

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ХОДА РОСТА МОДАЛЬНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В. В. АНТАНАЙТИС

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Изучение хода роста насаждений было начато еще в первой половине прошлого столетия. Некоторые из работ того времени не потеряли своего значения и до сегодняшнего дня. Однако в основном изучению подвергались нормальные насаждения, тогда как в природе преобладают смешанные насаждения с полнотой ниже единицы. Поэтому в последнее время все чаще стали выдвигать требование о необходимости изучать рост и развитие наиболее распространенных, модальных насаждений (проф. Н. П. Анучин, проф. Н. В. Третьяков, проф. В. К. Захаров, доц. А. А. Байтин и др.). В послевоенное время появился ряд работ, в которых отражен ход роста модальных насаждений. В числе их следует назвать работу проф. В. К. Захарова («Сосновые древостои Беловежской пуши») и работу И. В. Семечкина («Еловые насаждения Ленинградской области»). Однако до сих пор применяются таблицы хода роста, составленные для чистых, нормальных насаждений.

Проф. Н. П. Анучин предложил данные этих таблиц при установлении возраста рубки заменять материалами лесоустройства*.

Мы проверили возможность использования материалов лесоустройства при изучении хода роста еловых модальных насаждений в Литовской ССР и одновременно установили степень изменчивости средних таксационных показателей древостоев. В данной статье приводятся основные выводы из нашего исследования.

В работе использованы 2642 таксационные характеристики отдельных еловых участков, взятые путем механической выборки из таксационных описаний всех лесхозов Литовской ССР. Число выписок в каждом лесхозе пропорционально площади ельников. Предварительно установив коэффициенты вариации, мы исчислили необходимое количество наблюдений для еловых насаждений каждого десятилетия в пределах определенного класса бонитета.

Для работы были использованы также предварительно проверенные данные 388 пробных площадей, заложенных в Литве с 1924 по 1952 год.

11 пробных площадей заложено в еловых модальных насаждениях

* Новый метод установления возраста рубки в лесах СССР. «Лесное хозяйство» № 7, 1955.

с рубкой 44 деревьев для анализа роста в высоту. Эти пробные площади образовали два естественных ряда во втором и третьем бонитетах.

На 610 пробных площадках были определены суммы площадей сечения как для всего насаждения, так и для каждой из составляющих его пород. Места для закладки пробных площадок выбраны путем механического отбора. Для определения сумм площадей сечения использовался метод круговых пробных площадок и соответствующая номограмма проф. Н. П. Анучина. В редких древостоях без подлеска и подроста был использован также полнотомер Биттерлиха. На этих пробных площадках, кроме сумм площадей сечения, были установлены средняя высота преобладающей породы, возраст и класс бонитета. На 174 пробных площадках, имеющих близкие с модальными насаждениями полноты и составы, кроме средних высот ели, были определены средние высоты сосны, березы и осины. На 74 из них проведено определение текущего прироста насаждений способом, разработанным кафедрой лесной таксации и лесоустройства Московского лесотехнического института (МЛТИ).

При обработке собранного материала был использован метод вариационной статистики. Вычисления проведены с полной проверкой полученных результатов.

Ход работы был следующим:

1. Массовые наблюдения.
2. Образование однородных совокупностей путем группировки.
3. Вычисление средних и относительных статистических величин.
4. Выявление связей и закономерностей.
5. Анализ результатов исследования и выводы.

Для выравнивания полученных результатов способом наименьших квадратов были вычислены соответствующие эмпирические уравнения, которые приводятся ниже.

Методика составления таблиц хода роста еловых модальных насаждений Литовской ССР заключалась в следующем:

- а) выявление средних величин таксационных показателей древостоев по возрастам и бонитетам;
- б) выравнивание средних величин таксационных показателей;
- в) внесение выравненных величин в соответствующие графы таблиц хода роста.

Изменчивость таксационных показателей (высот, диаметров, коэффициентов формы, видовых чисел) в древостое описана в работах многих исследователей; однако изучению варьирования средних таксационных показателей древостоев посвящено еще недостаточно работ, так как для решения этого вопроса необходим экспериментальный материал. Наличие большого числа пробных площадей позволило нам найти ответ на этот вопрос и избежать некоторых условностей, допускаемых при изучении хода роста насаждений.

Установлено, что при одинаковом бонитете средние таксационные показатели варьируют в зависимости от возраста, причем коэффициенты вариации средних таксационных показателей с возрастом уменьшаются. Однако варьирование отдельных таксационных показателей различно. Так, для средних высот преобладающей породы при одинаковом возрасте и бонитете коэффициент вариации V составляет от 3 до 6%, а для сопутствующих пород (сосны, осины и березы) в смешанных еловых насаждениях в среднем 7%. Изменчивость других таксационных показателей еще более значительна. Коэффициенты вариации средних диаметров колеблются от 8 до 22%, а коэффициенты состава (в нашем опыте) от 18 до 60%. Коэффициент вариации запасов, сумм площадей

сечения и полнот по своей величине очень близки друг другу и колеблются в пределах 18—40%.

В среднем можно принять следующие коэффициенты вариации:

4% — для средних высот,

12% — для средних диаметров,

30% — для коэффициентов состава,

23% — для запасов сумм площадей сечения и полнот.

Следует отметить, что изменчивость сумм площадей сечения одной породы гораздо выше, чем изменчивость сумм площадей сечения всего смешанного насаждения (V в среднем 35%). Это можно объяснить изменчивостью полнот и состава насаждений.

Изучение состава древостоев по бонитетам, а в пределах их по типам леса, показало, что различие между отдельными типами леса и бонитетами в целом несущественно (показатель различия t , найденный по формуле $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1 + m_2}}$ ни в одном случае не превышает 3,0). Это

позволило найти средние составы для бонитета в целом. Характерной особенностью состава смешанных еловых насаждений является то, что с возрастом доля участия сосны и ели в составе насаждений увеличивается, а доля участия лиственных — уменьшается.

Наличие закономерной связи между возрастом и составом подтверждают вычисленные коэффициенты корреляции (r) и корреляционные отношения (η). Для II бонитета $r = 0,48 \pm 0,028$, $\eta = 0,51 \pm 0,024$. Достоверность высокая, ибо в первом случае $r : m_r = 17 > 4$, во втором случае $\eta : m_\eta = 21 > 4$. Для III бонитета $r = 0,45 \pm 0,023$, $\eta = 0,48 \pm 0,022$. Показатели достоверности соответственно равны 20 и 22.

Нами был изучен состав ельников-черничников и кисличников, которые в Литве занимают около 80% всей площади ельников. Было установлено, что даже в одновозрастных еловых участках одного бонитета и типа леса состав бывает весьма разнообразным. Поэтому мы не можем согласиться с теми исследователями (например, Н. В. Огородовым), которые на основе данных небольшого числа пробных площадей составляют таблицы хода роста смешанных насаждений. Закладка большого числа пробных площадей, охватывающих все разнообразие состава, связана с значительными трудностями и практически почти невозможна. Поэтому нужно шире использовать для этой цели данные таксационных описаний.

Изучение хода роста смешанных еловых насаждений по высоте показало, что сопутствующие породы (сосна, береза, осина) обгоняют по росту основную породу — ель. Но ель не испытывает задержки роста в высоту и рост ее в смешанном насаждении (в нашем опыте от 30 лет) аналогичен росту в чистых насаждениях. Зависимость средней высоты ели от возраста характеризуется следующими уравнениями:

$$\text{II бонитета } H = 40,17 - \frac{1480,18}{A}$$

$$\text{III бонитета } H = 33,66 - \frac{1201,34}{A}$$

Необходимо отметить, что предлагаемое в теории лесной таксации уравнение общего вида $AT = aA + B$ для низких возрастов не дает удовлетворительного результата, поэтому наряду с этим уравнением необходимо использовать графики текущих приростов, рекомендуемые проф. Тюриным.

На основе данных большого числа пробных площадей (388) установлено, что средние диаметры среднеполнотных насаждений выше средних диаметров насаждений нормальной полноты. Эта разница существенная, ибо показатель различия (l) во всех случаях больше 3,0. Но с возрастом разница между средними диаметрами нормальных и модальных насаждений уменьшается. Мы полагаем, что здесь сказывается влияние интенсивности светового прироста, который на протяжении жизни насаждения неодинаков.

Применяемые в настоящее время в Литовской ССР всеобщие таблицы хода роста проф. Тюрина сильно преуменьшают средние диаметры, что дает ложное представление о товарности насаждений и преувеличивает число стволов на 1 га. Поэтому, как предлагает проф. Ануцин, — при установлении возраста рубки средние диаметры для расчетов следует брать не из таблиц хода роста нормальных насаждений, а на основе статистической обработки массового материала, содержащегося в таксационных описаниях.

Связь между возрастом и средними диаметрами еловых модальных насаждений Литовской ССР выражается следующими уравнениями:

$$\text{II бонитета } D = 46,04 - \frac{1617,49}{A}$$

$$\text{III бонитета } D = 41,53 - \frac{1475,11}{A}$$

Относительная изменчивость (V) средних диаметров с возрастом уменьшается, в то время как абсолютная (σ) увеличивается. В спелом и приспевающем древостях абсолютная изменчивость на 40—50% больше, чем в молодняке и составляет в среднем 2,6 см.

Изучение данных таксационных описаний показало, что полноты еловых насаждений Литовской ССР с возрастом уменьшаются и в спелом возрасте в среднем составляют 0,45. В целях проверки этих данных было проведено изучение сумм площадей насаждений. Оказалось, что суммы площадей сечения еловых модальных насаждений, произрастающих в лесах Литовской ССР, увеличиваются (но не в таком темпе, как указано в таблицах хода роста нормальных насаждений) и это вызывает понижение полнот с возрастом.

Однако таким образом определенные полноты оказались выше полнот, найденных глазомерно.

Зависимость сумм площадей сечения еловых модальных насаждений от возраста может быть выражена следующими эмпирическими уравнениями:

$$\text{II бонитет } \Sigma G = 21,81 \lg A - 14,45$$

$$\Sigma G = 0,0029 A^2 + 0,576 A - 0,832$$

$$\text{III бонитет } \Sigma G = 21,4 \lg A - 19,97$$

$$\Sigma G = 0,00299 A^2 + 0,5965 A - 5,192$$

Вываренные по ним суммы площадей сечения не выходят за пределы $M \pm 3m$.

Установлено, что абсолютный показатель изменчивости (σ) во втором бонитете выше, чем в третьем. С возрастом величина σ возрастает.

По правилу трех сигм были установлены максимальные суммы площадей сечения еловых насаждений Литовской ССР

$$G_{\max} = G_{\text{ср}} + 3\sigma$$

По своей величине в возрасте до 50—60 лет они больше, а в приспевающем и в спелом возрастах — меньше сумм площадей сечения, приведенных во всеобщих таблицах роста.

Как показали исследования, суммы площадей сечения ели и сосны в модальных еловых насаждениях с возрастом увеличиваются все время (до 120 лет), суммы площадей сечения сопутствующих березы и осины в возрасте 50—60 лет достигают максимума, а потом уменьшаются.

Запасы отдельных пород, составляющих модальное насаждение, были найдены по формуле $M = G \cdot H \cdot f$. При этом было установлено, что видовая высота ели, произрастающей в лесах Литовской ССР, может быть выражена следующим уравнением:

$$Hf = 0,44 H + 1,05,$$

отсюда запас ели

$$M = (0,44 H + 1,05) G.$$

Видовые высоты сопутствующих пород были установлены по данным таблиц «Союзлеспрома». Запас всего модального насаждения был установлен как сумма запасов пород, составляющих насаждение.

Общий запас всего модального насаждения и запас хвойных пород с возрастом увеличивается все время (до 120 лет). Участие лиственных пород (березы и осины) после достижения максимума уменьшается. К 120-летнему возрасту лиственные или совсем опадают, или составляют очень незначительную долю в составе насаждений.

При этом следует отметить, что максимума запасов береза и осина достигают на 10—30 лет позже максимума сумм площадей сечения, что объясняется приростом этих пород по высоте.

Установив текущие приросты модальных насаждений по десятилетиям, мы определили величину выбираемой части, используя для этого уравнение:

$$\Omega = Z_A + M_{A-n} - M_A.$$

Число стволов преобладающей породы было вычислено по формуле:

$$N = \frac{4 \cdot \Sigma G}{\pi D^2}.$$

Сумма промежуточного пользования была установлена путем последовательного суммирования запасов выбираемой древесины.

Общая производительность насаждения найдена как сумма запасов основной части насаждения и запасов промежуточного пользования. Средние приросты установлены по формуле:

$$A_M = \frac{M}{A}.$$

В итоге работы составлены таблицы хода роста еловых модальных насаждений Литовской ССР.

Характерной чертой величины выбираемой части модальных еловых насаждений является то, что к 120-летнему возрасту она превышает запас основной части насаждения. Общая производительность еловых модальных насаждений составляет в среднем около 70% производительности нормальных насаждений (по проф. Тюрину).

Значительное варьирование отдельных средних таксационных показателей вынуждает использовать довольно большое число наблюдений при изучении хода роста модальных насаждений, например: для

Таблица хода роста еловых модальных насаждений Литовской ССР

Возраст преобладающей породы	Состав	Основная часть										Выбираемая часть		Общая производительность насаждения			
		средняя высота H преобладающей породы	средний диаметр D преобладающей породы	число стволов преобладающей породы на 1 га	сумма площадей сечения на 1 га в M^2		запас на 1 га в M^3		прирост				запас выбранной дресины	сумма промисленного пользования	общий запас	прирост	
					всего насаждения	преобладающей породы	всего	преобладающей породы	всего насаждения		преобладающей породы						
									средний в M^3	текущий в M^3	средний в M^3	текущий в M^3				средний в M^3	текущий в M^3
И б о н и т е т																	
30	5E1C2B2Oc	6,3	8,9	1225	17,77	7,6	55	29	1,83	—	0,97	—	—	15	70	2,33	4,7
40	5E1C2B2Oc	9,3	11,0	1095	20,50	10,4	97	53	2,43	4,2	1,32	2,4	27	42	139	3,48	6,9
50	6E1C1B2Oc	12,7	14,7	796	22,61	13,5	156	90	3,12	5,9	1,80	3,7	30	72	228	4,57	8,9
60	6E1C1B2Oc	16,0	19,1	550	24,34	15,7	211	127	3,52	5,5	2,12	3,7	43	115	326	5,45	9,8
70	6E1C1B2Oc	19,0	22,9	419	25,80	17,3	260	163	3,72	4,9	2,30	3,6	47	162	422	6,04	9,6
80	7E1C1B1Oc	21,7	25,8	352	27,07	18,5	294	196	3,68	3,4	2,45	3,3	52	214	508	6,35	8,6
90	7E1C1B1Oc	23,7	28,1	303	28,18	19,1	319	220	3,54	2,3	2,44	2,4	48	262	581	6,46	7,3
100	7E2C1B	25,4	29,9	282	29,18	19,8	341	242	3,41	2,2	2,42	2,2	43	305	646	6,46	6,5
110	7E2C1B	26,7	31,3	267	30,09	20,6	357	264	3,24	1,6	2,39	2,2	39	344	701	6,39	5,5
120	8E2C	27,8	32,6	249	30,91	21,0	366	279	3,05	0,9	2,32	1,5	36	380	746	6,22	4,5
И I б о н и т е т																	
30	5E1C2B2Oc	4,9	7,0	1530	12,41	5,9	35	19	1,17	—	0,63	—	—	10	45	1,50	3,0
40	6E1C1B2Oc	7,5	9,7	1190	15,08	8,8	65	38	1,62	3,0	0,95	1,9	19	29	94	2,35	4,9
50	6E1C1B2Oc	10,5	13,0	846	17,16	11,2	104	63	2,08	3,9	1,26	2,5	25	54	158	3,16	6,4
60	7E1C1B1Oc	13,6	16,9	575	18,85	13,5	147	95	2,45	4,3	1,57	3,2	32	86	233	3,89	7,5
70	7E1C1B1Oc	16,5	20,4	463	20,28	15,1	182	125	2,60	3,5	1,78	3,0	38	124	306	4,37	7,3
80	7E1C1B1Oc	18,7	23,0	395	21,52	16,4	208	152	2,60	2,6	1,90	2,7	42	166	374	4,67	6,8
90	8E1C1B	20,3	25,1	353	22,62	17,5	230	174	2,56	2,2	1,93	2,2	40	206	436	4,84	6,2
100	8E1C1B	21,6	26,8	322	23,60	18,2	244	192	2,44	1,4	1,92	1,8	40	246	490	4,90	5,4
110	8E2C	22,7	28,1	307	24,48	19,0	257	210	2,34	1,3	1,91	1,8	34	280	537	4,87	4,7
120	8E2C	23,6	29,2	294	25,29	19,6	270	224	2,25	1,3	1,86	1,4	29	309	579	4,81	4,2

определения среднего состава с точностью до 5% при достоверности 0,8 необходимо использовать для одного десятилетия в пределах класса бонитета около 60 наблюдений. В связи с этим приобретает практическое значение использование материалов лесоустройства. Изучение пригодности их показало следующее. Для исследования хода роста модальных насаждений могут быть использованы данные таксационных описаний. При этом необходимым условием является правильность установления в них класса бонитета, применительно к фактическому росту породы. Таксационные описания дают хорошие данные для изучения средних диаметров, так как разница между средними диаметрами, полученными по данным таксационных описаний и данным пробных площадей, является незначительной.

Данные таксационных описаний пригодны для изучения динамики состава.

Динамика состава еловых смешанных насаждений, установленная нами на основе проведенных натурных работ, практически совпадает с составами, определенными по данным таксационных описаний.

Изучение сумм площадей сечения по данным, собранным в натуре, и сравнение их с данными таксационных описаний показало, что таксаторы при глазомерном определении полноты систематически ее уменьшают, в особенности когда дерево находится в спелом возрасте. Там разница доходит до 25%, а это, в свою очередь, приводит к тому, что создается неверное представление о величине запасов.

Использование лесоустроителями приборов, позволяющих установить суммы площадей сечения, и номограмм проф. Н. П. Анучина, несомненно сделает материалы лесоустройства более ценными и еще более пригодными для изучения хода роста модальных насаждений.

Самым крупным недостатком материалов лесоустройства при изучении хода роста модальных насаждений является то, что по их данным нельзя судить о величине выбираемой части. При отсутствии постоянных пробных площадей следует изучить текущий прирост модальных насаждений по десятилетиям и посредством его, установив величину выбираемой части, перейти к общей производительности.

Наши исследования хода роста были проведены с достаточной точностью.

Ошибка опыта, в основном, была не выше 5%. С учетом ошибок репрезентативности, определяемых в зависимости от коэффициента вариации, и ошибок измерения, средние запасы и суммы площадей сечения найдены со средней точностью $\pm 1,5\%$, текущие приросты со средней точностью $\pm 3-4\%$.

Так как при определении сумм площадей сечения и текущих приростов ошибки репрезентативности гораздо выше ошибок измерений, то последние не оказали значительного влияния на общую точность и принятые нами упрощенные методы определения средних сумм площадей сечения и текущих приростов оправдали себя полностью.

В заключение следует отметить, что исследование таблиц хода роста модальных насаждений при решении некоторых практических вопросов имеет определенные преимущества перед таблицами хода роста нормальных насаждений, например: товарность насаждений устанавливается по средним диаметрам наиболее распространенных насаждений, а при определении возраста технической спелости учитываются фактические изменения состава и запаса насаждений.