

Особенности изменчивости прироста стволовой древесины в сосново-березовых насаждениях

В.М. ЕФИМЕНКО

Введение

При обосновании экологических, экономических и лесохозяйственных проблем используются значения прироста по объему стволовой древесины. Наиболее полно результат внешних воздействий на развитие древостоя отражает текущий прирост по запасу и линейный по диаметру, а также производные от них показатели.

Например, для выявления оптимального соотношения пород в смешанных насаждениях необходимо опираться на характер их взаимодействия, отражающийся на величине объемного прироста. Получение его величины связано с рядом специфических расчетов, использующих обмеры как отдельного дерева, так и древостоя в целом. Погрешности в измерении исходных показателей неизбежно искажают конечный результат. Чтобы уменьшить это влияние, а заодно и упростить вычисления, исследователи прибегают к составлению математических моделей его изменения, в основу которых кладут выявленные параметры изменчивости этих признаков в зависимости от экологических свойств насаждений.

Для выявления прироста древесины в насаждениях используется цифровой материал, получаемый на основе обмеров модельных деревьев, отбираемых на объектах как с различной долей участия пород в составе, так и находящихся под различным экологическим влиянием.

Материалы и методы исследования

В сосново-березовых насаждениях текущий прирост стволовой древесины сосны и березы выявлялся по деревьям различного ценотического положения. Для этой цели модельные деревья отбирались в насаждении с учетом их рангового положения. Всего срублено и обмерено 70 деревьев.

Оценкой рангового положения в древостое отдельных деревьев, их различных групп и совокупностей служил ранговый коэффициент:

$$R_{itk} = M_{itk} / M_{tk},$$

где: R_{itk} – ранговый коэффициент i – дерева (или i -й группы деревьев) в момент t_k ,

M_{itk} – размеры (по высоте, диаметру, объему ствола и т. п.) i -го дерева (или i -й группы деревьев) в момент t_k .

M_{tk} – размеры среднего дерева популяции в момент t_k .

Ранговый коэффициент является относительной оценкой размеров дерева, то есть его рангового положения в популяции. Зная его величину и значение нормированного рангового распределения, можно определить положение или ранг дерева в составе популяции.

У срубленных деревьев учитывалась высота, диаметр по относительным долям высоты, отобраны образцы древесины, которые подвергнуты обмерам. Проведены вычисления по выявлению хода роста по диаметру, высоте и объему и их приросту по общепризнанным таксационным методикам. Кроме этого, учитывалось расстояние между деревьями и соотношение диаметров сосны и березы.

На основе анализа величины множественного коэффициента корреляции взаимообусловленных изменений объемного прироста сосны и березы были найдены аналитические зависимости объема прироста от рангового положения деревьев, его возраста и доли участия пород в составе.

Величина текущего прироста стволовой древесины сосны и березы вычислена по данным модельных деревьев, отобранных в смешанных сосново-березовых древостоях Двинской Экспериментальной базы Института леса НАН Б, таксационная характеристика которых приведена в таблице.

Таблица 1– Таксационные параметры опытных объектов

Порода	Средний возраст породы, лет	Число деревьев, шт/га	Ср. высота, м	Ср. диаметр, см	Запас ств. древесины, м ³	Доля участия породы в составе, %	Параметры распределения числа деревьев на пробной площади				
							стандартн. откл.	ассиметрия	ошибка асимметрии	эксцесс	ошибка эксцесса
С	60	317	24,6	23,6	169	61	6,02	0,29	0,17	-0,49	0,34
Б	55	261	19,4	24,8	110	39	8,01	0,32	0,19	-0,64	0,37
С	60	282	25,4	25,5	181	65	6,11	0,58	0,21	0,38	0,43
С	36	100	20,1	18,2	28	10	2,97	-0,55	0,91	0,87	2
Б	36	920	21,7	17,3	238	90	7,4	0,14	0,35	-0,92	0,69
С	39	803	18,5	14,2	114	49	3,19	0,34	0,33	-0,09	0,64
Б	36	455	21	18,4	121	51	6,07	-0,14	0,43	-1,05	0,83

Из таблицы 1 видно, что насаждения отвечают категории средневозрастных. Условия произрастания – В₂₋₃, тип леса – сосняк мшистый, класс бонитета – первый. Грунтовые условия – песчаные почвы сформированные на водно-ледниковых связных песках.

Результаты и обсуждение

Полученная информация для сосны в разрезе биогрупп и толщины деревьев приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Прирост сосновых деревьев в биогруппах смешанного с березой культурфитоценоза

Средние показатели групп деревьев		Средний прирост диаметра по годам, мм					
Диаметр, см	Расстояние между деревьями, м	1989-1990	1991-1992	1993-1994	1995-1996	1997-1998	Всего за 10 лет
в смешанных биогруппах							
9,0	1,9	8,2	3,4	3,0	3,0	2,2	19,8
13,5	1,5	11,4	6,6	6,0	4,8	3,6	32,4
18,4	2,7	19,0	11,4	9,6	8,8	7,6	56,4
в сосновых биогруппах							
8,9	2,2	10,2	5,2	4,4	4,4	3,0	27,2
15,4	2,4	13,4	8,0	8,0	7,2	5,0	41,6
19,8	3,6	18,8	13,2	13,2	10,6	7,4	63,2

Проведенные измерения позволили выявить диапазон расстояний между деревьями сосны и березы, при которых наблюдается наибольший прирост диаметра. Он находится в пределах от 1,5 до 3 и более м. Наблюдения за соотношением диаметров деревьев сосны и березы, находящихся по периферии одноименных соседних биогрупп, также подтверждают это (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение соотношения диаметров сосны и березы по градациям расстояний между деревьями

Градация отношений D_c/D_b	Число деревьев по градациям расстояний между деревьями								Средние значения	
	1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	Соотношения D_c/D_b	Расстояние между деревьями, м
1,1-1,6	1	3	5	5	6	4	3	1	1,4±0,64	2,8±0,15
0,9-1,1	4	4	8	4	2	2	1		1,0±0,02	2,3±0,18
0,2-0,8	7	16	16	11	3				0,5±0,63	1,8±0,09

Полученные данные измерения прироста в систематизированном виде представлены в таблице 4, 5, из которой видно, что с повышением ранга дерева, как сосны, так и березы, объемный прирост стволовой древесины увеличивается.

Таблица 4 – Величина объемного прироста сосны по данным модельных деревьев в сосново-березовых насаждениях различного состава и возраста

H, м	$D_{1,3m}$, см	Ранг дерева в насаждении	Объемный прирост (dm^3) сосновых деревьев в различном возрасте (лет)					
			10	20	30	40	50	60
Сосново-березовое насаждение: состав – 61С39Б;								
20,6	16	0,68	6	33	31	26	17	10
15,8	17,1	0,72	8	15	18	20	18	17
24,5	18,3	0,78	7	15	27	38	43	45
20,6	18,5	0,78	5	10	20	30	35	30
22,8	19,9	0,84	12	25	38	48	52	55
22	20	0,85	5	10	25	40	52	48
26,7	23	0,97	7	15	40	70	88	95
28,4	23,3	0,99	18	37	60	78	80	82
27,9	25	1,06	25	55	65	78	80	82
26,5	27,6	1,17	30,3	75	90	90	70	98
26,7	28,5	1,21	20	60	100	138	155	160
Сосново-березовое насаждение: состав – 95С5Б;								
24,1	19,4	0,76	7	15	28	38	45	50
23	21	0,83	10	25	35	40	38	30
20,3	21,5	0,85	10	23	48	60	58	35
25,3	22,8	0,90	10	23	48	60	58	35
27,9	25,3	1,00	10	25	55	85	110	125
25,8	27,3	1,07	20	45	65	80	90	100
28,5	28,3	1,11	21	50	64	99	170	160
25,1	28,6	1,13	14	45	70	85	92	115
24,7	30	1,18	12,5	30	50	70	130	200
Сосново-березовое насаждение: состав – 49С51Б;								
19,3	12,6	0,89	10	27	30	32		
18,5	14,4	0,99	22	38	42	45		
19,3	20	1,38	35	63	68	73		
21	19	1,31	27,5	70,7	70	80		
Сосново-березовое насаждение: состав – 10С90Б;								
19,6	12,4	0,87	6	25	32	34		
18,3	13,6	0,96	4	20	35	39		

Окончание таблицы 4.

17,5	14,9	1,05	5	20	37	42		
21	14,9	1,05	8	29	44	47		
17,3	14,9	1,05	7,8	25	38	42		
19,2	16	1,13	14	35	43	45		
19	17,6	1,24	15	40	50	55		
21	19,8	1,39	8	30	68	75		

Таблица 5 – Величина объемного прироста березы по данным модельных деревьев в сосново-березовых насаждениях различного состава и возраста

H, м	D _{1,3м} , см	Ранг дерева в насаждении	Объемный прирост (дм ³) сосновых деревьев в различном возрасте (лет)					
			10	20	30	40	50	60
Сосново-березовое насаждение: состав – 61С39Б;								
22	14,3	0,58	10	18	27	19	21	18
24,9	16,2	0,65		16	11	17	23	30
20,8	16,5	0,67		20	18	20	25	20
26,4	17	0,69	7,4	14	16	32	30	36
24,9	20	0,81		9,6	26	37	52	52
22,9	20,6	0,83	14	30	54	58	34	37
25	21	0,85		20	63	28	34	42
25,4	21,2	0,85		15	22	42	61	71
28,2	22,2	0,90		10,7	50	61	71	61
25,5	23,7	0,96		25	53	75	82	80
25,5	25	1,01		27,6	54	45	56	52
28,6	27	1,09		34	89	108	111	90
Сосново-березовое насаждение: состав – 95С5Б.								
24,5	19,7	0,78		56	55,6	51,4	47,6	40,2
23	20	0,79		60	46	46	48	46
25,7	20,4	0,80		61	75	75	68	72
25	22,2	0,87		65	43	67	67	83
23,7	25	0,98		68	67,8	81,9	72,2	89,4
23	25,5	1,00		54,6	49,9	78	74	96
26,5	26,9	1,06		64	108,7	114,4	127	90
25,5	27,2	1,07		70	93	102,1	102,4	78,8
23,5	29,6	1,17		65,4	93	85,8	105,9	114
Сосново-березовое насаждение: состав – 49С51Б;								
17,8	12,6	0,73	5	19,2	41,5	36,3		
20,5	13,2	0,76	5	18,7	45,3	40,6		
24,5	17,2	0,99	28	76,2	79,7	74,2		
23,8	18,6	1,08	5	53,7	101	95,3		
26	18,8	1,09	12	82	85	90		
25	20	1,16	18	65,9	94,5	110		
26,3	20,2	1,17	7	65,8	123	109		
27	29,9	1,73	42	140	198			
Сосново-березовое насаждение: состав – 10С90Б								
17,5	12,8	0,70	15	26	26,3	43,3		
18	14,3	0,78	6	18	38	45		
21	16	0,87	15	15	67	46,5		
19	16,3	0,89	6	30,8	69,9	59,9		
22	17	0,92	13	31	59,7	58		

Окончание таблицы 5.

23,5	18	0,98	12	99	99	70		
23	20	1,09	33	32,9	88,9	82,3		
25	23,8	1,29	31	78	139	137		
25	24,6	1,34	34	116	178	100		

У деревьев обеих пород с рангом 1 и более пределы изменения прироста находятся в близких пределах. Деревья же с рангом менее 0,7 образуют прирост на половину меньший, чем средние, а сосна при уменьшении доли в составе снижает его даже в 7-9 раз.

При большой доле участия березы (более 60% и до 90%) в насаждении проявляется ее угнетающая роль на прирост сосны, что заметно после 15-20 лет совместного произрастания. В итоге накопление стволовой древесины сосной снижается в среднем на 20–40 % в зависимости от доли участия ее в составе насаждения.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при среднем расстоянии между деревьями от 2,2 до 2,8 и более соотношения диаметров лежат в области 0,9 и более. При соотношениях менее таких значений наблюдается превышение диаметра березы в среднем на 50%. Это означает, что при расстояниях между деревьями в среднем от 2,0 м и более происходит независимый рост сосны от березы по диаметру ствола. Отмеченные особенности взаимного влияния и накопления диаметра выявлены на примере сосново-березовых древостоев естественного происхождения. В культурфитоценозах повышенной густоты результат взаимодействия пород отражается не только на размерах ствола, но и создает предпосылки для отмирания особей сосны. Наиболее рельефно это заметно в культурфитоценозах с кулисным смешением пород.

Так, из пятирядной кулисы сосны при расстоянии между рядами от 1,3 до 1,5 м уже к 30 годам полностью выпадают два ряда, примыкающие к березовым, а оставшиеся сильно изреживаются. К 60-летнему возрасту из кулисы сосны остаются только центральные ряды (при расстоянии от них до рядов березы от 2,5 до 3,0 м) и идет дальнейший распад сосновых биогрупп. Несколько лучшая картина наблюдается при восьмирядных кулисах и аналогичных расстояниях между рядами. В 10-20-рядных кулисах сосны под влиянием березы находятся по два-три ряда с обеих ее сторон. Центральные же 8-14 рядов не испытывают угнетающего влияния березы. Береза в культурфитоценозах может располагаться не только в виде рядовой посадки. Ее семена, попадая в взрыхленную землю между рядами и борозд, образованных при посадке сосны, хорошо приживаются и в дальнейшем образуют компонент ценоза, составляющий росту сосны ощутимую конкуренцию.

Снижение темпов накопления диаметра сосной происходит неравномерно по возрастным периодам. Наиболее активно начало конкурирующего влияния березы сказывается на стадии смыкания полога, примерно в 13-15 лет.

Корреляционная связь прироста диаметра с размером ствола находится в пределах $R = 0,7-0,82$. На ее изменение значительное влияние оказывает изменчивость прироста. В смешанных с березой биогруппах наблюдается уменьшение амплитуды изменений замеренного прироста, что приводит к увеличению тесноты связи в зависимости его от диаметра. В чистых же по составу биогруппах прирост диаметра изменяется в больших пределах по грациям толщины деревьев, что влечет за собой снижение уровня коррелированности этих показателей. Это косвенно свидетельствует о более низком уровне конкурентных взаимоотношений между деревьями сосны, чем в смешанных биогруппах.

Аналитическая интерпретация прироста радиуса древесного ствола сосны (z) в возрасте 15-20 лет и диаметре березы (x) в пределах до 10-12 см в виде зависимости:

$$Z=1,808+0,902*x+4,346*y-0,026*x*x-0,27*x*y-0,127*y*y$$

показала, что при расстоянии (y) между деревьями 1-3 м наблюдается изменение прироста в пределах от 4 до 10 мм/5 лет.

У деревьев с большими диаметрами (и имеющими больший возраст - до 30 лет) он ни-

велируется до пределов 5-7 мм/5 лет.

Полученная величина множественного коэффициента корреляции взаимообусловленных изменений объемного прироста сосны и березы, ранга и возраста деревьев при различной доле участия пород в составе (от 10 до 90%) показала, что изменения ранга сосновых деревьев (y), объемного прироста в дм^3 (z) и возраста сосны (x) довольно тесно взаимосвязаны ($R = 0,68-0,70$) и отражаются аналитической зависимостью:

$$Z = 86,833 - 2,539 * x - 164,83 * y - 0,008 * x * x + 4,723 * x * y + 67,681 * y * y$$

Возрастные особенности деревьев слабее обуславливают изменчивость прироста деревьев ($R = 0,27-0,38$ при уровне значимости 0,05). Возможно, это связано с накопленной ошибкой многоступенчатых вычислений показателя объемного прироста. Аналитическая зависимость выражается в виде:

$$Z = -1,989 - 0,301 * x + 1,989 * y + 0,0001 * x * x + 0,012 * x * y - 0,0211 * y * y,$$

где z – объемный прирост сосновых деревьев, дм^3 ;

X – доля сосны в составе, %;

Y – возраст сосны, лет.

Заключение

Полученные данные показывают, что при густоте сосновых культур обеспечивающей расстояние между деревьями в пределах от 1 до 2 м наблюдается значительная дифференциация прироста (от 2 до 15 мм/5 лет).

Уменьшение густоты роста, способствующее увеличению расстояния между деревьями до 3-4 м, равно как и увеличение диаметра стволов (связанное с увеличением их возраста) нивелирует размер накопления древесины до величины 4-6 мм/5 лет.

Наиболее интенсивное влияние на прирост радиуса ствола (снижение на 45-50%) оказывают деревья березы с диаметром от 15 до 20 см при расстоянии от стволов сосны от 2,5 и менее метров. Деревья березы, по размеру меньшие на половину, снижают накопление диаметра сосной в такой же степени уже на расстоянии от 1,5 и менее метров.

Для расчетов объемного прироста наиболее употребителен такой показатель, как отношение прироста по объему к приросту по диаметру. Его изменение оказалось тесно связанным с диаметром ствола на высоте 1,3 м и его возрастом ($R^2 = 0,79-0,86$) для насаждений с различной степенью участия сосны и березы и уровня производительности.

Повышение ранга дерева (от 1,3 до 1,5) как сосны, так и березы в возрасте от 20 до 50 лет увеличивает объемный прирост стволовой древесины до уровня 200 дм^3 .

Увеличение доли березы в составе в насаждении (от 60% до 90%) усиливает ее угнетающее влияние на прирост сосны, что заметно после 15-20 лет совместного произрастания.

Деревья сосны и березы высоких рангов ($> 1,2$) в возрасте от 30 до 50 лет имеют близкие пределы изменения объемного прироста (от 80 до 120 дм^3), что позволяет использовать его в качестве диагностирующего показателя уровня продуктивных возможностей почвенного потенциала.

Резюме. В статье описан прирост древесины в сосново-березовых насаждениях.

Abstract. The paper describes the accretion of trunk wood in coniferous - birch stands.