

Проф. В. К. ЗАХАРОВ,
доктор сельскохозяйственных наук

К ВОПРОСУ О ВЕЛИЧИНЕ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА СТОЯЩИХ ДЕРЕВЬЕВ

Определение фактической величины текущего прироста деревьев вызывается необходимостью разрешения целого ряда вопросов производственного порядка—установление размеров лесоиспользования, выявление эффективности различных лесохозяйственных мероприятий, учет лесосырьевых ресурсов и их динамики, проведение санитарных рубок и других видов ухода за лесом и т. п.

Теория лесной таксации располагает для этой цели целым рядом формул, с помощью которых упомянутая величина определяется с различной точностью и при различной трудоемкости способов в зависимости от теоретических и технических особенностей отдельных формул.

Задачей настоящей статьи является освещение вопроса о результате определения процента текущего прироста стоящих деревьев по способу видовых чисел. Этот способ недостаточно изучен и поэтому находит ограниченное применение в практике, несмотря на крайнюю его простоту и легкость.

Экспериментальным материалом для разрешения поставленной задачи явились данные по таксации 4-х пробных площадей по 1 га каждая, заложенных в еловых насаждениях I и II бонитетов в Оршанском лесхозе БССР, причем было срублено и обмерено по 2-метровым отрубкам 80 модельных деревьев (по 20 моделей на пробе) с проведением полного анализа ствола.

Пробные площади имели следующую таксационную характеристику: две пробы I и две II бонитета, класс возраста IV, средний возраст 61—65 лет (при колебании возрастов от 45 до 80 лет, причем $\frac{2}{3}$ моделей имели средний возраст 61—65 лет), состав: 10Е, един. Ос, Б; полнота 0,9. Диаметры взятых моделей варьируют в пределах от 8 до 36 см при среднем диаметре в 21,2 см. Запас на 1 га—от 406 до 450 м³.

Модельные деревья брались по способу пропорционального представительства по ступеням толщины, а в пределах ступени толщины—по классам роста. В натуре модели выбирались по способу случайной выборки.

Подсчет слоев по выпиленным кружкам производился за последние 20 лет возраста дерева по 5-летним периодам, а за остальное время—по 10-летним. Возраст древостоя на пробах вычислялся по возрасту моделей, взвешенному на площади сечения соответствующих ступеней толщины. Средние высоты вычислялись по высотам модельных деревьев, а также по дополнительно замеренным высотам, взвешенным также по соответствующим площадям сечения.

Вычисления всех данных по анализу ствола производились в соответствии с существующими формами карточек „Анализ ствола“.

Имея данные по объему ствола в разные периоды его роста и беря разность объемов двух смежных периодов (за 5 или 10 лет), мы получали фактический объемный прирост за этот же период.

Нетрудно было в дальнейшем по этим данным, применяя различные формулы, вычислить и проценты текущего прироста. Условно за истинный процент прироста примем величину последнего, полученную по формуле

$$P_v = \frac{200}{n} \cdot \frac{V_a - V_{a-n}}{V_a + V_{a-n}} \quad (1)$$

Весь материал обрабатывался методом математической статистики с вычислением соответствующих статистических показателей.

В последующем изложении проанализируем сравнительную точность определения процента текущего прироста по формуле (1), в которую подставляем соответствующие значения объемов, полученные двумя способами: по анализу ствола и по способу видовых чисел. Фактический объемный прирост ствола (Δ_v) получается, по данным анализа ствола, как разность объемов за 2 смежных периода (5 или 10 лет), т. е.

$$\Delta_v = V_a - V_{a-n}.$$

Исследуемая же величина прироста по способу видовых чисел (Δ_{vf}) получалась следующим способом. Для получения нынешнего объема ствола по формуле $V_F = G \cdot HF$ поступали так. Если d_m и H модели в известном возрасте вполне совпадали с размерными показателями таблиц объема древесных стволов, то последний брался непосредственно из таблиц без дополнительных вычислений. В противном случае G и H без изменения брались из материалов по

анализу ствола, а видовое число f бралось из таблиц средних видовых чисел соответствующих таблиц объемов стволов по высоте H (в данном случае из „Союзных таблиц 1931 г. б. Союзлеспрома, по ели“, составленных автором этих строк). Упомянутая таблица видовых чисел приводится ниже (табл. 1).

Таблица 1

Средние видовые числа стволов ели по высотам в тысячных долях (по материалам проф. Захарова)

H	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
f	637	606	583	565	550	538	528	520	513	507	502
H	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
f	497	493	489	486	483	480	477	475	473	471	469
H	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
f	468	466	465	463	462	461	460	459	458	457	456

Таким образом, в целях полной сравнимости конечных результатов все три величины подбирались возможно точно.

Объем ствола n лет тому назад, составляющий $V_n = g \cdot h \cdot f$, определялся так: g вычислялось по теперешнему d_m , уменьшенному на величину прироста по диаметру за n лет; h бралось из таблиц хода роста еловых насаждений („Нормальная производительность насаждений сосны, березы, осины, ели“, 1931 г.) соответствующего бонитета в возрасте $a-n$ лет, как средняя высота, без учета ступеней толщины (см. табл. 2); получалось так, как это указано выше в отношении f нынешнего объема ствола.

Таблица 2

Средние высоты еловых насаждений по бонитетам и возрастам (по табл. проф. Тюрина)

Бонитет	Высоты в м при возрастах (в годах):								
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
I ^a	16,10	20,55	24,20	27,20	29,75	31,80	33,50	34,95	36,10
I	12,30	16,25	19,90	22,85	25,40	27,50	29,25	30,80	32,05
II	9,60	13,00	16,35	19,20	21,55	23,60	25,10	26,85	28,10
III	7,45	10,30	13,15	15,85	18,05	19,90	21,45	22,75	23,80
IV	5,70	8,20	10,60	12,75	14,65	16,40	17,75	18,85	19,80
V	4,40	6,40	8,50	10,40	11,95	13,25	14,35	15,20	15,80

Таким образом, объемный прирост за n лет исчислялся по формуле:

$$\Delta_{vf} = V_a - ghf = GHF - gh \cdot f. \quad (2)$$

Зная величину Δ_{vf} , нетрудно вычислить и процент текущего прироста по формуле (1).

Результаты обработки основного материала описанным методом по пятилетним периодам времени приводятся в таб-

лице 3, в которой цифры в числителе указывают результаты вычислений по данным анализа ствола, а цифры в знаменателе—соответствующие величины по данным объемных таблиц и всеобщих таблиц хода роста еловых насаждений.

Анализ таблицы 3 приводит к следующим заключениям:

1. Проценты текущего прироста, вычисленные двумя описанными способами, близки между собой, причем наблюдается общее явление, что эти проценты увеличиваются от старших возрастов к молодым в соответствии с известным закономерным изменением прироста по возрастам и что проценты, вычисленные по табличным данным, выше соответствующих процентов по анализу ствола; это превышение объясняется повышенным приростом в высоту по таблицам хода роста по сравнению с приростом моделей.

2. Коэффициенты различия (t), вычисленные попарно между указанными процентами по формуле $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$,

находятся в пределах от 0,20 до 1,68, т. е. значительно менее трех, что указывает на принадлежность полученных процентов прироста к одному вариационному ряду, иначе говоря, что проценты текущего прироста, полученные двумя различными способами, являются величинами статистически однородными и что наблюдаемые различия средних величин прироста носят случайный характер.

3. Ход роста в высоту взятых моделей для высшего возраста—80 лет совпадает с ходом роста насаждений средней высоты соответствующего бонитета. В более же молодых возрастах средние высоты насаждений ниже высот по анализам стволов.

4. То же явление наблюдается и по отношению средних диаметров моделей и насаждений.

5. Вычисленные статистические показатели и среднего квадратического отклонения (σ) и коэффициента вариации (W) по табличным материалам ниже соответствующих показателей по данным анализа ствола, что при одинаковом числе наблюдений, в частности, приводит к более высокой точности самого исследования средних процентов прироста (по

формуле $P = \frac{m \cdot 100}{M}$) по сравнению с показателями по анализу ствола в таблице 3 и объясняется тем, что указанные в таблицах хода роста средние высоты уже подвергались сглаживанию.

6. Не наблюдается влияния ни возраста моделей, ни бонитета насаждений на варьирование статистических показателей в отношении процента текущего прироста, что дает возможность широкого применения определения объемного

Таблица 3

Средние проценты прироста моделей, вычисленные по формуле (1) на основе абсолютной величины текущего прироста по объему, по пятилетним периодам

Возраст моделей	Средняя высота в м	Средний диаметр в см	Средний процент текущего прироста по 5 летним периодам	Количество наблюдений	Статистические показатели в отношении процента прироста											
					σ	W	P	потребно наблюдений при точности		Коэффициент различия t						
								5 %	10 %							
I бонитет																
80	25,6	29,4	3,44	3	За недостаточностью наблюдений не вычислялись											
	25,4	27,2	3,48	3												
75	23,8	27,4	4,93	3												
	24,2	25,6	4,33	5												
70	23,0	25,9	4,75	5												
	22,85	24,0	4,57	18												
65	23,2 ± 0,547	24,06 ± 1,2	4,09 ± 0,356	18							1,51	36,9	8,7	54	14	0,49
	21,5	22,15	4,31 ± 0,278	21							1,18	27,3	6,45	30	8	
60	21,9 ± 0,640	21,74 ± 0,916	4,33 ± 0,284	21							1,30	30,0	6,55	36	9	0,80
	19,9	20,3	4,63 ± 0,247	25							1,13	24,4	5,34	24	6	
55	20,3 ± 0,608	20,02 ± 0,912	4,73 ± 0,348	25	1,74	36,7	7,35	54	13	1,68						
	18,3	18,2	5,53 ± 0,322	28	1,61	29,1	5,82	34	9							
50	18,5 ± 0,491	17,77 ± 0,683	4,85 ± 0,300	28	1,59	32,8	6,20	43	11	0,86						
	16,25	16,1	5,17 ± 0,223	16	1,18	22,8	4,72	21	5							
45	15,9 ± 0,716	14,9 ± 0,756	5,89 ± 0,423	16	1,69	28,6	7,17	33	8	1,19						
	14,6	13,95	6,60 ± 0,348	12	1,39	21,0	5,27	18	4							
40	14,8 ± 0,725	13,43 ± 0,835	6,13 ± 0,364	12	1,26	20,5	5,9	17	4	1,39						
	12,3	11,8	6,90 ± 0,417	10	1,44	20,9	6,04	16	4							
35	13,3 ± 0,762	11,67 ± 0,75	8,03 ± 0,800	10	2,53	31,5	10,0	40	10	0,20						
	10,4	9,7	8,22 ± 0,500	5	1,58	19,2	6,08	15	4							
II бонитет																
65	20,7	18,5	3,00	5	Не вычислялись											
	17,8	17,9		16												
60	22,5 ± 0,965	20,87 ± 1,14	4,26 ± 0,325	16							1,30	33,0	7,64	44	11	0,09
	16,35	16,2	4,29 ± 0,285	18							1,14	26,6	6,15	29	7	
55	20,9 ± 0,770	19,53 ± 0,91	4,88 ± 0,321	18							1,36	27,8	6,55	31	8	1,08
	14,8	14,4	5,35 ± 0,307	19							1,30	21,3	5,74	24	6	
50	19,2 ± 0,673	17,67 ± 0,782	5,57 ± 0,401	19							1,75	31,4	7,20	40	10	0,88
	13,0	12,6	6,01 ± 0,297	15							1,25	20,8	4,95	17	4	
45	17,7 ± 0,583	15,9 ± 0,651	7,06 ± 0,540	15							2,09	29,6	7,65	35	9	0,17
	11,4	10,8	7,17 ± 0,375								1,45	20,2	5,23	16	4	

прироста описанным способом моделей, взятых из насаждений с различной таксационной характеристикой.

7. Потребное количество наблюдений по определению среднего процента текущего прироста моделей для получения конечных результатов по рассматриваемым двум способам с заранее заданной точностью (5 или 10 проц.) вычислено по формуле $n = w_2 : p_2$. Использование приведенных табличных данных с этой целью приводит к заметному сокращению числа наблюдений, однако при точности 5 проц. это количество все же остается значительным ввиду большого варьирования прироста отдельных деревьев. Поэтому в широкой производственной практике нужно ограничиться, повидимому, точностью в 10 проц., приемлемой для практики.

Помимо приведенных статистических показателей, были дополнительно вычислены σ_d и w_d для диаметров по анализу ствола по возрастам и σ_h и w_h для высот по тем же анализам, при этом выявилось, что σ_d изменяется в пределах от 2,37 до 5,09 и в среднем на 3,8 проц.; w_d — от 20,3 до 23,1 проц.; σ_h — от 2,32 до 3,20; w_h — от 10,0 до 20,1, или в среднем 15,6 проц.

Приведенные показатели по своему характеру и абсолютным значениям близки к сообщаемым в специальной литературе аналогичным величинам однородных древостоев.

В таблице 4 приведены данные, аналогичные данным таблицы 3, по тому же экспериментальному материалу, но обработанному по 10-летним периодам.

Анализ таблицы 4 и сопоставление данных ее с соответствующими показателями таблицы 3 приводят к следующим заключениям:

1. Характер варьирования среднего процента текущего прироста по обоим способам сохранился такой же, какой наблюдался по 5-летним периодам.

2. Основной характер изменения статистических показателей остался таким же, но несколько снизился коэффициент вариации и повысился показатель точности исследования (p).

3. По сравнению с таблицей 3, исходя из сказанного в п. 2, уменьшилось потребное количество наблюдений для получения результатов с заранее заданной точностью. Следовательно, по точности результатов и меньшей трудоемкости наблюдений предпочтительнее брать 10-летние периоды, а не 5-летние.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Средний объемный и относительный текущий прирост, вычисленный по описанному способу видовых чисел на нашем материале, получился с высокой точностью (5—6 проц.) и поэтому стоит на уровне результатов, полученных по

анализу ствола, о чем свидетельствуют вычисленные коэффициенты различия (t).

Таблица 4

Средние проценты прироста моделей, вычисленные по формуле (1) на основе абсолютных величин текущего прироста по объему, полученного двумя способами: по данным анализа ствола (в числителе) и по способу видовых чисел (в знаменателе) по десятилетним периодам

Возраст моделей	Средняя высота в м	Средний диаметр в см	Средний проц. от текущего прироста по 10-летним периодам	Количество наблюдений	Статистические показатели в отношении процента прироста			Потребно наблюдений при точности						
					σ	w	P	5%	10%					
I бонитет					За недостаточностью наблюдений не вычислялись									
80	$\frac{25,6}{25,4}$	$\frac{29,4}{27,2}$	$\frac{3,75}{}$	3										
70	$\frac{23,0}{22,85}$	$\frac{25,9}{24,0}$	$\frac{4,76}{}$	5										
60	$\frac{22,0 \pm 0,562}{19,9}$	$\frac{21,99 \pm 1,02}{20,3}$	$\frac{4,53 \pm 0,312}{5,11 + 0,269}$	21						$\frac{1,43}{1,23}$	$\frac{31,6}{24}$	$\frac{6,89}{5,25}$	$\frac{40}{23}$	$\frac{10}{6}$
50	$\frac{17,7 \pm 0,742}{16,25}$	$\frac{16,88 \pm 0,968}{16,1}$	$\frac{5,10 \pm 0,359}{5,75 \pm 0,294}$	15						$\frac{1,39}{1,13}$	$\frac{27,2}{19,7}$	$\frac{7,04}{5,10}$	$\frac{30}{16}$	$\frac{7}{4}$
40	$\frac{14,4 \pm 0,734}{12,3}$	$\frac{12,89 \pm 0,825}{11,8}$	$\frac{6,63 \pm 0,438}{7,15 + 0,285}$	10						$\frac{1,39}{0,88}$	$\frac{20,9}{12,4}$	$\frac{6,73}{3,92}$	$\frac{17}{6}$	$\frac{4}{2}$
II бонитет														
60	$\frac{22,5 \pm 0,962}{16,55}$	$\frac{20,87 \pm 1,14}{16,2}$	$\frac{4,45 \pm 0,278}{4,72 \pm 0,254}$	16	$\frac{1,09}{1,01}$	$\frac{24,6}{20,8}$	$\frac{6,12}{5,38}$	$\frac{24}{17}$	$\frac{6}{4}$					
50	$\frac{19,7 \pm 0,798}{13,0}$	$\frac{18,5 \pm 0,898}{12,6}$	$\frac{6,21 \pm 0,345}{7,50 + 0,278}$	14	$\frac{1,29}{1,04}$	$\frac{20,8}{16,0}$	$\frac{5,55}{4,28}$	$\frac{17}{10}$	$\frac{4}{3}$					

2. На точность исследования не оказали заметного влияния ни возраст моделей, ни условия местопроизрастания, ни величина периода (5 или 10 лет), за который определялся прирост. Однако вычисления за 10-летний период все же дают лучшие результаты.

3. В широкой производственной практике, ввиду значительного варьирования прироста по объему отдельных даже одновозрастных стволов, нужно, повидимому, довольствоваться точностью исследования прироста в 10 проц., что возможно установить при использовании небольшого числа моделей (3—9).

4. Техника метода отличается своей простотой: у деревьев данной породы и возраста, выбранных по методу случайной выборки, измеряются диаметры на высоте груди и высоты, затем при помощи приростного бурава определяют прирост по диаметру на n лет. Вычисление прироста по объему проводится по формуле (2), а процент прироста вычисляется по формуле (1). При этом h , как средняя высота, одинаковая для всех ступеней толщины стволов данного возраста и бонитета, берется из таблицы 2, средние же видовые числа по высотам берутся из таблицы 1.
