветви. Однако лесотаксационная практика в настоящее время не располагает отработанными методами их отбора. Эти методы должны быть основаны на закономерностях распределения ветвей по размерам. Данный вопрос совершенно не исследован. Обоснование и описание приема отбора модельных ветвей во многих работах не приводятся или недостаточны для непосредственного применения.

Для изучения особенностей распределения ветвей по их линейным и весовым характеристикам на 8 пробных площадях, заложенных в сосняках ягодникового и осоково-болотного типов леса, были отобраны 15 модельных деревьев различных классов роста (по Крафту). Определяли диаметр у основания, длину и массу охвоенных и неоховоенных частей каждой ветви первого порядка. Затем из охвоенной части (древесной зелени) отделяли хвою и взвешивали непосредственно в лесу.

Статистическая обработка исходного материала выполнена на ПЭВМ по специальным программам. При изучении характера распределения числа ветвей по тому или иному показателю в качестве статистических моделей аппроксимации, наряду с нормальным распределением, использовали логнормальное, экспоненциальное,  $\gamma$ - и  $\beta$ -распределения. Различия между экспериментальными и теоретическими распределениями всех типов оценивали по критерию согласия Пирсона при уровне значимости 0,05 и соответствующем числе степеней свободы [4].

При изучении строения древостоев большой интерес представляет варьирование диаметров, высот и других показателей деревьев. В работах многих исследователей [1-3, 5, 6 и др.] показана изменчивость размеров стволов с возрастом. Поэтому представляет интерес варьирование размеров и массы ветвей в зависимости от возраста деревьев.

Для выявления общего характера этой зависимости модельные деревья объединяли по возрастным группам и для каждой из них выводили средние значения коэффициента вариации отдельно по типам леса и классам Крафта. Результаты расчетов приведены в таблице. Они свидетельствуют о высокой изменчивости размеров и массы ветвей. С увеличением возраста у деревьев одних и тех же классов Крафта изменчивость показателей в целом повышается. На наш взгляд, это объясняется старением крон: в кронах большего возраста при прочих равных условиях изменчивость ветвей по размерам, а следовательно, и массе, значительно выше. Таким образом, изменение коэффициентов вариации линейных размеров и массы ветвей довольно точно соответствует дифференциации их во времени. Отмеченная закономерность не прослеживается лишь в сосняке осоково-болотном у деревьев V класса Крафта, что объясняется, видимо, малым объемом экспериментального материала.

В пределах выделенных возрастных групп коэффициенты вариации диаметра, длины и массы ветвей закономерно уменьшаются с ухудшением ценотического положения деревьев. Это явление тоже вполне объяснимо. Деревья высших рангов имеют более развитые кроны, процесс отмирания нижних мутовок у них идет медленнее, чем у деревьев из нижней части полога. Естественно, в кронах крупных деревьев ветви более дифференцированы по размерам.

Характеристики ветвей	Класс Крафта	Коэффициент вариации, %, в возрасте, лет			Коэффициент асимметрии, %, в возрасте, лет		
		15...28	83...105	219...250	15...28	83...105	219...250
		Сосняк ягодниковый					
Диаметр	I	-	62,3	-	-	+0,3	-
	III	35,6	51,2	-	-0,5	+0,2	-
Длина	I	-	70,1	-	-	+0,5	-
	III	41,5	64,8	-	-0,3	+0,4	-
Масса	I	-	106,0	-	-	+1,3	-
	III	67,9	97,2	-	+0,3	+1,5	-
Сосняк осоково-болотный							
Диаметр	I	-	54,5	67,5	-	+0,5	+0,9
	III	-	54,0	72,0	-	+0,8	+0,9
	V	-	37,2	38,0	-	-0,3	-0,3
Длина	I	-	69,3	94,0	-	+0,7	+0,9
	III	-	69,0	82,0	-	+0,6	+0,7
	V	-	51,5	43,7	-	+0,1	-0,6
Масса	I	-	106,0	110,0	-	+2,1	+3,0
	III	-	108,2	109,0	-	+2,0	+1,9
	V	-	75,5	70,0	-	+0,9	+0,5

По данным таблицы можно также отметить, что масса ветвей варьирует значительно сильнее, чем их линейные размеры. Больше также изменчивость длины ветвей по сравнению с их диаметром. В сомкнутых же древостоях коэффициенты вариации диаметров деревьев всегда выше, чем их высот [5, 6 и др.].

Влияние условий местопроизрастания (типов леса) на изменчивость размеров и массы ветвей в кронах деревьев на нашем небольшом экспериментальном материале не обнаруживается.

Наряду с коэффициентом варьирования, важным параметром, наиболее полно характеризующим форму распределения числа ветвей по их таксационным признакам, является показатель асимметрии. В изучаемых рядах он изменяется в довольно широких пределах (от -0,6 до +3,0). Средние значения асимметрии по всем модельным деревьям приведены в таблице. У молодых деревьев наблюдается только правое смещение кривых распределения диаметра и длины ветвей по отношению к нормальному закону, причем значения асимметрии недостоверны. В старшем возрасте ряды распределения в подавляющем большинстве случаев имеют положительную асимметрию. Таким образом, распределение ветвей по диаметру и длине с возрастом не остается стабильным. Если в молодом возрасте до наступления жестких конку-

рентных взаимоотношений между деревьями изменение рядов происходит только в результате появления новых мутовок и перехода части ветвей за счет прироста из низших ступеней толщины и длины в более высокие, то в старшем возрасте на форму кривых значительно влияет и процесс отмирания нижних более толстых и длинных ветвей. Естественно, что при таком положении рассматриваемые кривые распределения имеют положительную асимметрию.

Распределение ветвей по массе во всех случаях имеет ярко выраженную положительную асимметрию. Причем значения показателя асимметрии значительно выше, чем в рядах распределения диаметра и длины ветвей. Следовательно, характер распределения ветвей по размерам и массе в кронах деревьев различный.

Как видно из данных таблицы, в пределах возрастных групп коэффициенты асимметрии всех изучаемых рядов закономерно уменьшаются от I класса Крафта к III. На наш взгляд, это явление объясняется тем, что в исследуемом возрастном интервале у деревьев высших классов роста вследствие их доминирующего положения в пологе процессы появления и роста молодых ветвей при прочих равных условиях идут более интенсивно, чем у отставших в росте особей. Поэтому в кронах деревьев высших рангов происходит увеличение накопления ветвей в низших ступенях толщины и длины.

Таким образом, показатель асимметрии рядов распределения ветвей по линейным размерам и массе находится в тесной зависимости от процессов их роста и отмирания.

Показатель эксцесса в исследуемых рядах также изменяется в широких пределах (от -1,3 до +9,4). Связь его с возрастом и ценотическим положением деревьев выражена неясно.

Из сказанного следует, что статистические показатели, характеризующие ряды распределения числа ветвей по диаметру, длине и массе, зависят от множества факторов, влияющих на интенсивность процессов роста, дифференциации и отмирания ветвей. Строение крон не стабильно, а динамично.

Полученные значения коэффициента варьирования, асимметрии и эксцесса показывают, что исследуемые ряды не могут быть описаны одним законом нормального распределения. Выбор теоретических кривых для выравнивания рядов распределения, как известно, в теории строения древостоев остается одним из главных вопросов. Обобщение литературных и анализ опытных данных позволили нам в качестве математических моделей аппроксимации экспериментальных рядов предложить кривые нормального, логнормального,  $\gamma$ - и  $\beta$ -распределений. Из 45 рядов только два не описываются этими теоретическими функциями. Здесь вычисленные значения критерия согласия Пирсона при 5 %-м уровне значимости для всех четырех кривых оказались больше табличных.

Результаты расчетов показали, что кривые распределения ветвей по ступеням длины и диаметра не остаются стабильными на протяжении всего периода роста. В молодом возрасте распределение имеет

симметричный характер и описывается нормальной кривой. С увеличением возраста появляются новые ветви, часть ветвей в результате прироста древесины переходит из низших ступеней длины и толщины в более высокие, другая (как правило, самые крупные) отмирает. Мода распределения постепенно перемещается из середины ряда, и симметричные ряды становятся асимметричными.

Распределение ветвей по массе, имеющее более высокие значения показателей асимметрии и эксцесса, чем по диаметру и длине, описывается только  $\beta$ -кривой.

В заключение отметим, что диапазон колебаний показателей, характеризующих ряды распределения числа ветвей по диаметру, длине и массе, довольно широк. Коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса значительно больше, чем имеющиеся в литературе для распределений деревьев в древостоях по аналогичным таксационным признакам. Поэтому способы и методы таксации, разработанные для оценки запасов стволовой древесины, вряд ли приемлемы для оценки массы крон. Тем не менее многие исследователи при изучении древесного полога избрали именно такой путь, оценивая запасы крон по средним модельным ветвям. Результаты наших исследований показывают, что выбрать среднюю модельную ветвь по массе (тем более по массе структурных частей) практически невозможно. Ветви, средние по диаметру, не являются средними по длине. Если даже отыскать ветвь, среднюю по диаметру и длине, то она не будет средней по массе. При оценке запасов крон надо отойти от способов средних модельных ветвей. Необходимо найти такие математические зависимости, которые характеризовали бы изменение строения крон деревьев во времени.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Захаров В.К. Рационализация методов таксации леса на корню // Лесн. хоз-во. - 1956. - № 10. - С.20-25. [2]. Коростелев И.Ф. Изменчивость диаметров и высот стволов в сосновых древостоях Челябинской области // Лесн. журн. - 1976. - № 3. - С. 16-19. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Луганский Н.А., Нагимов З.Я. Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1994. - 140 с. [4]. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений.- М., 1971. - 567 с. [5]. Никитин К.Е. Лиственница на Украине. - Киев: Урожай, 1966. - 331 с. [6]. Соколов С.В. Исследование роста и товарности сосновых насаждений подзоны южной тайги Зауралья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Свердловск, 1970. - 23 с.