

В. К. ЗАХАРОВ,

профессор

О. А. ТРУЛЛЬ,

кандидат сельскохозяйственных наук

## ХОД РОСТА СМЕШАННЫХ ЕЛОВО-БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ БССР

Несмотря на широкое распространение в природе смешанных насаждений, последние изучены недостаточно из-за сложности исследования их и отсутствия в настоящее время научно-обоснованной общепринятой методики.

Данная работа посвящена изучению хода роста смешанных елово-березовых насаждений, развивающихся по линии смены пород, в неразрывной связи со средой произрастания.

Основной классификационной категорией при исследовании хода роста вышеуказанных насаждений принята серия типов леса, а не класс бонитета и не тип леса. Это вызвано тем, что в процессе роста исследуемые насаждения развиваются по линии смены пород, где участвуют различные сменяющие друг друга типы леса.

Объектом исследования явились смешанные елово-березовые насаждения Минской, Витебской и Молодечненской областей Белорусской ССР, где они имеют наибольшее распространение.

Известно, что при росте и развитии данных насаждений, протекающих по линии смены пород, происходит изменение формы насаждения, его состава, в целом изменяется среда произрастания, а следовательно, изменяется и тип леса. Учитывая это обстоятельство, пробные площади закладывались в насаждениях среднего состава в данном возрасте. При этом были использованы лесостроительные отчеты по Минской области и установлена зависимость среднего состава исследуемых насаждений от возраста (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Возраст		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Средний состав елово-березовых насаждений	Береза	8Б	8Б	6,5Б	4Б	3Б	3Б	2Б	2Б	1Б	1Б
	Ель	2Е	2Е	3,5Е	6Е	7Е	7Е	8Е	8Е	9Е	9Е

Для изучения изменения таксационных признаков смешанных насаждений во времени был собран экспериментальный материал с 68 пробных площадей, заложенных по сериям типов леса.

Кисличная	42
Зеленомошно-кисличная	16
Черничная	10
Всего	68

На каждой пробной площади детально устанавливалась таксационная характеристика, учитывался живой напочвенный покров, его встречаемость, покрытие, тип леса. В лабораторных условиях изучался механический и химический состав почв исследуемых насаждений.

Собранный экспериментальный материал подвергался более глубокой обработке, в результате которой удалось выделить следующие периоды в росте и развитии слово-березовых насаждений, развивающихся по линии смены пород: 1) период сложного березово-слового насаждения; 2) период смешанного насаждения; 3) период чистого насаждения.

Первый период характеризуется двухъярусным строением, где верхний ярус занимает береза, а нижний ель. Этот период роста и развития продолжается в основном до 40-летнего возраста и характеризуется усиленным ростом березы до 20—30-летнего возраста; у ели усиленный рост наступает в 30—40 лет.

Второй период характеризуется одноярусным строением полога из березы и ели, он протекает с 40 до 100-летнего возраста. В данном периоде преобладает ель. Береза же встречается в качестве примеси. В составе полога насаждения высота березы несколько выше, чем основная часть ели. Из-за своей малочисленности и ажурности крон береза не может отенять основную часть елового древостоя.

Третий период начинается со 100-летнего возраста и продолжается длительное время. Начало этого периода характеризуется наличием незначительной примеси березы. Ель и береза в составе полога насаждения имеют почти одинаковую высоту. Полное завершение смены пород происходит во второй половине данного периода, который лежит за пределами 100-летнего возраста.

Ход роста в высоту изучался отдельно по породам. Сравнение средних высот древостоев производилось аналитическим способом по уравнению

$$H = a(1 - e^{-k \cdot A})^m, \quad (1)$$

где:  $H$ —средняя высота древостоя в возрасте  $A$ ,  $A$ —возраст насаждения в годах,  $e$ —основание натуральных логарифмов

фмов—2,71828, а—верхняя граница роста, m—показатель вида кривой, k—положительная величина.

Положительным свойством этого уравнения является то, что при  $m > 1$  кривая дает точку перегиба и форма кривой имеет эс-образный вид. При  $m = 1$  точка перегиба отсутствует и кривая обращена выпуклостью вверх.

Характерной особенностью этого уравнения является то, что оно правильно отображает ход роста по высоте не только в 20—30... 100-летнем возрасте и старше, но и в молодом возрасте.

На основании вычисленных параметров уравнения (1) были установлены следующие зависимости между средней высотой древостоя и возрастом у различных серий типов леса:

### Ель

Кисличная

$$H = 40,92 \left( 1 - e^{-0,02058 \cdot A} \right)^{1,9859}, \quad (2)$$

Черничная

$$H = 35,71 \left( 1 - e^{-0,01720 \cdot A} \right)^{1,9256}, \quad (3)$$

### Береза

Кисличная

$$H = 33,93 \left( 1 - e^{-0,04477 \cdot A} \right)^{1,0301}, \quad (4)$$

Черничная

$$H = 31,54 \left( 1 - e^{-0,01594 \cdot A} \right)^{1,0137}. \quad (5)$$

Изучение изменения средних диаметров по породам и возрастам производилось на основе линейной зависимости между возрастом (A) и произведением возраста на средний диаметр (A/l).

Коэффициенты формы ( $q_2$ ) находились на основе собранных материалов модельных деревьев в количестве 254 шт.

Зависимость между средней высотой древостоя и средним коэффициентом формы  $q_2$  может быть выражена формулами:

$$\text{Береза } q_2 = 0,650 + \frac{0,355}{H}, \quad (6)$$

$$\text{Ель } q_2 = 0,677 + \frac{0,716}{H}. \quad (7)$$

Зависимость между средней высотой древостоя и средним шловым числом выражается уравнениями:

$$\text{Береза } f = 0,420 + \frac{0,775}{H}, \quad (8)$$

$$\text{Ель } f = 0,442 + \frac{1,111}{H}. \quad (9)$$

Таблица 2

## Ход роста смешанных елово-березовых насаждений БССР

Возраст	Состав	Диаметр, см	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов, шт.	Сумма площадей сечений, на м <sup>2</sup> /га	Запас на 1 га				Видовое число, 0,001	Коэффициент, 0,001	Средний прирост, м <sup>3</sup> /га	Текущее изменение запаса, м <sup>3</sup> /га	Отпад		Общая продукция, м <sup>3</sup> /га	
							крупной, %	средней, %	мелкой, %	дров, %					обшир, м <sup>3</sup> /га	число стволов, шт.		запас, м <sup>3</sup> /га
10	10Б	5,0	6,5	5,0	5650	11,3	—	—	—	38	—	3,8	—	—	—	—	5,4	43,2
10	10Е	1,5	1,4	1,5	8000	1,3	—	—	—	97	—	0,2	—	—	—	—	—	2
20	10Б	8,5	12,1	8,5	2895	16,5	10	57	11	11	679	4,84	5,9	10,9	2755	16,3	113	
20	10Е	4,0	4,7	4,0	4057	5,1	—	70	3	16	829	0,8	1,4	2,0	3943	2,0	18	
30	10Б	12,0	16,4	12,0	1431	17,6	82	35	18	135	671	4,5	3,8	21,0	1464	37,3	172	
30	10Е	8,4	8,8	8,4	1855	10,2	—	62	5	51	758	1,7	3,5	13,2	2202	13,2	64	
40	4,1Е	13,0	13,0	13,0	1158	15,4	35	49	5	106	732	2,7	5,5	14,2	697	27,4	133	
40	5,9Б	18,7	20,0	18,7	608	16,7	4	48	15	153	668	3,8	1,8	34,0	823	71,3	221	
50	5,3Е	17,8	17,0	17,8	808	20,1	8	48	29	173	719	3,5	6,7	20,5	350	47,9	221	
50	4,7Б	23,8	22,8	23,8	333	14,8	20	42	5	153	665	3,1	—	33,0	275	47,9	221	
60	6,3Е	22,3	20,7	22,3	616	24,1	22	45	19	247	712	4,1	7,4	25,6	192	73,5	321	
60	3,7Б	27,7	25,1	27,7	212	12,8	34	31	2	145	664	2,4	—	32,0	121	136,3	257	
70	7,1Е	25,9	23,9	25,9	520	27,4	39	33	15	320	707	4,6	—	33,0	96	96,5	277	
70	2,9Б	30,4	26,9	30,4	149	10,8	44	22	1	130	488	1,86	7,3	23,0	63	167,3	277	
80	7,6Е	28,6	26,8	28,6	467	30,0	48	25	3	388	663	4,85	—	31,0	53	116,7	306	
80	2,4Б	32,3	28,3	32,3	111	9,1	50	16	1	115	704	1,4	6,8	20,2	38	191,3	306	
90	8,1Е	29,1	29,1	30,5	437	32,0	53	21	3	447	663	4,96	—	14,9	30	131,6	579	
90	1,9	29,4	29,4	33,6	88	7,8	53	13	1	102	702	1,1	5,9	19,0	23	210,3	312	
100	8,5Е	32,0	31,2	32,0	417	33,5	58	17	12	500	662	5,0	—	12,9	20	141,5	645	
100	1,5Б	34,7	30,3	34,7	71	6,7	57	9	1	90	662	0,9	1,2	13,0	17	223,3	313	

## Кисличная серия типов леса

10	10Б	5,0	6,5	5,0	5650	11,3	—	—	—	38	—	3,8	—	—	—	—	5,4	43,2
10	10Е	1,5	1,4	1,5	8000	1,3	—	—	—	97	—	0,2	—	—	—	—	—	2
20	10Б	8,5	12,1	8,5	2895	16,5	10	57	11	11	679	4,84	5,9	10,9	2755	16,3	113	
20	10Е	4,0	4,7	4,0	4057	5,1	—	70	3	16	829	0,8	1,4	2,0	3943	2,0	18	
30	10Б	12,0	16,4	12,0	1431	17,6	82	35	18	135	671	4,5	3,8	21,0	1464	37,3	172	
30	10Е	8,4	8,8	8,4	1855	10,2	—	62	5	51	758	1,7	3,5	13,2	2202	13,2	64	
40	4,1Е	13,0	13,0	13,0	1158	15,4	35	49	5	106	732	2,7	5,5	14,2	697	27,4	133	
40	5,9Б	18,7	20,0	18,7	608	16,7	4	48	15	153	668	3,8	1,8	34,0	823	71,3	221	
50	5,3Е	17,8	17,0	17,8	808	20,1	8	48	29	173	719	3,5	6,7	20,5	350	47,9	221	
50	4,7Б	23,8	22,8	23,8	333	14,8	20	42	5	153	665	3,1	—	33,0	275	47,9	221	
60	6,3Е	22,3	20,7	22,3	616	24,1	22	45	19	247	712	4,1	7,4	25,6	192	73,5	321	
60	3,7Б	27,7	25,1	27,7	212	12,8	34	31	2	145	664	2,4	—	32,0	121	136,3	257	
70	7,1Е	25,9	23,9	25,9	520	27,4	39	33	15	320	707	4,6	7,3	23,0	96	96,5	277	
70	2,9Б	30,4	26,9	30,4	149	10,8	44	22	1	130	488	1,86	—	31,0	63	167,3	277	
80	7,6Е	28,6	26,8	28,6	467	30,0	48	25	3	388	663	4,85	—	31,0	53	116,7	306	
80	2,4Б	32,3	28,3	32,3	111	9,1	50	16	1	115	704	1,4	6,8	20,2	38	191,3	306	
90	8,1Е	29,1	29,1	30,5	437	32,0	53	21	3	447	663	4,96	—	14,9	30	131,6	579	
90	1,9	29,4	29,4	33,6	88	7,8	53	13	1	102	702	1,1	5,9	19,0	23	210,3	312	
100	8,5Е	32,0	31,2	32,0	417	33,5	58	17	12	500	662	5,0	—	12,9	20	141,5	645	
100	1,5Б	34,7	30,3	34,7	71	6,7	57	9	1	90	662	0,9	1,2	13,0	17	223,3	313	

Зеленомошно-кислая серия типов леса

Возраст.	Состав	Ярус	Высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов, шт.	Сумма площадей сечений на м <sup>2</sup> /га	Запас на 1 га				Крупной, %	средней, %	мелкой, %	яров, %	об щин, м <sup>3</sup> /га	Видовое число, 0,001	Коэффициент формы, 0,001	Средний прирост, м <sup>3</sup> /га	Текущее изменение запаса, м <sup>3</sup> /га	Число стволов, шт.	запас, м <sup>3</sup> /га	Сумма отпада, м <sup>3</sup> /га	Общая произвед-тельность, м <sup>3</sup> /га	
							крупной, %	средней, %	мелкой, %	яров, %														
10	10Б	I	5,2	4,3	6200	9,3	—	—	—	—	—	—	—	29	—	—	2,9	—	—	—	3,0	—	3,0	32
10	10Б	II	1,2	1,4	9500	1,0	—	—	—	—	—	—	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
20	10Б	I	10,0	7,0	3736	14,2	—	67	6	71	498	686	7,1	—	—	—	3,5	4,2	2536	5,7	8,7	—	80	
20	10Б	II	4,0	3,2	5500	4,4	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	0,7	1,1	4000	1,3	1,3	—	14	
30	10Б	I	14,1	10,0	2000	15,6	—	—	—	—	—	—	105	—	—	—	3,5	3,4	1736	12,5	21,4	—	126	
30	10Б	II	7,5	7,0	2368	9,0	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	1,3	2,7	3132	8,2	9,5	—	50	
40	4,1Б	I	11,3	10,6	1580	13,9	—	—	—	—	—	—	85	—	—	—	2,1	4,5	788	12,0	21,5	—	107	
40	5,9Б	I	17,4	14,0	981	15,1	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	3,0	1,7	1019	22,3	43,7	—	166	
50	5,3Б	I	14,9	14,6	1114	13,4	—	—	—	—	—	—	29	—	—	—	2,8	5,7	466	16,3	37,8	—	180	
50	4,7Б	I	20,1	18,0	539	13,7	3	47	17	22	126	459	142	5	142	517	7,25	0,4	442	25,3	69,0	—	195	
60	6,3Б	I	18,1	18,6	824	22,4	11	48	27	4	204	503	17	4	204	503	7,17	6,2	230	23,9	61,7	—	266	
60	3,7Б	I	22,3	22,1	666	11,9	15	45	7	23	121	455	121	4	121	455	6,66	0,5	280	26,3	95,3	—	216	
70	7,1Б	I	21,0	22,1	666	25,6	2,2	45	19	4	266	495	711	4	266	495	7,11	3,8	158	24,5	86,2	—	352	
70	2,9Б	I	24,0	25,7	198	10,3	28	36	3	23	112	45,2	665	3	112	45,2	1,6	—	111	24,0	119,3	—	231	
80	7,6Б	I	23,5	25,1	572	28,3	34	37	16	3	325	489	707	3	325	489	4,1	5,9	94	22,0	108,2	—	433	
80	2,4Б	I	25,6	18,3	138	8,7	36	29	2	23	99	450	664	3	99	450	1,2	—	60	21,0	140,3	—	239	
90	8,1Б	I	25,4	27,2	523	30,4	43	29	15	3	377	485	705	2	377	485	4,2	5,2	46	18,1	126,3	—	503	
90	1,9Б	I	26,5	30,0	105	7,4	43	23	1	23	88	449	663	1	88	449	1,0	—	33	17,0	157,3	—	245	
100	8,5Б	I	27,5	29,0	485	32,0	49	24	14	3	425	483	703	3	425	483	4,3	4,8	38	15,0	141,3	—	566	
100	1,5Б	I	27,4	31,4	81	6,3	48	18	1	23	77	448	663	3	77	448	0,8	—	24	12,0	169,3	—	246	

Возраст	Состав	Диаметр, м	Высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов, шт.	Сумма площадей сечений на м <sup>2</sup> /га	Запас на 1 га				Вилковое число, 0,001	Коэффициент форм, 0,001	Средний прирост, м <sup>3</sup> /га	Текущее изменение запаса, м <sup>3</sup> /га	Отпад			Общая продукция, м <sup>3</sup> /га
							крупной, %	средней, %	мелкой, %	дров, %					общин, м <sup>3</sup> /га	число стволов, шт.	запас, м <sup>3</sup> /га	

## Черничная серия типов леса

10	10E	4,5	1,0	3,5	8000	8,0	—	—	—	21	—	2,1	—	—	—	—	—	—	2,2	2,2	23
	10E	1,0	8,5	1,3	11000	0,9	—	—	—	2	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
20	10E	3,3	3,3	2,8	6500	3,9	—	67	—	53	690	2,65	3,2	3308	4,4	6,6	60	6,6	6,6	60	
	10E	11,8	8,0	8,0	2720	13,6	—	—	—	10	894	0,5	0,8	4500	0,9	0,9	11	0,9	0,9	11	
30	10E	6,2	5,6	5,6	3200	8,0	—	6	—	78	680	2,6	2,5	1972	7,8	14,4	92	14,4	14,4	92	
	10E	9,3	9,3	8,8	2049	12,5	—	—	—	31	792	1,0	2,1	3300	5,9	6,8	38	6,8	6,8	38	
40	4,1E	14,7	10,6	10,6	1511	13,3	—	—	—	65	754	1,6	3,4	1141	8,1	14,9	80	14,9	14,9	80	
	5,9E	12,4	12,4	12,0	1487	16,8	—	—	—	93	674	2,3	1,5	1209	15,1	29,5	123	29,5	29,5	123	
50	5,3E	17,2	14,0	14,0	766	12,1	—	—	—	110	735	2,2	4,5	562	11,2	26,1	136	26,1	26,1	136	
	4,7E	15,3	15,5	17,7	1090	20,6	—	—	—	97	671	1,9	0,4	845	23,0	52,5	150	52,5	52,5	150	
60	6,3E	19,3	17,7	17,7	435	10,7	—	—	—	164	724	2,7	5,4	397	19,9	46,0	210	46,0	46,0	210	
	3,7E	18,0	19,0	19,0	838	23,8	—	—	—	95	668	1,6	-0,2	331	21,4	73,9	169	73,9	73,9	169	
70	7,1E	21,1	21,3	21,3	261	9,3	—	—	—	216	504	3,1	5,2	252	25,2	71,2	287	71,2	71,2	287	
	2,9E	20,4	22,0	22,0	695	26,4	—	—	—	90	457	1,3	-0,5	174	20,1	94,0	181	94,0	94,0	181	
80	2,4E	22,6	24,1	24,1	178	8,1	—	—	—	267	496	3,3	5,1	143	24,7	95,9	363	95,9	95,9	363	
	8,1E	22,6	24,3	24,3	616	28,6	—	—	—	83	454	1,0	-0,7	88	14,9	108,9	192	108,9	108,9	192	
90	1,9E	23,9	26,2	26,2	135	7,3	—	—	—	317	709	3,5	5,0	79	19,7	115,6	433	115,6	115,6	433	
	8,5E	24,4	26,1	26,1	566	30,3	—	—	—	79	452	0,9	-0,4	43	10,3	119,2	198	119,2	119,2	198	
100	1,5E	25,1	27,9	27,9	98	6,0	—	—	—	361	488	3,6	4,4	50	17,1	132,7	494	132,7	132,7	494	
							—	—	—	68	451	0,7	-1,1	37	10,3	129,5	198	129,5	129,5	198	

Сумма площадей сечений исследовалась на основе пробных площадей, заложенных в Белоруссии и в Ленинградской области, общее количество которых составило 128 шт.

В пределах каждой серии типов леса была установлена зависимость между общей суммой площадей сечений полных насаждений ( $\Sigma G$ ) и их возрастом ( $A$ ).

Кисличная серия типов леса

$$\Sigma G = 41,02 \left( 1 - e^{-0,03914 \cdot A} \right)^{1,0490} \quad (10)$$

Зеленомошно-кисличная серия типов леса

$$\Sigma G = 39,66 \left( 1 - e^{-0,03498 \cdot A} \right)^{1,1047} \quad (11)$$

Изучение изменения сумм площадей сечений отдельно по породам производилось на основе доли участия их в составе смешанного насаждения, которая находилась по данным белорусских пробных площадей.

Запас породы определялся по формуле:  $V = G \cdot H_f$ .

Число стволов, средний и текущий (текущее изменение запаса) прирост, общая производительность определялись обычными методами таксации.

Результаты исследования представлены в таблице хода роста смешанных елово-березовых насаждений, развивающихся по линии смены пород. Данные таблицы отображают ход роста смешанных елово-березовых насаждений БССР.

## ВЫВОДЫ

1. Рост ели в высоту и в диаметре сильно задерживается в молодом возрасте, при дальнейшем развитии разница между чистыми и смешанными насаждениями уменьшается; в возрасте 80—100 лет средний диаметр и средняя высота достигают размеров их в чистых насаждениях.

2. Ход роста березы по высоте и диаметру исследуемых объектов аналогичен ходу роста в чистых насаждениях.

3. Сумма площадей сечений березы увеличивается до 30 лет, после чего уменьшается.

4. В возрасте 40—50 лет площади сечения елового и березового древостоя равны между собой.

5. Доля участия ели, по сумме площадей сечений, с возрастом увеличивается и графически может быть выражена эсобразной кривой.

6. В стадии сложного насаждения при сопоставлении с таблицами хода роста, по Варгасу, оказалось, что запас смешанного елово-березового насаждения на 13—17% больше, чем в чистом еловом насаждении.

7. В 100-летнем возрасте запас смешанного насаждения практически равен запасу чистого елового насаждения (в сопоставлении с таблицами хода роста по Варгасу).

---

#### ЛИТЕРАТУРА

Дракин В. Н., Вуевский Д. И. Упрощенная схема вычислений параметров уравнения  $y = a(1 - e^{-k \cdot t})^m$ , характеризующего ход роста насаждений по высоте. Сб. трудов БЛТИ, вып. VI, Гомель, 1940.

Захаров В. К. Варьирование таксационных признаков древостоев. «Лесное хозяйство» № 2, 1950.

Захаров В. К. Таблицы объемов, сбегов и сортиментные для сосны, ели, дуба, ясеня, ольхи и осины, березы, граба, Минск, 1928.

Моисеенко Ф. П. Подеревная оценка леса на корню, Госиздат БССР, 1949

Науменко И. М. Текущий объемный прирост насаждений. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. IX, Воронежское областное книгоиздательство, 1946.

Огородов. Ход роста сомкнутых елово-лихтовых насаждений по типам леса на северо-востоке Европейской части СССР, «Лесное хозяйство» № 2, 1951.

Переход В. И. Типы леса и типы лесных хозяйств, «Лесное хозяйство» № 10, 1952.

Роговой П. П. Почвы БССР и их использование, изд. АН БССР, Минск, 1949.

Сукачев В. Н. Основные принципы лесной типологии. Труды Совещания по лесной типологии, изд. АН СССР, Москва, 1951.

Юркевич И. Д. Объединение типов леса БССР в серии. Записки Белорусского лесотехнического института, вып. V, Минск, 1940.

---