

ХОД РОСТА СОСНОВЫХ КУЛЬТУР В БЕЛОРУССИИ

В. С. МИРОШНИКОВ, О. А. ТРУЛЛЬ, В. Е. ЕРМАКОВ
(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

На территории Белоруссии произрастает 8026 тыс. га лесов, что составляет одну треть ее территории. Главные лесообразующие древесные породы представлены здесь различной долей, однако на сосну приходится большая половина.

Сосновые насаждения, находящиеся в ведении Министерства лесного хозяйства БССР, состоят из 65,2% молодняков и 2,9% спелых и перестойных насаждений.

В составе молодняков сосны имеется 40% культур, которые представлены хорошими сомкнутыми насаждениями. Достаточно сказать, что сравнительно небольшой объем древесины, получаемый с 1 га при уходе за лесом, не приводил насаждения в расстроенное состояние, так как получение древесины не было самоцелью, а приживаемость культур в последние годы составляла 90—95%.

Характеризуя добротность культур сосны, необходимо отметить их густоту — число посадочных мест на 1 га в основном колебалось в пределах 6660—12 000 шт. (в послевоенный период). Много культур было посажено при размещении 1×1 м, что составляет 10 000 шт./га.

Богатейший опыт создания культур сосны в условиях Белоруссии дает возможность детального изучения таксационной структуры искусственно созданных насаждений.

В данной работе впервые производится исследование хода роста культур сосны на типологической основе в широком диапазоне типов леса с целью составления таблиц хода роста.

Таблицы хода роста сосновых насаждений представляют собой систему таксационных показателей, которые характеризуют насаждения во времени (табл. 1). Обязательным условием такой системы является взаимосвязь таксационных показателей между собой, отвечающая строению насаждения в различные периоды его жизни.

Система представляет собой математическую модель насаждения в его динамике. Все таксационные показатели должны отображать естественный ход роста исследуемых насаждений. Такие таблицы представляют научный и практический интерес для применения их в производстве. В 1846 г. впервые Варгас-де-Бадемар составил таблицы хода роста для осиновых насаждений Тульской области. В последующие годы такая работа была выполнена и для других пород. В 1913 г. А. В. Тюрин составил таблицы хода роста сосновых насаждений Архангельской области, в 1914 г. Б. А. Шустов составил такие таблицы по дубу, в 1929 г. Б. Н. Тихомиров и И. А. Тищенко — по лиственнице сибирской, в 1926 г. Б. А. Любимов и В. П. Корш — по кедру сибирскому.

Изучая ход роста сосновых насаждений Северо-Западной области,

Варгас-де-Бадемар пришел к выводу о необходимости систематизации всех имеющихся насаждений по продуктивности. Он разделил насаждения на пять классов бонитета, причем в основу различия положил средний прирост и характеристику почвы полных, не тронутых рубками насаждений.

Деление насаждений на классы бонитетов применяется и в настоящее время.

Методы определения классов бонитетов насаждений изменились и различными авторами устанавливаются по-разному.

Такие классы бонитетов принято называть местными классами бонитетов.

В России, начиная с 1911 г., М. М. Орловым установлены общие классы бонитетов. Несмотря на то что общепонитировочная шкала не всегда правильно отображала соответствие условий роста и класса бонитета в насаждении, все же она имела и сейчас еще имеет большое значение в стандартизации методов таксации насаждений на большой территории СССР.

А. В. Тюрин при исследовании сосняков Архангельской области пришел к выводу, что «нормальные сосновые насаждения, имеющие в одинаковом возрасте равные высоты, имели одинаковый ход роста в прошлом и будут иметь одинаковый ход роста в будущем независимо от того, где они находятся». Такой вывод еще больше укрепил позиции общего понитирования насаждений и дал теоретическую основу А. В. Тюрину и другим авторам для составления так называемых всеобщих таблиц хода роста насаждений по методу разложения отдельных опытных таблиц на составляющие элементы. Однако в целом ряде случаев наблюдается несоответствие данных насаждений с данными таблиц хода роста. Иными словами можно сказать, что естественный ряд хода роста насаждений далеко не всегда вкладывается в рамки таких таблиц.

Несоответствие естественного ряда роста насаждения с общепонитировочной шкалой подмечалось и раньше. В начале XX века среди русских лесоводов стала зарождаться идея составления таблиц хода роста по типам леса. В 1920 г. в Финляндии Ильвессало составил таблицы хода роста сосновых насаждений пяти типов леса — кислично-черничного, черничного, брусничного, беломошного и верескового боров. В 1927 г. в работе Филичкина класс бонитета как классификационная единица был опущен.

Рассматривая возможность составления таблиц хода роста по типам леса, необходимо отметить, что определение типа леса не дает полной уверенности в том, что составленные таблицы отображают среднюю естественную линию роста насаждений.

Очевидно, в одном типе леса естественный ход роста насаждения будет зависеть от первоначального числа деревьев в молодом возрасте, от степени изреживания насаждения и ряда других факторов.

Учение о типах леса получило наибольшее развитие в нашей стране. Вопросам лесной типологии придается большое значение. В ряде случаев встречаются насаждения, различные по наименованию типа леса, но имеющие близкие показатели продуктивности и строения. Поскольку тип леса понятие географическое, то не исключены случаи, когда насаждения имеют одинаковые определения по типу леса, но существенно отличаются строением и продуктивностью.

Многие авторы таблиц хода роста объединяют различные типы леса в группы и приводят для них синтетические характеристики.

Ход роста сосновых

Таксационная

возраст, лет	высота, м	диаметр, см	Число стволов, шт./га	сумма площ. сечений, м ²	видовое число, 0,001	видовая высота	запас, м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
Ia класс							
5	1,2		8730	2,6			5,0
10	5,0	5,9	6845	18,5	625	3,12	58
15	8,7	8,2	5000	26,5	545	4,74	126
20	11,9	10,4	3530	30,0	515	6,13	184
25	14,6	12,5	2650	32,6	500	7,30	238
30	17,0	14,5	2110	34,4	490	8,30	286
35	19,0	16,4	1675	35,4	484	9,17	325
40	20,7	18,3	1370	36,1	479	9,89	357
45	22,2	21,0	1155	36,6	474	10,5	384
50	23,5	21,8	990	37,0	472	11,1	410
55	24,7	23,5	860	37,4	470	11,6	434
60	25,9	25,1	765	37,8	468	12,1	458
I класс							
5	1,0		8840				4,5
10	4,1	4,9	7475	14,2	7,5	2,93	42
15	7,3	6,8	5970	21,5	587	4,3	92
20	10,1	8,7	4340	25,6	541	5,4	140
25	12,5	10,6	3270	28,8	516	6,5	186
30	14,7	12,5	2530	31,3	504	7,4	232
35	16,6	14,3	2045	32,9	497	8,3	271
40	18,2	16,1	1670	34,1	491	8,9	305
45	19,6	17,8	1385	34,8	485	9,5	331
50	20,8	19,5	1180	35,3	482	10,0	354
55	22,0	21,1	1020	35,7	480	10,0	376
60	23,1	22,7	890	36,1	478	11,0	397
II класс							
5	1,0		8910				4,0
10	3,2	4,0	7840	10,0	840	2,7	27
15	5,8	5,8	6385	16,6	655	3,8	63
20	8,3	7,5	4820	21,2	580	4,8	101
25	10,5	9,2	3805	25,1	542	5,7	142
30	12,5	10,9	3020	28,1	522	6,5	183
35	14,3	12,5	2480	30,5	510	7,3	222
40	15,8	14,1	2050	32,0	503	7,9	254
45	17,1	15,7	1700	33,0	498	8,5	280
50	18,2	17,4	1410	33,0	494	8,9	301
55	19,2	18,9	1210	34,0	491	9,4	320
60	20,2	20,4	1060	34,3	488	9,8	336
III класс							
5	0,6		9030				3,5
10	2,3	3,0	8285	5,8	1,0		13
15	4,3	4,6	6825	11,6	780	3,35	39
20	6,4	6,2	5600	16,8	645	4,12	69
25	8,4	7,8	4530	21,3	585	4,91	105
30	10,3	9,3	3675	25,0	553	5,67	142
35	11,9	10,8	3045	28,0	533	6,34	178
40	13,3	12,3	2520	30,0	520	6,92	208
45	14,5	13,8	2080	31,2	511	7,41	231
50	15,5	15,3	1750	31,9	506	7,84	250
55	16,5	16,7	1475	32,3	502	8,26	267
60	17,4	18,1	1290	32,6	490	8,50	277

ХОД РОСТА СОСНОВЫХ КУЛЬТУР

Таблица 1

культур Белоруссии

характеристика древостоев						Общая продуктив- ность, м ³
изменение запасов		прирост		отпад		
текущее	среднее	текущий	средний	число стволов, шт.	запас, м ³	
9	10	11	12	13	14	
бонитета						
1,0	1,0	1,0	—	1270	0,2	5
10,6	5,7	10,9	6,0	1895	1,5	60
13,6	8,3	14,0	8,6	1845	2,0	130
11,6	9,2	13,3	9,8	1470	8,5	196
10,8	9,5	12,9	10,4	880	10,5	261
9,6	9,5	11,1	10,6	510	17,5	326
7,8	9,3	11,2	11,2	435	21,0	386
6,4	8,9	11,5	11,1	305	25,5	444
5,4	8,5	11,1	11,1	215	28,5	499
5,2	8,2	10,7	11,0	165	27,5	553
4,8	7,9	10,2	10,9	130	27,0	604
4,8	7,6	9,8	10,7	95	24,0	652
бонитета						
0,9	0,9	0,9	—	1160	0,2	4,7
7,5	4,2	7,8	4,4	1365	1,5	44
10,0	6,1	10,4	6,4	1535	2,0	96
9,6	7,0	11,0	7,0	1630	7,0	151
9,2	7,4	11,2	8,3	1070	10,0	203
9,2	7,7	11,2	8,7	740	10,0	263
7,8	7,8	10,0	9,0	485	14,0	316
6,8	7,6	10,2	9,2	375	17,0	367
5,2	7,4	10,0	9,2	285	24,0	417
4,6	7,1	9,6	9,3	205	25,0	465
4,4	6,8	9,3	9,3	160	24,0	511
4,2	6,6	9,2	9,0	130	24,0	556
бонитета						
0,8	0,8	0,8	—	1030	0,2	4
4,6	2,7	4,8	2,8	1100	1,0	28
7,2	4,2	7,6	4,4	1455	2,0	66
7,6	5,1	8,9	5,0	1565	6,5	101
8,2	5,7	9,7	6,4	1015	7,5	159
8,2	6,1	10,0	6,9	785	9,0	209
7,8	6,3	9,8	7,4	540	10,0	258
6,4	6,3	9,4	7,6	430	15,0	304
5,2	6,2	9,0	7,7	350	19,0	350
4,2	6,0	8,8	7,8	290	23,0	394
3,8	5,8	8,5	7,8	200	23,5	437
3,2	5,6	8,0	7,8	150	24,0	477
бонитета						
0,7	0,7	0,7	—	870	0,1	3,0
1,9	1,3	2,2	1,4	745	1,0	14
5,2	2,6	5,4	2,1	1460	1,0	41
6,0	3,5	6,7	3,7	1225	3,5	79
7,2	4,2	8,0	4,6	1070	4,0	115
7,4	4,7	8,5	5,2	855	5,5	157
7,2	5,1	8,8	5,7	630	8,0	201
6,0	5,2	8,5	6,1	525	12,5	244
4,6	5,1	8,2	6,3	440	18,0	286
3,8	5,0	8,0	6,5	330	21,0	325
3,4	4,8	7,6	6,6	275	21,0	363
2,0	4,6	6,8	6,6	185	24,0	397

Необходимо отметить, что бонитетные таблицы по своему существу не характеризуют естественный ход роста, а дают средние характеристики для выделенных более или менее однородных групп насаждений. Необходимость группировки насаждений по сравнительно однородным группам в виде пяти классов добротности показал еще Варгас-де-Бадемар. С тех пор идея бонитирования по пяти классам бонитетов утвердилась не только у нас, но и в зарубежных странах.

Приуроченность к пяти классам бонитетов отнюдь не говорит о том, что в природе существуют только пять так называемых «естественных рядов». Бонитетные таблицы хода роста дают некоторую общую шкалу, которая не копирует естественный ход роста насаждений, но зато позволяет дать их среднюю таксационную характеристику.

Существуют различные способы исследования хода роста насаждений. Так, исследуя динамику таксационных признаков на базе стационарных исследований, мы получаем результаты в виде образа или копии естественной линии роста одного насаждения, не отображающие общую картину изменения таксационных признаков множества насаждений. Стационарные исследования имеют познавательное и теоретическое значение для раскрытия существа наблюдаемого явления.

При составлении таблиц хода роста для практических целей и получения средних таксационных показателей необходимо базироваться на данных множества насаждений, которые можно было бы сгруппировать по однородным признакам. Таким образом, на первое место выступает вопрос о правильной группировке полевых материалов во времени. В. И. Ленин в своей работе «Развитие капитализма в России» подчеркивал, что правильность вычисления средних величин и отображение ими объективной реальности целиком и полностью зависят от исходной, правильной группировки экспериментального материала.

При исследовании сосновых культур в Белоруссии в основу была положена первоначальная группировка материалов по типам леса (табл. 2).

Таблица 2

Распределение пробных площадей по типам леса, классам бонитетов и возрастам

Группы типов леса	Бонитет	Количество пробных площадей в возрасте:												Всего
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
С. кис. С. лещ. С. орляковый, С. дубн.-черн. С. орляковый	Ia	9	8	8	2	—	3	—	2	—	4	3	3	42
С. черн. С. мш. С. мш.-черн. С. мш.-брусн.	I	14	17	22	11	6	5	4	4	1	1	—	2	87
С. бр. С. бр.-вер. С. бр.-мш.	II	8	12	23	13	8	7	5	3	—	1	—	1	81
С. вер. С. вер.-брусн.	III	5	8	8	16	3	6	4	2	2	—	2	1	57
Итого . . .		36	45	61	42	17	21	13	13	3	6	5	7	267

При данной группировке в «естественный ряд» могут попадать насаждения со сравнительно одинаковой таксационной характеристикой в определенном возрасте, но имеющие в прошлом разный ход роста.

При исследовании культур сосны общий объем материала составил 267 пробных площадей, что позволило нам применять графо-аналитический метод обработки по отдельным таксационным показателям. Группировка материала по типам леса дала возможность установить уровни продуктивности и зафиксировать их в виде местных классов бонитета.

В работе широко применялся метод двойного сглаживания по текущему приросту или текущему изменению признаков в абсолютных и относительных величинах. Метод двойного графического сглаживания через текущий прирост оказался настолько эффективным, что сопоставление данных по корреляционным уравнениям, вычисленных на ЭВМ «Проминь», дало очень близкие результаты.

На основании распределения культур сосны по типам леса и возрастам, а в пределах возраста по высотам представилась возможность установить ход роста по высоте по группам типов леса — местным классам бонитета на основе установления зависимости между высотой и возрастом по следующим корреляционным уравнениям:

$$\text{для Ia бонитета } H = 2,48 + 0,821A - 0,0059A^2;$$

$$\text{для I бонитета } H = 2,40 + 0,714A - 0,0049A^2;$$

$$\text{для II бонитета } H = 2,31 + 0,607A - 0,0039A^2;$$

$$\text{для III бонитета } H = 2,21 + 0,497A - 0,0028A^2.$$

Установленный ход роста по высоте позволил составить местную бонитировочную шкалу для культур (табл. 3), которая в сопоставлении

Таблица 3

Местная бонитировочная шкала сосновых культур БССР

Возраст, лет	Пределы высот сосновых культур по классам бонитетов			
	Ia	I	II	III
5	1,3—1,1	1,1—0,9	0,9—0,7	0,7—0,5
10	5,5—4,6	4,5—3,7	3,6—2,8	2,7—1,9
15	9,4—8,0	7,9—6,6	6,5—5,1	5,0—3,6
20	12,8—11,0	10,9—9,3	9,2—7,4	7,3—5,5
25	15,6—13,7	13,6—11,6	11,5—9,5	9,4—7,4
30	18,1—15,9	16,8—13,7	13,6—11,4	11,3—9,1
35	20,1—17,8	17,7—15,5	15,4—13,1	13,0—10,7
40	21,9—19,5	19,4—17,0	16,9—14,6	14,5—12,1
45	23,4—20,9	20,8—18,4	18,3—15,8	15,7—13,2
50	24,8—22,2	22,1—19,5	19,4—16,9	16,8—14,2
55	26,1—23,4	23,3—20,6	20,5—17,9	17,8—15,1
60	27,3—24,5	24,5—21,7	21,6—18,8	18,7—15,9

со шкалой М. М. Орлова показывает более энергичный рост сосновых культур в высоту в возрасте 15—25 лет и только в 60 лет ее данные приближаются к общепонитировочной шкале.

Аналогичным методом был проведен анализ хода роста по диаметру с вычислением на ЭВМ «Проминь» корреляционных уравнений, характеризующих зависимость средних диаметров и возрастов культур сосны.

Были получены следующие уравнения:

$$\text{для Ia бонитета } D=3,55+2,361D-0,0365A^2;$$

$$\text{для I бонитета } D=2,81+2,054D-0,0222A^2;$$

$$\text{для II бонитета } D=2,28+1,786D-0,0110A^2;$$

$$\text{для III бонитета } D=1,40+1,637D-0,0103A^2.$$

Основная ошибка всех уравнений не превышает $\pm 0,6$ см в сопоставлении с методом двойного сглаживания по текущему приросту.

Исследование числа стволов показало, что часть пробных площадей в возрасте до 7 лет дала большее число стволов, чем пробные площади размещением деревьев 10 тыс./га.

Эти пробные площади были исключены из обработки.

Исходными данными для получения числа стволов послужили пробные площади по 10 тыс. стволов на 1 га с учетом приживаемости культур в Белоруссии, так что в возрасте 5 лет число стволов в зависимости от класса бонитета составило 8,7—9 тыс./га. В связи с тем что пробные площади выбраны как лучшие из хороших культур Белоруссии, то и таблицы хода роста приравняются к полным насаждениям. При графических построениях изменения числа стволов выявлено, что оно не идет по гиперболической кривой, а имеет более сложную кривую с точкой перегиба в фазе индивидуального роста. В первоначальный период в возрасте 6 лет изменение числа стволов идет с уменьшением по выпуклой кривой, а затем очень резко падает в возрасте до 15—20 лет, после чего изменение числа стволов идет по вогнутой линии.

При установлении нижнего максимального предела изменения числа стволов Ia класса бонитета была установлена четкая криволинейная зависимость, причем контроль производился через средний диаметр. Произведение средней площади сечения одного дерева в насаждении на общее число стволов дало верхнюю границу сумм площадей сечений насаждений Ia класса бонитета, принятую за единицу.

Число стволов верхнего предела III класса бонитета и нижнего предела сумм площадей сечений устанавливалось аналогичным способом с последующим сглаживанием через текущее изменение сумм площадей сечения. Характерной особенностью таблиц хода роста культур сосны Белоруссии является то, что запасы по данным пробных площадей исследовались непосредственно без разложения их на составляющие элементы: $V = GHF$.

Это дало возможность сохранить общий уровень запасов тех насаждений, которые имеются в настоящее время. Располагая средними значениями рассмотренных таксационных показателей, можно определить средние значения видовых чисел множества насаждений в отдельности по каждому классу бонитетов. Были установлены различные линии регрессии для каждого класса бонитета в зависимости от возраста и высоты. Наиболее существенное различие наблюдается в возрасте до 15 лет.

Закономерный характер изменения средних видовых чисел множества насаждений в зависимости от возраста явился контролем правильности составления таблиц хода роста, представляющим собой математическую модель изменения средних таксационных показателей множества насаждений, представленных в Белоруссии культурами сосны разных возрастов и бонитетов.