

Министерству
Внуш. Введ. от А. Рубина
29.11.60.

ХОД РОСТА КУЛЬТУР ЕЛИ В БССР

В. К. ЗАХАРОВ

Заслуженный деятель науки,
профессор, доктор сельскохозяйственных наук

А. Ф. КИСЕЛЕВ

Аспирант

(Белорусский лесотехнический институт)

Из общей площади еловых насаждений республики 7,0% или более 29 тыс. га заняты культурами ели в возрасте от 1 до 60 лет. Несмотря на то, что эта площадь с каждым годом увеличивается, ход роста еловых культур изучен далеко недостаточно.

Нами на протяжении 1957—1959 гг. производились исследования хода роста культур ели обыкновенной на территории Белорусской ССР по типам леса и типам условий местопроизрастания.

Охваченные изучением культуры созданы рядовой посадкой при первоначальном количестве посадочных мест в 5 тыс. шт. на 1 га (размещение — в квадрат).

Были заложены 73 пробных площади, в том числе 61 в чистых еловых культурах, остальные — в смешанных (от 6 до 60 лет). Распределение проб по типам леса, бонитетам и возрастам приведено в табл. 1.

Таблица 1

Тип леса и бонитет	Количество пробных площадей по десяти- летним периодам						Итого
	до 10 лет	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	
Ельник кислично-лещинный, 1б	1	2	2	2	5	4	16
Ельник кисличник, 1а	2	3	4	5	4	2	20
Ельник мшистый, 1	2	2	9	5	5	2	25
Итого . . .	5	7	15	12	14	8	61

Пробные площади закладывались в насаждениях максимальной полноты с таким расчетом, чтобы они в совокупности (для определенного типа леса) представляли один естественный ряд.

Размер пробных площадей колебался от 0,1 до 0,25 га, в зависимости от возраста, с количеством стволов на пробе не менее 250 шт.

На каждой пробной площади производился пересчет деревьев по ступеням толщины (в возрасте до 20 лет — по односантиметровым

и старше 20 лет по двухсантиметровым ступеням) с подразделением деревьев на господствующую часть и отпад; учитывался живой напочвенный покров, его встречаемость, тип леса.

Для анализа хода роста древесного ствола было срублено 145 модельных деревьев.

Обработка собранного материала велась отдельно для господствующей части и отпада.

В лабораторных условиях был проведен механический и химический анализ почв.

Приводим краткую характеристику охваченных изучением типов леса.

1. Ельник кислично-лещинный (C_2), класс бонитета Ib, характеризуется в подлеске обилием лещины, встречается липа. В покрове — кислица, майник, осока волосистая, сныть, сочевичник, звездчатка, зеленчук, редко мхи. Почвы свежие, дерново-подзолистые, сильно оподзоленные, развивающиеся на супесях или пылевато-песчанистых легких суглинках.

2. Ельник-кисличник (C_3), класс бонитета Ia. В подлеске редко встречаются рябина, лещина. В покрове преобладают кислица, майник, грушанка, копытень, мхи; встречаются ожика, седмичник. В густых древостоях I и II классов возраста покров мертвый. Почвы дерново-подзолистые, сильно оподзоленные, развивающиеся на супесчанистых или пылевато-песчанистых суглинках, со следами оглеения, подстилаемые мореной.

3. Ельник мшистый ($B_2 - B_3$), класс бонитета I, характеризуется наличием в подлеске единичной рябины и крушины. В покрове преобладают зеленые мхи; встречаются брусника, костяника, черника. В древостоях I и II классов возраста чаще всего подлесок отсутствует, покров мертвый. Почвы дерново-подзолистые, средние и сильно оподзоленные, развивающиеся на песчанистых супесях, подстилаемые иногда песком и мореной, в типе условий местопроизрастания B_3 — со следами оглеения.

Собранный экспериментальный материал подвергся тщательной научной обработке с применением методов математической статистики. Полученные средние высоты и средние диаметры насаждений выравнивались с использованием уравнения Дракина — Вуевского [1], [2] следующего вида:

$$Y = a(1 - e^{-kA})^m, \quad (1)$$

где Y — таксационный признак в возрасте A лет;

A — возраст насаждений;

e — основание натуральных логарифмов — 2,71828...;

a — верхняя граница роста;

m — показатель вида кривой;

k — некоторый коэффициент.

Характерным свойством этого уравнения является то, что оно (в зависимости от величины m) может отобразить как S-образную, так и выпуклую кривую; при $m > 1$ кривая имеет S-образную форму, при $m < 1$ — выпуклую. S-образная форма кривой соответствует характеру роста по высоте, диаметру и площади сечений от начала жизни культур до предельного, охваченного исследованием, возраста.

По вычисленным параметрам уравнения (1) были установлены зависимости между возрастом и средними высотами и диаметрами древостоев различных типов леса.

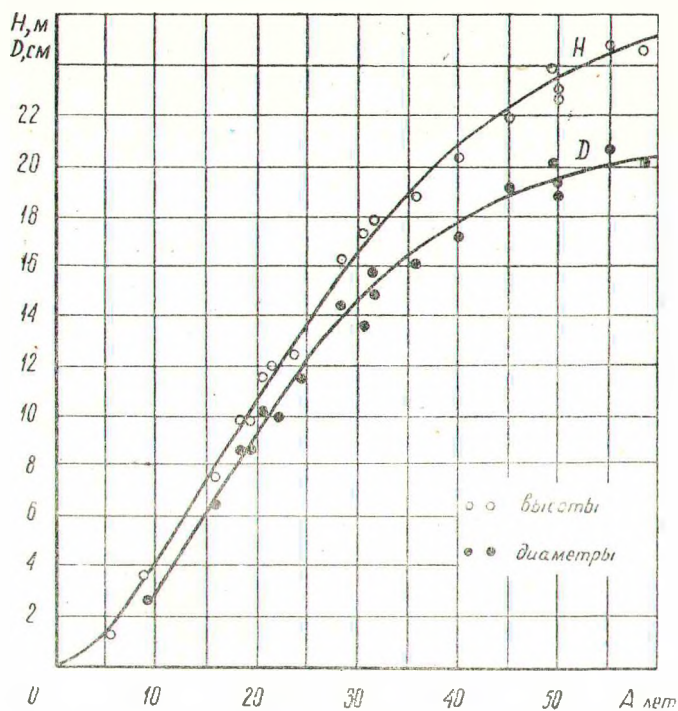


Рис. 1. Ход роста по диаметру и высоте типа леса ельник-кисличник I бонитета.

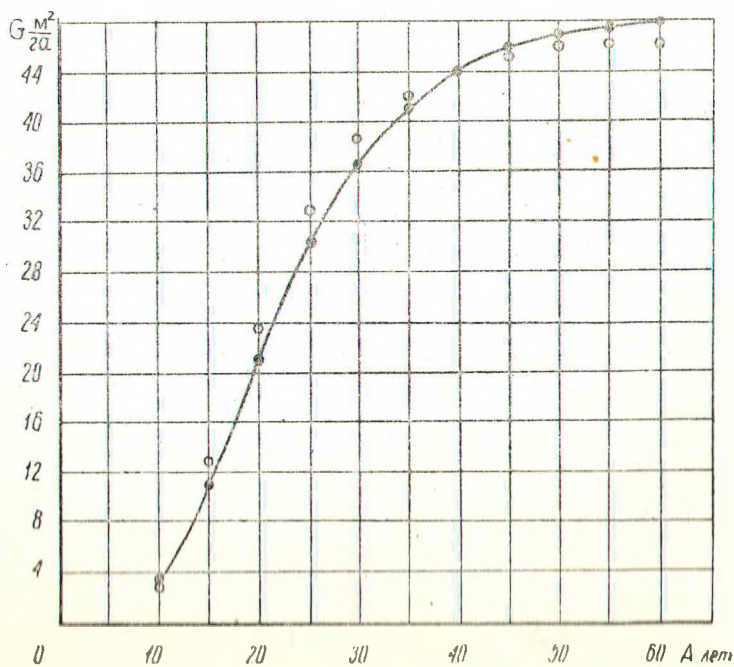


Рис. 2. Ход роста по площади сечения (ΣG) типа леса ельник-кисличник Ia бонитета.

На рис. 1 для типа леса ельник-кисличник — С₃ (Ia бонитета) показано выравнивание высот и диаметров древостоев по уравнениям

$$H = 27,94 (1 - e^{-0,0521A})^{2,2489} \quad (2)$$

$$D = 21,22 (1 - e^{-0,0712A})^{2,9869} \quad (3)$$

С целью изучения изменения площадей сечений с возрастом полноты были сгруппированы по средним высотам пробных площадей, графически выравнены и приняты за единицу.

Полученные таким путем площади сечений древостоев были выравнены также и по возрастам аналитическим путем по уравнению

$$G = 48,77 (1 - e^{-0,1056A})^{6,5069}.$$

Степень сглаживания кривой по этому уравнению для ельника-кисличника можно видеть на рис. 2.

С целью определения запаса насаждений по формуле $V = GHf$ были найдены значения видовых чисел f через q_2 .

Коэффициенты формы q_2 определены по материалам 297 модельных деревьев, в том числе на 152 стоящих моделях с помощью дендрометра Вимменауэра. Зависимость между средними высотами деревьев и коэффициентами q_2 выразилась формулой

$$q_2 = 0,678 + \frac{0,717}{H}. \quad (5)$$

Полученные нами по формуле (5) значения q_2 в сопоставлении с аналогичными данными проф. В. К. Захарова для ели СССР [3] и доц. О. А. Трулля для ели смешанных елово-березовых насаждений БССР [4] представлены в табл. 2.

Таблица 2

H	q ₂			H	q ₂			H	q ₂		
	по нашим данным	по Захарову	по Труллю		по нашим данным	по Захарову	по Труллю		по нашим данным	по Захарову	по Труллю
2	1,037	0,980	1,035	12	0,738	0,718	0,736	22	0,711	0,697	0,709
4	0,857	0,820	0,856	14	0,729	0,711	0,728	24	0,708	0,695	0,707
6	0,798	0,767	0,796	16	0,723	0,707	0,722	26	0,706	0,693	0,705
8	0,768	0,742	0,766	18	0,718	0,703	0,717	28	0,704	0,692	0,703
10	0,750	0,727	0,749	20	0,714	0,699	0,713	30	0,702	0,691	0,701

Из табл. 2 видно, что полнодревесность стволов ели в культурах и ели, произрастающей в составе смешанных елово-березовых насаждений БССР, почти одинакова; она в среднем на 2,2% выше полнодревесности стволов спелых ельников естественного происхождения СССР.

По сглаженным значениям q_2 определялись видовые числа по формуле Шиффеля; связь их со средними высотами древостоев выразилась уравнением следующего вида:

$$f = 0,444 + \frac{1,105}{H}. \quad (6)$$

Запас насаждений вычислялся по формуле $V = GHf$, число стволов — по формуле $N = \frac{G}{g}$.

Средний и текущий приросты определялись обычными таксационными методами.

* * *

Для выбираемой части таксационные показатели вычислены по соотношениям средних высот и диаметров отпада и господствующей части (табл. 3). Эти соотношения в исследуемых типах леса оказались в одном и том же возрасте практически одинаковыми, поэтому они были объединены и графически выравнены.

Таблица 3

Таксационные показатели	Возраст, лет										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Высота, соотношение в %	54	61	65	69	73	75	77	78	79	80	81
Диаметр, "	43	50	54	57	59	61	62	63	64	65	66

Из табл. 3 можно видеть, что по мере увеличения возраста в отпад входят деревья более крупные по диаметру и высоте.

Число стволов отпада определялось как разница в числе стволов двух смежных возрастов оставляемой части, а площадь сечения как произведение числа стволов выбираемой части и площади сечения среднего дерева отпада. Запас определялся умножением площади сечения отпада Σg в данном возрасте на его высоту h и видовое число f , которое можно определить по формуле (6).

* * *

Запасы насаждений для каждого возраста (по материалам изучения 297 модельных деревьев) были распределены на отрезки по десяти классам крупности сортиментов, что показано в табл. 4.

Таблица 4

Классы крупности	Диаметр в верхнем отрубе в см	Группы сортиментов
I	32,1 и более	Пиловоочник, резонансовый кряж, спецсортимент
II	28,1—32,0	
III	24,1—28,0	
IV	20,1—24,0	
V	18,1—20,0	Пиловоочник, баланс, стройлес, тарник
VI	16,1—18,0	
VII	14,1—16,0	
VIII	12,1—14,0	
IX	8,0—11,0	Подтоварник, жерди
X	3,0—7,0	

Результаты исследований хода роста культур ели в БССР приведены в табл. 5.

Полученные данные было необходимо сравнить с показателями таблиц хода роста еловых насаждений.

Такое сопоставление для насаждений Ia и I бонитетов было произведено с всеобщими таблицами хода роста, составленными проф. А. В. Тюриным [5].

Как и следовало ожидать, при этом были обнаружены значительные расхождения, в частности, в числе стволов на 1 га и в средних диаметрах в начальном периоде роста, что объясняется, в основном, различием в характере объектов исследования (культуры и насаждения

Возраст, лет	Оставляемая часть											
	средняя высота, м	средний диаметр, см	число стволов шт/га	сумма площадей сечений, м²/га	видовое число, 1/1000	запас стволовой древесины, м³/га	распределение деловой древесины по классам					
							II 28,1— 32,0	III 24,1— 28,0	IV 20,1— 24,0	V 18,1— 20,0	VI 16,1— 18,0	VII 14,1— 16,0

Ельник кислично-лещинный (C₂),

10	4,7	3,5	5020	4,8	679	16						
15	8,9	7,3	3656	15,3	568	77						
20	13,1	10,9	2875	26,8	528	185						4,0
25	16,8	14,0	2333	35,9	510	308				1,0	6,0	11,5
30	20,0	16,4	1990	42,0	499	419			4,0	8,0	8,0	12,5
35	22,4	18,1	1780	45,8	493	506		3,0	7,0	11,0	8,5	13,0
40	24,4	19,3	1641	48,0	489	573		4,5	10,5	12,5	8,5	14,0
45	26,0	20,1	1560	49,5	487	627	1,0	5,5	12,0	13,5	9,0	14,0
50	27,3	20,7	1495	50,3	485	667	1,0	7,5	12,5	14,0	9,0	13,5
55	28,3	21,1	1447	50,6	484	693	1,5	8,5	13,0	14,5	8,5	13,0
60	29,0	21,4	1418	51,0	483	714	1,5	9,0	13,5	15,0	8,0	13,0

Ельник-кисличник (C₃),

10	3,7	2,8	5033	3,1	769	9						
15	7,2	6,1	3800	11,0	797	47						
20	10,6	9,4	3040	21,1	547	123						
25	13,8	12,3	2534	30,1	524	218						9,5
30	16,6	14,7	2174	35,9	511	313				4,0	6,5	11,5
35	18,9	16,5	1936	41,4	502	393			4,5	9,0	7,5	12,0
40	20,8	17,8	1781	44,3	497	457		2,0	7,0	11,0	8,0	12,5
45	22,4	18,8	1661	46,1	493	509		3,5	9,5	12,0	8,0	13,5
50	23,6	19,4	1597	47,2	491	547	0,5	4,5	11,0	13,0	8,0	14,0
55	24,5	19,9	1537	47,8	489	572	1,0	5,0	11,5	13,5	8,0	14,0
60	25,2	20,3	1489	48,2	488	592	1,5	6,0	12,5	14,0	8,0	13,5

Ельник мшистый (B₂—B₃),

10	2,6	2,3	5048	2,1	1000	6						
15	5,0	5,1	4112	8,4	665	28						
20	7,6	8,0	3442	17,3	589	78						
25	10,2	10,6	2935	25,9	552	146						3,0
30	12,7	12,9	2502	32,7	531	221					1,0	11,5
35	14,9	14,7	2216	37,6	518	290				4,0	6,5	12,0
40	16,9	16,1	2006	40,9	509	352			3,0	8,0	7,0	13,0
45	18,6	17,1	1872	43,0	503	402		1,0	5,5	9,5	7,5	13,0
50	19,8	17,9	1757	44,2	500	438		2,0	7,5	11,0	7,5	13,0
55	20,8	18,5	1674	45,0	496	462		3,0	9,0	11,5	8,0	13,5
60	21,4	19,0	1605	45,5	495	481		4,0	10,5	12,0	8,5	14,0

Таблица 5

посажений				Выбираемая часть				Общая продук- тивность, м³/га			
сам крупности, %				дров, %	отхо- дов, %	прирост			число стволов шт./га	запас, м³/га	сумма проме- жуточно- го поль- зования, м³/га
VIII 12,1— 14,0	IX 8,0— 11,0	X 3,0— 7,0	итого дело- вой, %			сред- ний, м³/га	теку- щий, м³/га				

бонитет Ib

						1,6					
	32,0	47,0	79,0	8,0	13,0	5,1	12,2	1364	1,5	1,5	18
19,5	35,0	26,0	84,5	5,5	10,0	9,3	21,6	781	4,9	6,4	83
25,0	27,5	15,0	86,0	5,0	9,0	12,3	24,6	542	10,5	16,9	202
22,5	22,0	9,0	86,0	5,0	9,0	13,9	22,2	343	17,0	33,9	342
21,0	17,5	5,5	86,5	5,0	9,0	13,9	22,2	343	19,2	53,1	472
18,0	14,0	4,5	86,5	4,5	9,0	14,5	17,4	210	17,1	70,2	576
16,0	12,0	4,0	86,5	4,5	9,0	14,3	13,4	139	14,9	85,1	658
15,5	10,5	3,5	86,5	4,5	9,0	13,9	10,8	81	10,3	95,4	712
15,0	9,5	3,5	87,0	4,5	8,5	13,3	8,0	65	9,4	104,8	772
15,0	9,5	3,5	87,0	4,5	8,5	12,6	5,2	48	7,8	112,6	806
15,0	9,0	3,0	87,0	4,5	8,5	11,9	4,2	29	6,2	118,8	833

бонитет Ia

						0,9					
	19,0	55,0	74,0	11,5	14,5	3,1	7,6	1233	1,0	1,0	10
12,5	37,5	33,0	83,0	6,5	10,5	6,2	15,2	760	2,7	3,7	51
23,5	32,0	20,0	85,0	5,0	10,0	8,7	19,0	506	6,4	10,1	133
25,0	26,0	12,5	85,5	5,0	9,5	10,4	19,0	360	10,4	20,5	239
23,0	21,5	8,5	86,0	5,0	9,0	10,4	19,0	360	13,9	34,4	347
21,5	18,0	6,5	86,0	5,0	9,0	11,2	16,0	238	14,2	48,6	442
21,5	18,0	6,5	86,5	4,5	9,0	11,5	13,0	155	12,1	60,7	518
19,5	15,5	5,0	86,5	4,5	9,0	11,3	10,4	120	11,7	72,4	581
18,0	14,0	4,5	87,0	4,5	8,5	10,9	7,6	64	7,6	80,0	627
17,0	13,0	4,0	87,0	4,5	8,5	10,4	5,0	60	7,2	87,2	659
16,0	12,0	3,5	87,0	4,5	8,5	9,9	4,0	48	6,0	93,2	685

бонитет I

						0,6					
		68,5	68,5	13,5	18,0	1,9	4,4	936	0,5	0,5	7
1,0	38,0	42,0	81,0	7,0	12,0	3,9	10,0	670	1,1	1,6	30
18,0	36,0	27,0	84,0	6,0	10,0	5,9	13,6	507	3,2	4,8	83
24,5	30,0	18,0	85,0	6,0	10,0	5,9	13,6	507	6,0	10,8	157
25,0	30,0	18,0	85,0	5,0	10,0	7,4	15,0	433	10,3	21,1	242
25,0	26,0	12,0	85,5	5,0	9,5	8,3	13,8	286	11,1	32,2	322
23,5	22,5	9,0	86,0	5,0	9,0	8,8	12,4	210	11,3	43,5	396
22,5	20,5	6,5	86,0	5,0	9,0	8,9	10,0	131	9,3	52,8	455
21,5	17,5	6,0	86,0	5,0	9,0	8,8	7,2	115	9,4	62,2	500
20,0	15,0	5,0	86,0	5,0	9,0	8,4	4,8	83	8,1	70,3	532
19,0	14,0	4,5	86,5	5,0	8,5	8,0	3,8	69	7,0	77,3	559

естественного происхождения), а также коренным различием в методике составления таблиц хода роста. Основой в нашем исследовании был экспериментальный материал, собранный непосредственно в латуре; во всеобщих таблицах даны средние показатели из имеющихся таблиц хода роста, обработанные на основе закономерностей в строении насаждений.

Более близки данные наших таблиц (для 16 бонитета) к показателям хода роста сомкнутых Карпатских ельников по исследованиям Г. А. Ходота [6], что можно видеть в табл. 6.

Таблица 6

Данные	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов	Сумма площадей сечений	Запас, $m^3/га$
16 бонитет						
Наши Ходота	20	13,1	10,9	2875	26,8	185
		12,1	10,6	3850	30,0	197
"	40	24,4	19,3	1641	48,0	573
		23,0	22,8	1254	51,2	581
"	60	29,0	21,4	1418	51,0	714
		30,4	32,7	702	59,0	859

Указанные частичные сопоставления подтверждают необходимость и целесообразность проведения специальных исследований хода роста насаждений искусственного происхождения.

Продолжая анализ составленных таблиц, необходимо отметить высокую продуктивность объектов исследования, что наглядно проявляется в показателях среднего прироста на 1 га, который в период кульминации составил в древостоях 16 бонитета — 14,5 m^3 ; 1а бонитета — 11,5 m^3 и I бонитета — 8,9 m^3 .

В лесах БССР в данный период средний прирост составляет 2,4 m^3 , а для еловых насаждений 4,8 m^3 .

В возрасте 60 лет запасы на 1 га культур ели (по бонитетам) составили соответственно 714; 592; 481 m^3 .

Таким образом, ель в культурах при благоприятных лесорастительных условиях свободно конкурирует с другими быстрорастущими породами.

Возраст количественной спелости колеблется в пределах от 35 до 45 лет, равняясь в среднем 40 годам.

Производственный профиль древостоев характеризуется распределением деловой древесины по дифференцированным классам крупности.

Из табл. 5 видно, что в древостоях 16 и 1а бонитетов строительные бревна от 12 см в верхнем торце могут быть получены уже в возрасте 20 лет; а пиловочные бревна от 14 см и выше — начиная с 25-летнего возраста, крупная древесина (III—II класса) получается, начиная с 40-летнего возраста древостоя.

Выполненная работа подводит итоги изучения характера еловых культур в БССР в возрасте до 60 лет; она имеет как теоретическое, так и производственное значение и будет полезна при таксации еловых насаждений искусственного происхождения и при проведении лесоводственного ухода за ними.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Дракин, Д. И. Вуевский. Новая формула хода роста древостоев по высоте и диаметру и ее применение к исследованию соотношения между высотой и диаметром. Записки БЛТИ, вып. V, 1939. [2]. В. Н. Дракин, Д. И. Вуевский. Упрощенная схема вычисления параметров уравнения $Y = a(1 - e^{-kt})^m$, характеризующего ход роста насаждений по высоте. Сб. трудов БЛТИ, вып. VI, 1940. [3]. Проф. В. К. Захаров. Таблицы объема и сбega стволов ели по бонитетам. Сб. «Массовые таблицы для сосны и ели». Союзлеспром СССР, 1931. [4]. Проф. В. К. Захаров, О. А. Труль. Ход роста смешанных елово-березовых насаждений БССР. Сб. научных работ БЛТИ, вып. IX, Минск, 1958. [5] А. В. Тюрин. Нормальная производительность лесонасаждений. Сельхозгиз, М.-Л., 1931. [6]. Г. А. Ходот. Ход роста сомкнутых карпатских ельников. Сб. научных трудов. Львовский лесотехнический институт, т. IV, 1957.

Поступила в редакцию
3 января 1960 г.