

# Возрастное строение лиственничных древостоев

С. С. Шанин, С. Н. Товбис

Сибирский технологический институт

Вопросу строения древостоев по возрасту до настоящего времени уделяется недостаточное внимание. В этом отношении предстоит большая работа, актуальность которой неоспорима, т. к. с возрастным строением связан целый ряд лесохозяйственных мероприятий.

Из опубликованных в этом направлении работ наибольший интерес представляют исследования П. В. Воропанова (1950) по ельникам севера, И. М. Науменко и В. И. Тарасевич (1956) по соснякам Казахстана, И. М. Науменко (1957) по буковым насаждениям Крыма, В. Р. Карлина (1958) и Л. В. Бицина (1958) по буковым древостоям Кавказа и Крыма, Р. Г. Синельщикова (1958) по ельникам Кировской области, П. К. Кутузова и Г. И. Конева (1959) по кедровникам Красноярского края и др. авторов, занимавшихся изучением возрастного строения древостоев, главным образом теневыносливых пород.

Древостои с преобладанием лиственницы и чистые лиственничники в отношении их возрастного строения почти не изучены. Некоторые попытки в этом отношении сделаны Э. Н. Фалалеевым и С. С. Шаниным (1959 и 1960).

Для настоящей работы использованы данные 77 пробных площадей с общим числом 10 718 модельных или учетных деревьев, у которых был сосчитан возраст. Из указанного числа пробных площадей 33 были заложены студентами-дипломантами лесохозяйственного факультета СибТИ летом 1959 г. на концентрированных лесосеках сплошной рубки в лиственничниках Хабаровского и Красноярского краев. Общее число пней, у ко-

торых полностью сосчитан возраст, т. е. без центральных гнилей — 7596. Эти пробные площади закладывались с целью изучения возрастного строения.

С 1934 по 1939 г. СибНИИЛХЭ собирался обширный материал для изучения сортиментной структуры лиственничных древостоев. Под руководством Б. Н. Тихомирова, М. С. Богдашина, А. В. Немкова закладывались пробные площади в южной части Красноярского края, в основном в бассейнах рр. Кана, Маны, Июса, Чулыма. На этих пробах производилась сплошная вырубка древостоя, возраст определяется не у всех моделей, а, как правило, для каждого 5-го дерева, и только на части пробных площадей он сосчитан на каждой модели, не имевшей центральной гнили.

Нами использованы данные 37 пробных площадей СибНИИЛХЭ с общим числом моделей 2851, на которых сосчитан возраст. В 1959 г. при лесоустройстве Удережского лесхоза Красноярского края, в лиственничных насаждениях закладывались пробные площади со взятием в качестве моделей каждого пятого дерева. Таких пробных площадей использовано 7, с числом моделей 271.

Предварительная обработка материала путем распределения числа стволов на каждой пробе по пятилетним ступеням возраста показала, что древостои, представленные числом учетных деревьев, как правило, менее 50 штук не характеризуются достаточно полным рядом распределения по возрасту. Поэтому для окончательной обработки было отобрано 38 пробных площадей с общим числом моделей 8628, т. е. в среднем с 227 моделями на каждой.

Анализ данных распределения числа стволов на этих пробах по ступеням возраста показал, что возрастное строение лиственничных древостоев весьма различно. Были выделены четыре типа возрастного строения лиственничников: одновозрастные, с числом стволов около 90% в пределах класса, сравнительно одновозрастные, с 60—75% стволов в классе, разновозрастные, у которых около 40% стволов сосредоточено в пределах класса, и исключительно разновозрастные, с 25% стволов в классе.

Распределение числа пробных площадей и моделей по типам возрастного строения лиственничников, местам сбора и характеру материала представлено в таблице I.

Дальнейшая обработка материалов заключалась в том, что для каждой пробной площади определяется среднеарифметический возраст древостоя, который принимался за единицу, а возрасты деревьев этого древостоя вычислялись в долях от среднего. Число стволов, приходящееся на каждую ступень возраста, выражалось в процентах от общего числа на пробе.

Для получения сводного ряда распределения относительного числа стволов древостоя по естественным ступеням возраст-

та результаты наблюдений на 6 пробных площадях, заложенных в разновозрастных лиственничниках и на 12— в лиственничниках сравнительно разновозрастных, обрабатывались для каждой пробы отдельно методом математической статистики. Данные

Таблица 1

№ п-п	Тип возрастного строения древостоев	Заложены студентами дипломантами на лесосеках		Заложены СибНИИЛХЭ в насажде- ниях	Итого
		Хабаров- ский край	Красно- ярский край	Красноярский край	
1	Одновозрастные	$\frac{3}{514}$	—	$\frac{3}{432}$	$\frac{6}{946}$
2	Сравнительно одновозрастные	$\frac{7}{1543}$	—	$\frac{5}{1064}$	$\frac{12}{2607}$
3	Разновозрастные	—	$\frac{6}{1587}$	—	$\frac{6}{1587}$
4	Исключительно разновозрастные	$\frac{11}{3488}$	—	—	$\frac{11}{3488}$
	Итого:	$\frac{24}{5515}$	$\frac{6}{1587}$	$\frac{8}{1496}$	$\frac{38}{8628}$

Таблица 2

№ пробной площади	Число стволов на пробе	Средний возраст древостоя	Место среднего деревя по воз- расту в % от самого молодого	Показатель точности—Р	Коэффициент вариации—v	Мера кососи—z
1	157	71	46,0	0,5	7,0	-0,1
2	152	72	49,0	0,5	8,0	-0,38
3	201	129	51,0	0,3	4,0	-0,25
4	97	140	50,0	0,2	2,0	0,1
5	139	157	50,6	0,3	4,0	0,3
6	200	230	50,1	0,2	3,0	1,0

остальных 20 пробных площадей такого рода обработке не подвергались. Основные показатели для одновозрастных лиственничных древостоев сведены в таблицу 2.

Для этого типа строения лиственничников был составлен сводный ряд распределения, а по нему вычислена теоретическая кривая распределения, уравнение которой имеет следующий вид:

$$y=04e^{-0,5x^2} [1-0,17(x^4-6x^2+3)],$$

где  $y$  — число стволов в долях от общего,

$x$  — отклонение возраста от его среднего значения.

Вычисленная нами симметричная кривая со значительным эксцессом ( $\beta=4,1$ ) относится к кривым типа А.

Критерий согласия для найденной кривой распределения (по Колмогорову):  $1-K(\lambda)=0,24917 > 0,05$ . Следовательно указанные отклонения являются случайными и вычисленная кривая достаточно точно характеризует распределение.

Аналогичным путем были вычислены основные показатели для сравнительно одновозрастных лиственничников, помещенные в таблице 3.

Таблица 3

№ пробной площади	Число стволов на пробе	Средний возраст древостоя	Место среднего дерева по возрасту в %	Показатель точности — р	Коэффициент вариации — v	Мера косоности — $\alpha$
7	248	94	37,4	0,9	14,4	-1,9
8	113	101	34,6	1,4	14,8	-1,3
9	249	110	38,0	1,0	16,4	-1,2
10	252	111	40,2	1,0	17,0	-1,15
11	307	121	39,3	0,8	13,2	-2,6
12	259	122	43,4	0,8	17,5	-0,9
13	248	122	29,8	0,6	9,1	-3,8
14	260	124	41,0	0,6	10,0	-2,0
15	122	130	45,5	1,0	11,0	-1,0
16	159	146	44,0	0,8	10,0	-1,8
17	202	151	42,2	0,6	8,0	-1,8
18	183	176	52,4	0,4	5,4	-2,4

Как место среднего дерева, так и показатель косоности свидетельствуют о значительной асимметричности рядов распределения числа стволов в этом типе лиственничников.

Из таблицы 3 можно заметить, что место дерева со средним возрастом по мере увеличения среднего возраста древостоя сдви-

гается вправо, т. е. чем старше древостой, тем дальше находится дерево со средним возрастом от начала ряда.

По сводному ряду распределения было получено следующее уравнение кривой:

$$y=0,32e^{-0,32x^2} \left[ 1+0,256(x^3-3x) + 0,123(x^4-6x^2+3) \right],$$

т. е. кривая типа А (по Митропольскому).

Критерий согласия (по Колмогорову) от найденной кривой равен 0,16, т. е. более 0,05, т. о. согласованность между рядами достаточная.

Распределение числа стволов в процентах от общего по естественным ступеням возраста в разновозрастных и исключительно разновозрастных лиственничниках для получения сводных рядов производилось только в одном варианте, графическим методом. Анализ результатов обработки по каждой пробе для разновозрастных древостоев показал, что колебание относительного числа стволов в пределах естественных ступеней весьма значительно. Так, коэффициент вариации для наиболее заселенных ступеней — 0,8—1,2 изменяется от 16 до 31%. Однако место среднего дерева по возрасту оказалось достаточно устойчивым, что подтверждается высокими статистическими показателями: при месте среднего дерева по возрасту от самого молодого ствола древостоя на 48,2%  $\sigma = \pm 2,0$ ;  $V=4,2\%$ ;  $\rho=1,9\%$ .

По результатам распределения относительного числа стволов древостоя по естественным ступеням возраста графическим способом был установлен сводный ряд, на основании которого получена теоретическая кривая, характеризующаяся следующей формулой:  $y=0,2e^{-0,125x^2}$ , т. е. кривая Гаусса.

Строение исключительно разновозрастных лиственничников, как и сравнительно разновозрастных, зависит от среднего возраста древостоя. С увеличением среднего возраста от 106 до 154 лет наблюдается смещение дерева со средним возрастом в сторону начала ряда, причем оно все более приближается к его середине. Это подтверждается и тем, что для двух пробных площадей со средним возрастом 300 лет дерево, имеющее средний возраст занимает середину ряда (50,8%). Место среднего дерева, при среднем возрасте древостоев от 106 до 154 лет, характеризуется среднеквадратической ошибкой  $\sigma = \pm 3,55$ , коэффициентом вариации  $V=6,5\%$  и показателем точности  $\rho=2,0\%$ .

По свободному ряду распределения числа стволов для 12 древостоев со средним возрастом 106—154 лет получена функция распределения:

$$y=0,12e^{-0,05x^2} \left[ 1-0,113(x^3-3x) + 0,01(x^4-6x^2+3) \right],$$

т. е. кривая типа А (по Митропольскому). Графики вычисленных кривых распределения приведены на рис. 1.

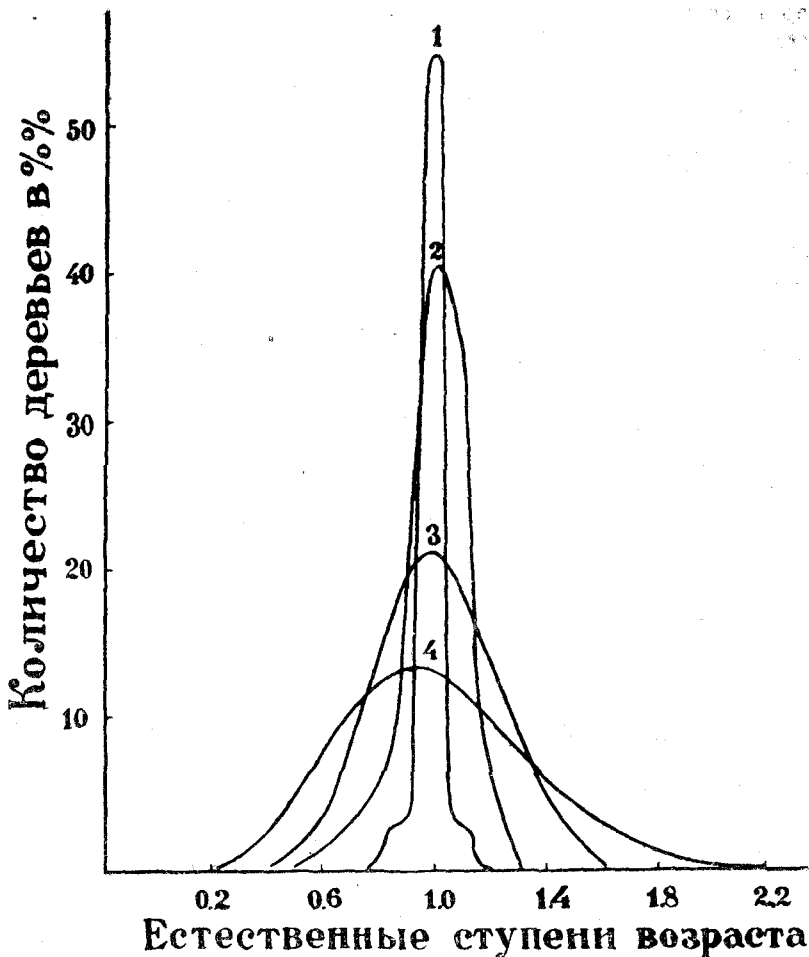


Рис. 1. Распределение числа стволов в процентах об общего по естественным ступеням возраста в одновозрастных (1), сравнительно одновозрастных (2), разновозрастных (3) и исключительно разновозрастных (4) лиственничных древостоях.

Критерий согласия (по Колмогорову) в обоих случаях более 0,05, что свидетельствует о близости вычисленных и наблюдаемых распределений.

Для выявления зависимости между диаметром на высоте груди и возрастом лиственницы использованы данные четырех пробных площадей, заложенных СибНИИЛХЭ при сборе материала для изучения сортиментной структуры. Все эти проб-

ные площади относятся к сравнительно одновозрастным древостоям.

Для указанных пробных площадей получены следующие уравнения, характеризующие зависимость между возрастом лиственницы  $x$  и ее диаметром  $y$  (см. табл. 4).

Таблица 4

Для всех полученных уравнений показатель, характеризующий близость между наблюдаемой и вычисленной линиями связи, колеблется в пределах от 0,94 до 0,96, что свидетельствует о вполне удовлетворительной передаче выражения связи возраста и диаметра приведенными уравнениями.

Средний возраст древостоя	Уравнение связи
110	$y=0,29x+2,67$
122	$y=0,52x-27,6$
135	$y=0,4x-16,7$
176	$y=0,74x-86,2$

Вейзе (1880) установил, что число стволов в древостое тоньше среднего составляет 57,5%; по А. В. Тюрину, в чистых одновозрастных насаждениях всех пород место дерева со средним диаметром находится на 57,25% от самого тонкого. Он же (1923), используя многочисленные данные пересчетов на постоянных пробных площадях в различных странах, получил ряды распределения числа стволов в процентах от общего по естественным ступеням толщины. На основании этого исследования для нормальных насаждений вычислено место дерева со средним диаметром. По материалам Флюри оно оказалось: для ели — 54,6%, для бука — 58,6%; по материалам Фекете и Шиффеля: для ели — 57,5%; по материалам Веселовского: для сосны Донской области — 58,4%. А. В. Тюрин считал наиболее пригодным для характеристики ряда относительной заселенности материал Флюри по буку и ели как наиболее обширный и однородный. Место среднего дерева для этого ряда — 56,6%.

На основании материалов перечета в обычных, т. е. ненормальных еловых и сосновых насаждениях, опубликованных А. И.

Таблица 5

Средний диаметр древостоя в см		13,3	17,8	22,2	26,7	31,1	35,6	40,0	44,5
место среднего дерева в % от самого тонкого	нормальные	53,0	55,0	51,0	55,5	55,0	55,5	54,0	55,5
	ненормальные древостой	61,3	60,1	57,85	55,15	56,4	54,5	54,5	55,35

Тарашкевичем, А. В. Тюрин (1923) в другой своей работе дает ряды распределения в зависимости только от среднего диаметра. Место среднего дерева, по нашим вычислениям для этого случая, приведено в таблице 5.

Сравнение приведенных цифр свидетельствует о том, что для полных чистых одновозрастных древостоев, так же как и для древостоев обычных, т. е. не совсем чистых, не одновозрастных и с примесью других пород, место среднего дерева, начиная со среднего диаметра 26 см, колеблется практически неощутимо.

А. И. Тарашкевич (1924) для древостоев сосны и ели при среднем диаметре 26 см и выше установил, что место среднего дерева находится на 54—55% от самого тонкого и показал, что оно по Тюрину для всех пород отстоит на 54—55% от тонкого, по Шиффелю для ели на 56—58, по Гуттенбергу для сосны и ели на 56—58%.

Н. В. Третьяков (1927) для чистого одновозрастного ельника (посадка) при среднем диаметре 7,6 см приводит ряд распределений, для которого место среднего дерева оказалось — 60,6% от самого тонкого.

Для нас наибольший интерес представляют результаты исследования этого вопроса В. В. Поповым и Б. Н. Тихомировым (1940). Ими использованы данные 104 пробных площадей и перечетов с общим числом стволов — 16028. Все материалы были получены в лиственничных древостоях бассейна рр. Маны и Кана, часть которых были одновозрастными, большая часть — сравнительно одновозрастными и часть разновозрастными. Авторы характеризуют их как разновозрастные лиственничники. Нами было вычислено место дерева со средним диаметром по данным 90 пробных площадей и перечетов, на которых средний диаметр древостоя колебался в пределах от 28 см до 48 см. Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6

Средний диаметр древостоев в см	28	32	36	40	44	48	Среднее
Число пробных площадей и перечетов	14	16	24	9	9	5	90
Место дерева со средним диаметром в % от начала ряда	60,1	59,0	58,6	57,7	57,7	58,3	58,6

На основании изложенного, а также выводов, сделанных авторами, работы которых здесь указаны, следует, что строение как нормальных, так и ненормальных насаждений лесосечного хозяйства по диаметру не зависит от породы, полноты, производительности и района произрастания, а зависит от среднего диаметра. Для древостоев со средним диаметром 26 см и выше ме-



сто среднего дерева колеблется в сравнительно узких пределах от 54% до 60% от начала ряда.

Место дерева со средним диаметром для всех пород и областей роста весьма близко к установленному Вейзе и Тюриным, оно отстоит на 57—58% от самого тонкого ствола в древостое.

Место дерева со средним возрастом у одновозрастных лиственничников в среднем находится на 50%, у сравнительно одновозрастных на 40,6%, у разновозрастных на 48,2% и у исключительно разновозрастных на 55%, а для двух пробных площадей со средним возрастом 300 лет — на 50,8% от начала ряда.

Учитывая, что средний возраст древостоя определялся как среднеарифметический, а средний диаметр вычисляется как средневзвешенный по площади сечения, можно считать, что место дерева со средним возрастом и место со средним диаметром совпадают только у исключительно разновозрастных лиственничных древостоев не старше 160 лет. Во всех остальных случаях дерево со средним диаметром будет иметь возраст больше среднего. Это обстоятельство не имеет практического значения в случае одновозрастных лиственничников, у которых возраст деревьев колеблется незначительно. Для разновозрастных лиственничников и особенно для асимметрично построенных сравнительно одновозрастных определять средний возраст древостоя по модели со средним диаметром нельзя.

В лесоустроительной практике, при работах на пробных площадях для изучения хода роста, рубится около 15 моделей. Однако такое количество моделей может оказаться недостаточным даже для определения среднего возраста древостоя. На основании статистических показателей по вычисленным рядам распределения для установления среднего возраста древостоя в зависимости от заданной точности и его возрастного строения необходимо располагать данными следующего числа моделей:

Таблица 7

Типы возрастного строения	Число моделей, необходимых для определения среднего возраста с точностью		
	10%	5%	3%
Одновозрастные	1	1	3
Сравнительно одновозрастные	2	6	17
Разновозрастные	4	16	45
Исключительно разновозрастные	10	48	114

В заключение необходимо сделать следующие выводы:

1. Лиственничные древостои естественного происхождения в Сибири и на Дальнем Востоке весьма разнообразны по возрастному строению.

2. Наряду с одновозрастными, широко распространены разновозрастные лиственничники, причем, как в Сибири, так и на Дальнем Востоке встречаются сравнительно одновозрастные древостои, характеризующиеся тем, что в первые сроки возобновительного периода лиственница заселяет места, свободные от древесной растительности, а затем по мере формирования полога, несмотря на исключительное светолюбие этой породы, он долгое время пополняется значительным числом стволов.

3. Для подавляющего числа лиственничников характерно несовпадение места среднего дерева по диаметру с местом среднего по возрасту. Как правило, дерево со средним диаметром в спелом древостое имеет возраст на половину класса выше среднего.

4. Место дерева со средним возрастом зависит от типа возрастного строения лиственничников, а в пределах типа—от среднего возраста древостоя. Независимо от типа возрастного строения, с увеличением среднего возраста оно приближается к середине ряда распределения.

5. При определении среднего возраста лиственничников необходимо рубить большее количество моделей, чем это рекомендуется для одновозрастных древостоев.

6. Между возрастом и диаметром лиственницы в сравнительно одновозрастных древостоях существует тесная прямолинейная зависимость.