

UDC 630*181 (470.343)

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.37

СЛОЖЕНИЕ И ДИНАМИКА ПОРОДНОГО СОСТАВА ЛЕСОВ В БОРАХ МАРИЙСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Ю. П. Демаков, С. А. Денисов

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Республика Марий Эл, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: DemakovYP@volgatech.net

Приведены результаты исследований, характеризующие современный породный состав лесов и его возрастные изменения в различных гигротопах боров Марийского Заволжья. Показано, что породная структура лесов в каждом гигротопе специфична, хотя почти во всех из них преобладают сосняки, доля которых наиболее велика в сухих и свежих борах. Наиболее напряжённая борьба за жизненное пространство в лесу происходит между различными породами деревьев во влажных и сырых борах, где довольно широко распространены древостои с преобладанием в их составе берёзы, а также с участием осины и ели. Анализ динамики породного состава лесов, проведённый по материалам массовой таксации насаждений, полностью подтвердил выводы других исследователей, основанные на натурной оценке породной структуры древостоев, существенно дополнив их математическими моделями процесса и значительным расширением возрастных границ развития биогеоценозов.

Ключевые слова: Марийское Заволжье; леса; боры; породный состав; динамика; математические модели.

Введение. Задача познания закономерностей сложения и динамики породной структуры лесов, необходимая для разработки практических мероприятий по повышению их ресурсного потенциала и его рационального использования, является одной из важнейших в лесоведении [1–3]. Она, к тому же, неразрывно связана с решением другого не менее важного вопроса – сохранения биологического разнообразия. Этой задаче посвящено достаточно большое число публикаций [4–10], однако её нельзя считать полностью решённой, так как она имеет множество аспектов в зависимости от поставленной цели, специфики ведения лесного хозяйства и почвенно-экологических условий, обуславливающих особенности сложения в разных её регионах породного состава лесов и его динамики. Это положение в

полной мере относится к борам Республики Марий Эл, занимающих на её территории 34,7 % площади лесного фонда.

Цель работы – познание закономерностей сложения и развития породного состава древостоев в борах Марийского Заволжья и отображение их в форме математических моделей, необходимых для разработки рекомендаций по повышению эколого-ресурсного потенциала лесов.

Объект и методика исследования. Материалом для анализа служила электронная выделительная база данных, содержащая таксационную характеристику древостоев (более 78 тыс. выделов общей площадью 385184 га), произрастающих в борах Марийского Заволжья, которое входит в состав Ветлужско-Унжинской провинции лесной зоны Русской равнины [11]. Климат умеренно-континентальный,

© Демаков Ю. П., Денисов С. А., 2017.

Для цитирования: Демаков Ю. П., Денисов С. А. Сложение и динамика породного состава лесов в борах Марийского Заволжья // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 3 (35). С. 37–48. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.37

средняя годовая температура воздуха равна +3,3 °С, зимой иногда она может опускаться до -47 °С, а летом подниматься до +38 °С. Сумма температур выше +10 °С составляет 1900–2200°, а средняя продолжительность периода с температурой воздуха выше 0 °С – 208 дней [12]. За год в среднем выпадает 475–550 мм осадков, из которых 335–385 мм приходится на апрель-октябрь. Гидротермический коэффициент изменяется по годам от 0,3 до 2,7, составляя в среднем 1,1–1,2.

При решении задачи использовали хорошо отработанную нами информационную технологию, основанную на системном анализе данных массовой таксации насаждений [13, 14]. Обработку материала проводили стандартными методами, используя прикладные программы математической статистики. В своих исследованиях мы опирались на концепцию С.М. Разумовского [15], рассматривавшего всю совокупность лесов на конкретной территории как единую динамическую систему, стремящуюся в процессе своего развития к равновесному состоянию, определяемому возможностями среды.

Результаты. Анализ исходного материала показал, что в борах Марийского Заволжья, наибольшую долю (42,1 % площади) среди которых занимают свежие боры, произрастает в общей сложности восемь древесных пород, однако в состав конкретных древостоев одновременно входит не более четырёх-пяти из них (табл. 1). В сухих борах чаще всего встречаются чистые древостой сосны, а в остальных гигротопах – двухпородные, что существенным образом отличается от лесов в других лесорастительных условиях Республики Марий Эл [13, 14], где преобладают древостой с участием в их составе трёх и четырёх древесных пород. Породный состав лесов в каждом гигротопе сугубо специфичен, хотя почти во всех из них преобладают сосняки, доля которых наиболее велика в сухих и свежих борах (табл. 2). Наиболее напряжённая борьба за жизненное пространство в лесу происходит между различными породами деревьев во влажных и сырых борах, где довольно широко распространены древостой с преобладанием в их составе берёзы, а также с участием осины и ели.

Таблица 1

Распределение площади древостоев в борах по количеству слагающих их пород деревьев

ТЛУ	Площадь		Доля площади древостоев с числом в них древесных пород, %					Среднее число пород
	га	%	1	2	3	4	5	
A ₁	54163,0	14,0	67,6	30,7	1,7	0,0	0,0	1,3
A ₂	162034,8	42,1	29,0	59,4	10,2	1,3	0,1	1,8
A ₃	96280,9	25,0	5,2	59,1	28,9	6,5	0,3	2,4
A ₄	37741,7	9,8	14,9	61,6	19,4	4,0	0,0	2,1
A ₅	34963,2	9,1	44,4	52,9	2,6	0,1	0,0	1,6
В целом*	385183,6	100,0	28,5	54,9	13,9	2,6	0,1	1,9

Таблица 2

Закономерности распространения древостоев различного породного состава в борах Заволжья

Порода деревьев	Значения показателей, характеризующих распространение пород в различных ТЛУ					
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	В целом
Площадь лесов с преобладанием в их составе различных пород деревьев, %						
Сосна	99,3	93,4	65,1	59,4	87,4	83,3
Береза	0,7	6,3	34,2	40,4	12,6	16,4
Площадь лесов с участием в их составе различных пород деревьев, %						
Сосна	99,5	98,5	85,6	89,0	97,1	94,3
Береза	32,6	70,7	96,0	89,0	57,5	72,3
Осина	1,6	8,1	33,7	22,7	2,2	14,5
Ель	0,4	5,9	13,6	4,0	0,3	6,4
Прочие	0,0	0,1	3,4	4,4	0,5	1,4

Наглядное представление об особенностях освоения каждым видом своей экологической ниши и степени напряжённости межвидовой конкуренции в ценозах даёт характер распределения насаждений по доле участия в них разных пород деревьев. Анализ исходного материала показал, что в борах Марийского Заволжья доля участия всех пород деревьев в сложении структуры лесов изменяется в очень больших пределах (табл. 3). Чистыми по составу являются только сосняки, доля которых особенно велика в сухих и заболоченных борах, где напряжённость конкурентных отношений между породами из-за жёстких условий среды минимальна. Наиболее

напряжённая борьба за жизненное пространство в лесу, как уже отмечалось выше, происходит во влажных и сырых борах, где практически с равной вероятностью встречаются древостои с различной долей участия в их составе сосны. Довольно много здесь древостоев с большим участием берёзы. В сухих же борах доля берёзы в древостоях чаще всего составляет 1 единицу, в свежих и заболоченных – 2. Присутствие в древостоях осины и ели чаще всего ограничивается одной единицей состава. По мере увеличения доли участия этих пород величина встречаемости древостоев резко убывает, что связано с неблагоприятными для них лесорастительными условиями.

Таблица 3

Закономерности распределения площади лесов в борах Заволжья по доле участия в их составе различных пород деревьев

ТЛУ*	Площадь древостоев с различной долей участия породы, %**									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосна										
A ₁	0,1	0,1	0,2	0,2	1,8	1,8	5,3	10,7	12,4	67,4
A ₂	1,1	1,9	1,4	2,1	6,6	6,9	13,6	18,2	16	32,2
A ₃	7,9	9,8	6,6	5,2	12,4	11,9	18,6	14,3	9,2	4,1
A ₄	9,4	14,5	8	4,4	12,8	9	11	11,6	7,3	12
A ₅	2	4,2	3	1,3	8,8	8,1	7,8	14,5	6,4	43,9
Берёза										
A ₁	39,2	33,7	14,8	5,5	4,3	0,5	0,5	0,2	0,1	1,2
A ₂	26	29,6	20	9,5	7,8	2	2,2	2	0,6	0,3
A ₃	9,4	15,6	19,8	12,1	11,9	9,1	11	7,5	1,9	1,7
A ₄	7,4	12,8	12,5	10,7	13,7	10,2	14	10,8	3,2	4,7
A ₅	10,9	24,6	13,9	14,4	14,8	2,8	6	6,8	2,6	3,2
Осина										
A ₂	57,7	29,1	8,7	1,5	1,7	0,3	0,5	0,2	0,1	0,2
A ₃	39,7	39,6	14,7	3,5	1,4	0,5	0,3	0,2	0	0,1
A ₄	45,3	40,3	11,6	2,4	0,3	0,1	0	0	0	0
A ₅	44,9	35,2	12,1	7,5	0,3	0	0	0	0	0
Ель										
A ₂	65,2	24,2	8,2	1,9	0,3	0	0,1	0	0	0,1
A ₃	69,8	22,8	5	1,7	0,6	0	0	0,1	0	0
A ₄	63	30,5	5,4	1,1	0	0	0	0	0	0
A ₅	45,4	42,6	12	0	0	0	0	0	0	0

* ТЛУ – тип лесорастительных условий; ** значения показателей выражены в долях от площади лесов, в составе которых участвует порода.

Расчёты показали, что характер распределения встречаемости древостоев с различной долей участия в их составе сосны в борах Марийского Заволжья с высокой достоверностью ($p < 0,01$) описывают следующие уравнения регрессии:

- в сухих борах

$$Y = 2,52 \times 10^{-7} \times X^{8,59} + 0,4; \quad R^2 = 0,986;$$

- в свежих борах

$$Y = 4,32 \times 10^{-3} \times X^{2,82} + 1,0; \quad R^2 = 0,940;$$

- во влажных борах

$$Y = 8,53 \times X + 14,3; \quad R^2 = 0,974;$$

- в сырых борах

$$Y = 8,84 \times X + 10,8; \quad R^2 = 0,996;$$

- в заболоченных борах

$$Y = 25,2 \times 10^{-2} \times X^{2,54} + 2,9; \quad R^2 = 0,963;$$

где Y – интегральная частота встречаемости древостоев относительно их общей площади в гигротопе (%); X – доля участия породы в их составе.

Распределение встречаемости древостоев с различной долей участия в их составе берёзы описывают уравнения регрессии иного вида:

- в сухих борах

$$Y = 32,6 \times [1 - \exp(-51,81 \times 10^{-2} \times X^{1,257})] + 67,4; \quad R^2 = 0,998;$$

- в свежих борах

$$Y = 67,3 \times [1 - \exp(-32,05 \times 10^{-2} \times X^{1,329})] + 32,7; \quad R^2 = 0,999;$$

- во влажных борах

$$Y = 95,9 \times [1 - \exp(-9,29 \times 10^{-2} \times X^{1,613})] + 4,1; \quad R^2 = 0,996;$$

- в сырых борах

$$Y = 89,1 \times [1 - \exp(-5,03 \times 10^{-2} \times X^{1,800})] + 10,9; \quad R^2 = 0,992;$$

- в заболоченных борах

$$Y = 57,5 \times [1 - \exp(-14,90 \times 10^{-2} \times X^{1,399})] + 42,5; \quad R^2 = 0,996.$$

Анализ параметров этих уравнений, а также сопоставление их графического отображения показал, что характер распределения встречаемости древостоев с различной долей участия в их составе сосны практически одинаков как в свежих и заболоченных борах, так во влажных и сырых, которые сходны между собой также по характеру распределения встречаемости древостоев с различной долей участия берёзы (рис. 1). Сходство характера распределения встречаемости древостоев с различной долей участия в их составе этих пород деревьев является, на наш взгляд, свидетельством сходства условий для их существования и развития в данных лесорастительных условиях.

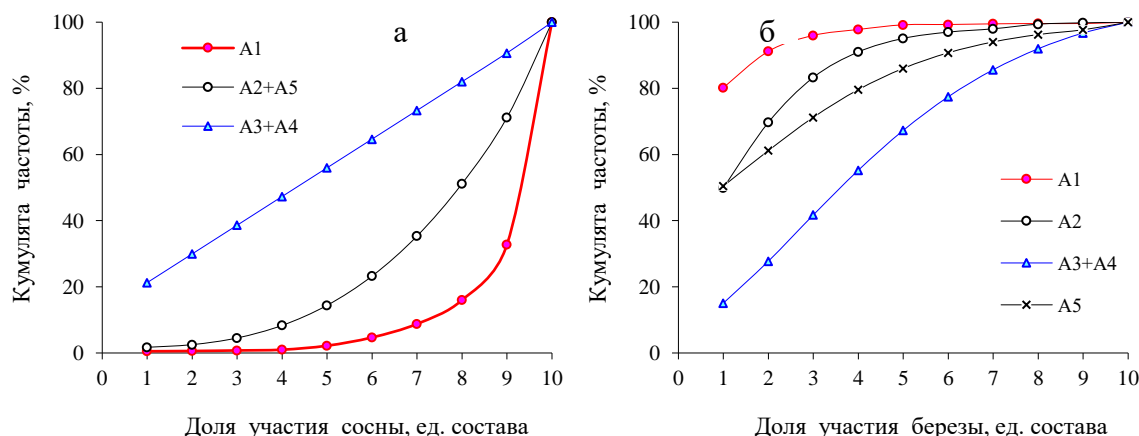


Рис. 1. Характер распределения встречаемости древостоев с различной долей участия в их составе сосны (а) и берёзы (б) в борах Марийского Заволжья

Распределение встречаемости древостоев с различной долей участия в их составе осины, биоценотическая роль которой в борах Марийского Заволжья незначительна, описывают следующие уравнения регрессии:

- в свежих борах

$$Y = 7,5 \times [1 - \exp(-92,2 \times 10^{-2} \times X)] + 92,5;$$

$$R^2 = 0,997;$$

- во влажных борах

$$Y = 33,6 \times [1 - \exp(-70,2 \times 10^{-2} \times X)] + 66,4;$$

$$R^2 = 0,983;$$

- в сырых борах

$$Y = 22,4 \times [1 - \exp(-80,7 \times 10^{-2} \times X)] + 77,6;$$

$$R^2 = 0,981;$$

- в заболоченных борах

$$Y = 2,2 \times [1 - \exp(-74,3 \times 10^{-2} \times X)] + 97,8;$$

$$R^2 = 0,988.$$

Этим же типом уравнений описывается распределение встречаемости древостоев с различной долей участия в их составе ели:

- в свежих борах

$$Y = 6,2 \times [1 - \exp(-1,09 \times X)] + 93,8;$$

$$R^2 = 0,998;$$

- во влажных борах

$$Y = 13,5 \times [1 - \exp(-1,22 \times X)] + 86,5;$$

$$R^2 = 0,999;$$

- в сырых борах

$$Y = 3,9 \times [1 - \exp(-1,11 \times X)] + 96,1;$$

$$R^2 = 0,995.$$

Исследования показали, что под влиянием лесохозяйственной деятельности (создание лесных культур и проведение рубок ухода), а также естественных биоценологических процессов и колебаний климата породная структура лесов существенно изменяется по мере увеличения их возраста. Доля участия сосны во всех гигротопах неуклонно увеличивается, а лиственных, которые часто доминируют в сырых и свежих борах на начальных этапах развития древостоев, соответственно снижается (рис. 2, табл. 4).

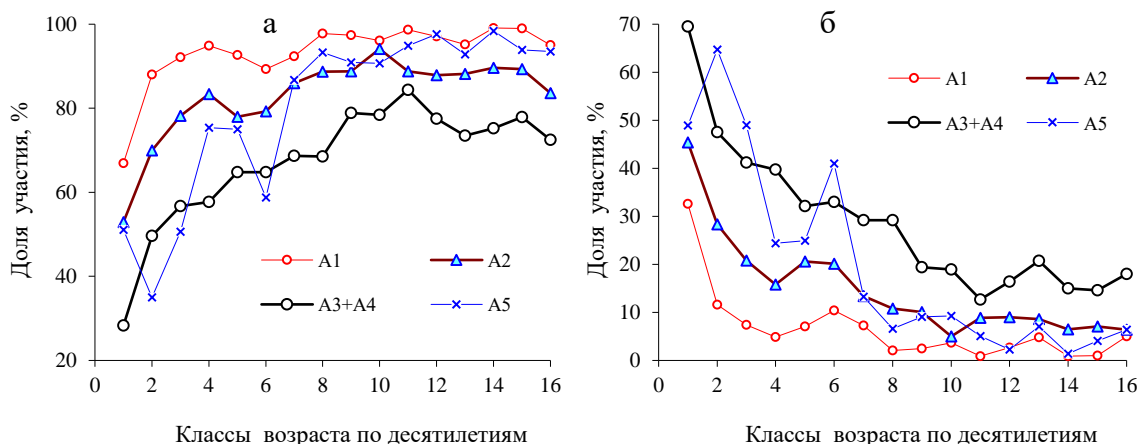


Рис. 2. Возрастные изменения в древостоях доли участия сосны (а) и лиственных пород (б)

Таблица 4

Закономерности динамики характера распределения площади лесов в борах Марийского Заволжья по доле участия в их составе сосны

Возраст	Число выделов	Площадь древостоев с различной долей участия сосны, %				
		≤2 ед.	3-4 ед.	5-6 ед.	7-8 ед.	9-10 ед.
Сухие бора, ТЛУ А ₁						
до 10 лет	252	15,3	2,6	3,2	12,0	66,8
11-20 лет	694	2,2	3,3	4,4	16,8	73,3
21-40 лет	4321	0,5	0,3	3,2	13,3	82,7
41-60 лет	3116	0,1	0,3	4,4	17,8	77,4
61-80 лет	1172	0,5	0,1	4,0	22,2	73,4
81-100 лет	257	0,0	0,0	0,4	16,0	83,7
101-120 лет	150	0,0	0,2	0,0	8,7	91,1
более 120 лет	147	0,0	0,0	0,0	6,2	93,8

Окончание таблицы 4

Возраст	Число выделов	Площадь древостоев с различной долей участия сосны, %				
		≤2 ед.	3-4 ед.	5-6 ед.	7-8 ед.	9-10 ед.
Свежие боры, ТЛУ А ₂						
до 10 лет	1220	27,1	14,1	25,0	13,4	20,4
11-20 лет	2040	10,9	10,8	24,8	26,6	27,0
21-40 лет	9379	5,9	5,2	15,8	29,6	43,6
41-60 лет	9940	4,2	3,8	17,2	34,6	40,2
61-80 лет	7487	3,5	1,8	9,7	38,3	46,6
81-100 лет	2730	0,8	1,6	9,6	29,6	58,4
101-120 лет	1248	0,0	0,8	5,8	32,9	60,5
более 120 лет	639	0,0	1,8	12,2	21,0	65,0
Влажные боры, ТЛУ А ₃						
до 10 лет	798	57,1	13,3	17,9	8,6	3,2
11-20 лет	935	40,5	16,5	29,9	8,7	4,4
21-40 лет	4371	58,4	11,5	15,8	11,0	3,3
41-60 лет	5233	21,8	10,7	24,8	32,5	10,3
61-80 лет	5091	14,2	7,4	20,7	39,8	17,8
81-100 лет	1404	4,1	9,3	23,6	42,5	20,6
101-120 лет	396	0,6	12,9	19,6	36,2	30,7
более 120 лет	145	1,1	13,3	22,8	42,7	20,1
Сырые боры, ТЛУ А ₄						
до 10 лет	335	44,8	25,5	21,7	6,2	1,8
11-20 лет	667	45,3	16,0	24,0	12,6	2,1
21-40 лет	4072	44,9	13,9	22,7	14,3	4,2
41-60 лет	2338	24,3	10,8	17,0	25,4	22,5
61-80 лет	1434	15,3	4,0	14,0	31,4	35,3
81-100 лет	460	5,2	3,0	14,3	23,9	53,6
101-120 лет	285	1,8	5,4	11,2	19,0	62,6
более 120 лет	146	0,0	4,7	20,4	40,8	34,1
Заболоченные боры, ТЛУ А ₅						
до 10 лет	139	14,6	9,1	36,1	33,9	6,3
11-20 лет	552	32,7	12,3	19,0	31,1	4,9
21-40 лет	2013	14,5	8,1	31,4	27,6	18,4
41-60 лет	1107	13,7	4,9	14,2	25,5	41,7
61-80 лет	618	2,1	0,5	7,5	22,0	67,8
81-100 лет	501	1,0	0,2	3,8	16,1	78,9
101-120 лет	560	0,0	0,2	5,1	11,3	83,4
более 120 лет	392	0,0	0,0	2,0	7,1	90,9

Возрастные изменения доли участия сосны в составе древостоев с высокой достоверностью ($p < 0,01$) описывают следующие уравнения регрессии:

- в сухих борах

$$Y = 100 \times [1 - \exp(-1,271 \times X^{0,464})];$$

$$R^2 = 0,827;$$

- в свежих борах

$$Y = 100 \times [1 - \exp(-0,890 \times X^{0,376})];$$

$$R^2 = 0,838;$$

- во влажных и сырых борах

$$Y = 100 \times [1 - \exp(-0,456 \times X^{0,472})];$$

$$R^2 = 0,876;$$

- в заболоченных борах

$$Y = 100 \times [1 - \exp(-0,297 \times X^{0,755})];$$

$$R^2 = 0,799;$$

в которых Y – доля участия сосны в составе древостоев, %; X – класс возраста древостоев по десятилетиям ($X = 1, 2 \dots 16$).

Возрастные изменения доли участия лиственных пород деревьев в составе лесов описывают уравнения регрессии иного вида:

- в сухих борах

$$Y = 100 \times \exp(-1,270 \times X^{0,893}) + 3,87;$$

$$R^2 = 0,890;$$

- в свежих борах
 $100 \times \exp(-0,954 \times X^{0,506}) + 4,72;$
 $R^2 = 0,936;$
- во влажных и сырых борах
 $100 \times \exp(-0,559 \times X^{0,589}) + 9,22;$
 $R^2 = 0,950;$
- в заболоченных борах
 $100 \times \exp(-0,398 \times X^{0,758});$
 $R^2 = 0,863.$

На фоне общего тренда изменения породного состава лесов происходят довольно чётко выраженные волновые изменения долевого участия пород (рис. 3), которые являются, на наш взгляд, отражением колебаний климата, воздействующих на процессы лесовозобновления и отпада деревьев в насаждениях, а также на частоту возникновения и интенсивность пожаров. Особенно неустойчив состав лесов, как видно из представленных данных, в сухих и заболоченных борах, где в результате жёстких условий среды биогеоценозы очень чувствительны к колебаниям климата.

Формирование породной структуры древостоев зависит от многих экологических и антропогенных факторов, оказывающих влияние на успешность процессов их возобновления и изреживания.

Так, М.Е. Ткаченко [16] установил, что одновозрастные чистые и смешанные сосново-лиственные древостои в лесах Севера приурочены в основном к местам пожаров, которые чаще всего возникают здесь в засушливые периоды цикла Брикнера. Естественное возобновление леса в борах Марийского Заволжья происходит во многих случаях вполне успешно без смены сосны на лиственные, хотя на начальных этапах развития древостоев их доля в составе бывает иногда весьма значительной [17–19]. На участках леса в свежих борах, где участие сосны достигает 5 единиц и более, необходимость в проведении лесоводственных уходов вообще отсутствует, поскольку преобладание её в этих условиях с высокой вероятностью со временем будет гарантировано. На гарях и вырубках в заболоченных борах древостой после 35 лет становится практически чисто сосновым, хотя на ряде мезоолиготрофных болот, пройденных торфяными пожарами, сохраняется ещё большое количество деревьев берёзы пушистой [20]. Сосна в борах Марийского Заволжья является, таким образом, сукцессионно устойчивой породой.

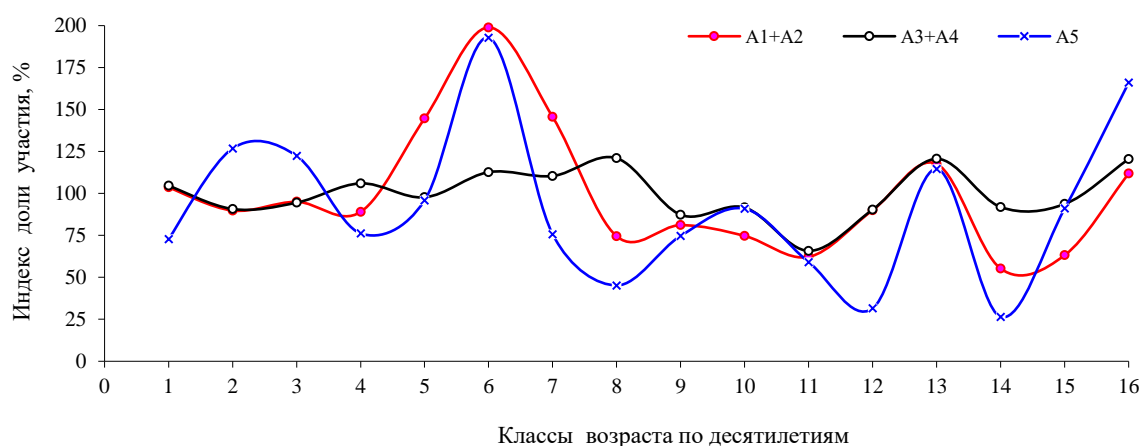


Рис. 3. Волновая компонента возрастных изменений индекса доли участия в древостоях лиственных пород

Снижение доли участия берёзы в составе древостоев с увеличением их возраста происходит в сухих и свежих борах Марийского Заволжья не только в биогеоценозах естественного происхождения, но и, как показали исследования [21], в смешанных сосново-берёзовых культурах, где к 30-летнему возрасту сохраняется 60,4 % саженцев сосны и 39,6 % саженцев берёзы, хотя приживаемость их на опытных объектах составляла в первый год соответственно 85,7 и 89,6 %. Высота деревьев сосны составляла в среднем 9,6 м, а берёзы только 6,9 м, что связано с недостатком для них элементов почвенного питания, особенно калия и фосфора. К сходным выводам пришли также А.И. Бузыкин и Л.С. Пшеничникова [22], которые установили, что в брусничном типе леса Приангарья доля участия сосны в древостое с 10 до 30-летнего возраста увеличилась с 3 до 6 единиц. В более же богатых лесорастительных условиях сосна в течение этого же времени всегда находилась под пологом лиственных и её участие в составе не превышало 20 %. На супесчаных почвах вырубков в лесах Кольского полуострова за первые три года отмирает, по данным В.Ф. Цветкова [23], 64 % первоначального числа всходов сосны и 93 % берёзы, что со временем приводит к формированию здесь в основном основных древостоев.

Анализ динамики породного состава древостоев в борах Марийского Заволжья, проведённый нами на основе материалов массовой таксации насаждений, полностью подтвердил эти положения, существенно дополнив созданием математических моделей процесса и значительным расширением возрастных границ развития древостоев. Проведённые исследования показали также, что в борах Марийского Заволжья, особенно влажных и сырых, имеются определённые резервы по оптимизации породного состава древостоев с целью повышения их эколого-ресурсного потенциала. Эти резервы особенно велики в молодняках 1–2 классов возраста, где лесоводы должны помочь главной породе

полнее освоить жизненное пространство, занятое берёзой и осинкой.

Выводы

1. В борах Марийского Заволжья произрастает в общей сложности восемь пород деревьев, однако в состав конкретных древостоев одновременно входит не более пяти из них. В сухих борах чаще всего встречаются чистые древостои, а в остальных гигротопах – двухпородные, что существенным образом отличается от лесов в других лесорастительных условиях Республики Марий Эл, где преобладают древостои с участием в их составе трёх и четырёх пород деревьев. Наиболее сложна породная структура лесов во влажных борах, а наиболее проста – в сухих и заболоченных.

2. Породный состав лесов в каждом гигротопе сугубо специфичен, хотя почти во всех из них преобладают сосняки, доля которых наиболее велика в сухих и свежих борах. Наиболее напряжённая борьба за жизненное пространство в лесу происходит между различными породами деревьев во влажных и сырых борах, где довольно широко распространены древостои с преобладанием в их составе берёзы, а также с участием осины и ели. Древостои с участием других пород встречаются в борах Марийского Заволжья очень редко.

3. Доля участия всех пород деревьев в сложении структуры лесов в борах Марийского Заволжья изменяется в очень больших пределах. Во влажных и сырых борах практически с равной вероятностью встречаются древостои с различной долей участия в их составе сосны. Довольно много здесь древостоев с большим участием берёзы. В сухих же борах доля берёзы в древостоях чаще всего составляет одну единицу, а в свежих и заболоченных – две. Присутствие в древостоях осины и ели чаще всего ограничивается единицей состава. По мере увеличения доли участия этих пород вероятность встречаемости древостоев резко убывает, что связано с неблагоприятными для них лесорастительными условиями.

4. Породная структура лесов в борах Марийского Заволжья под влиянием ле-

сохозяйственной деятельности, а также естественных биоценологических и абиотических факторов существенно изменяется с возрастом, протекая в каждом из гигротопов по-своему, хотя во всех из них доля участия сосны неуклонно увеличивается, а лиственных, которые часто доминируют в ТЛУ А₂ и А₅ на начальных этапах развития древостоев, соответственно снижается.

5. На фоне общего тренда изменения породного состава лесов происходят довольно чётко выраженные волновые изменения долевого участия пород, которые являются, на наш взгляд, отражением колебаний климата, воздействующих на процессы лесовозобновления и отпада деревьев в насаждениях, а также на частоту возникновения и интенсивность пожаров. Особенно неустойчив состав лесов в сухих и заболоченных борах, где в результате жёстких

условий среды биогеоценозы очень чувствительны к колебаниям климата.

6. В борах Марийского Заволжья, особенно влажных и сырых, имеются большие резервы по оптимизации породного состава древостоев с целью повышения их эколого-ресурсного потенциала. Эти резервы особенно велики в молодняках 1–2 классов возраста, где лесоводы должны помогать главной породе полнее освоить жизненное пространство, занятое берёзой и осинкой.

7. Анализ динамики породного состава лесов в борах Марийского Заволжья, проведённый нами по материалам массовой таксации насаждений, полностью подтвердил выводы других исследователей, основанные на натурной оценке породной структуры древостоев, существенно дополнив их созданием математических моделей процесса и значительным расширением возрастных границ развития биогеоценозов.

Список литературы

1. Полякова Г. А., Меланхолин П. Н., Лысков А. Б. Динамика состава и структуры сложных боров Подмосковья // Лесоведение. 2011. № 2. С. 42–50
2. McCarthy B.C., Small C.J., Rubino D.L. Composition, Structure and Dynamics of Dysart Woods, an Old-Growth Mixed Mesophytic Forest of Southeastern Ohio // Forest Ecology and Management. 2001. Vol. 140. No 2-3. P. 193-213.
3. Fuller Janice L., Foster David R., Mclachlan Jason S., Drake Natalie Impact of Human Activity on Regional Forest Composition and Dynamics in Central New England // Ecosystems. 1998. Vol. 1, No 1. P. 0076-0095.
4. Сукачев В. Н. Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 458-486.
5. Колданов В. Я. Смена пород и лесовосстановление. М.: Лесная промышленность, 1966. 171 с.
6. Тарасенко В. П. Динамика лесистости и породного состава лесов Европейской части СССР и лесовосстановление. М.: ЦБНТИлесхоз, 1972. 52 с.
7. Корзухин, М. Д. Возрастная динамика популяций деревьев, являющихся сильными эдификаторами // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1980. Т. 3. С. 162–178.
8. Ермаков В. Е., Машковский В. П. Распределение плотности вероятностей коэффициентов видового состава в сосновых лесах // ИВУЗ: Лесной журнал. 1990. № 5. С. 7-9.
9. Абатуров А. В., Меланхолин Л. Н. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмосковье. Тула: Гриф и К, 2004. 336 с.
10. Исаев А. С., Суховольский В. Г., Хлебоброс Р. Г. Моделирование лесообразовательного процесса: феноменологический подход // Лесоведение. 2005. № 1. С. 1-9.
11. Курнаев С. Ф. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 201 с.
12. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР / Под ред. С. Ф. Гречканевой и К. И. Марченко. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 108 с.
13. Демаков Ю. П., Исаев А. В., Симанова А. А. Закономерности развития древостоев в сураменях Марийского Заволжья // Сибирский лесной журнал. 2015. № 1. С. 43-57.
14. Демаков Ю. П., Исаев А. В. Закономерности развития древостоев в суббурях Марийского Заволжья // Вестник Удмуртского государственного университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. Вып. 2. С. 58-70.
15. Разумовский С. М. Закономерности динамики биогеоценозов. М.: Наука, 1981. 231 с.
16. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.-Л.: Гослестехиздат, 1939. 746 с.
17. Денисов А. К., Александров А. А. Формирование смешанных древостоев на свежих гарях // Лесное хозяйство. 1954. № 5. С. 21-24.

18. Денисов С. А. Регулирование роли березы в естественном возобновлении гарей // Лесное хозяйство. 1979. № 5. С. 19-21.

19. Калинин К. К. Крупные лесные пожары в лесном Среднем Заволжье и система лесохозяйственных мероприятий по ликвидации их последствий. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. 364 с.

20. Демаков Ю. П., Сафин М. Г., Швецов С. М. Сосняки сфагновые Марийского Полесья: структура, рост, продуктивность. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2012. 276 с.

21. Чежуин Е. Н., Демаков Ю. П. Рост сосново-березовых культур в зависимости от почвенно-экологических факторов на песчаных почвах Марийского Заволжья // Лесное хозяйство. 2006. № 5. С. 28-29.

22. Бузыкин А. И., Пшеничникова Л. С. Формирование сосново-лиственных молодняков. Новосибирск: Наука, 1980. 176 с.

23. Цветков В. Ф. Лесовозобновление: природа, закономерности, оценка, прогноз. Архангельск: Архангельский государственный технический университет, 2008. 212 с.

Статья поступила в редакцию 11.05.17.

Информация об авторах

ДЕМАКОВ Юрий Петрович – доктор биологических наук, профессор-консультант кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет; главный научный сотрудник заповедника «Большая Кокшага». Область научных интересов – лесоведение, лесоводство, биогеоценология. Автор 310 публикаций.

ДЕНИСОВ Сергей Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – лесоведение, лесоводство, лесная пирология. Автор 150 публикаций.

UDC 630*181 (470.343)

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.37

ESTABLISHMENT AND DYNAMICS OF SPECIES COMPOSITION IN PINE WOOD OF MARI ZAVOLZHZIE

Yu. P. Demakov, S. A. Denisov

Volga State University of Technology,

3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, Russian Federation, 424000

E-mail: DemakovYP@volgatech.net

Key words: *Mari Zavolzhie; forest; pine wood; species composition; dynamics; mathematic models.*

ABSTRACT

*The research is carried out in response to the need of enhancing the environmental and resource capacity of forest by means of optimization of their species composition. The work is aimed at perception of regularities of establishment and development of stand species composition in pinewood of Mari Zavolzhie and representing them in the form of mathematical models. The focus of research is the forest growing in different hydrotopes of the pine range. For the purpose of the current research we used e-database containing stand data from over 78,000 plots with the total area of 385,184 ha. In order to solve the set task the authors used well-tested computer-aided technology based on system statistical analysis of digital information using standard application packages. As a result of research it has been found out that tree composition is unique in every hydrotope with the general prevalence of pine trees, the number of which is particularly high in dry fresh pine woods. The most intense struggle for the living space occurs between the tree species in humid and wet pinewoods, in which there is a prevalence of birch and presence of aspen and spruce. Representation of all tree species in establishment of forest structure varies considerably. In terms of composition, only pine woods are pure. Their share is particularly large in dry and bogged pinewoods, where there a weak competition for the living space between the species due to tough environment. The share of pine trees in humid and wet pinewoods varies. Birch is often widely represented in such stands. Species composition of forests significantly changes with aging. Every hydrotope features its own specific species composition, with gradual increase of pine share in each of them. **Conclusion.** It is necessary to carry out thinning operations in young forest of 1-2 age classes in wet pinewoods. The analysis of tree composition dynamics carried out based on the data from mass inventory of plantations proved the conclusions drawn by other researchers, grounded on field examination of stand species composition, thus complementing them by mathematical models and considerably expanding the age limits of biogeocenose development.*

REFERENCES

1. Polyakova G. A., Melanholin P. N., Lysikov A. B. Dinamika sostava i struktury slozhnykh borov Podmoskov'ya [Dynamics of composition and structure of pig complex of the Moscow region] *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science]. 2011. No 2. P. 42-50
2. McCarthy B.C., Small C.J., Rubino D.L. Composition, Structure and Dynamics of Dysart Woods, an Old-Growth Mixed Mesophytic Forest of Southeastern Ohio. *Forest Ecology and Management*. 2001. Vol. 140. No 2-3. P. 193-213.
3. Fuller Janice L., Foster David R., Mclachlan Jason S., Drake Natalie Impact of Human Activity on Regional Forest Composition and Dynamics in Central New England. *Ecosystems*. Vol. 1. No 1, 1998. P. 0076-0095
4. Sukachev V. N. Dinamika lesnykh biogeotsenozov [Dynamics of forest ecosystems]. *Osnovy lesnoy biogeotsenologii* [Forest biogeocenotic bases]. Moscow: Nauka, 1964. P. 458-486.
5. Koldanov V. YA. Smena porod i lesovosstanovlenie [Change of species and reforestation.] Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1966. 171 P.
6. Tarasenko V. P. *Dinamika lesistosti i porodnogo sostava lesov Evropejskoj chasti SSSR i lesovosstanovlenie* [Dynamics of forest cover and species composition of forests of the European part of the USSR and reforestation]. Moscow: CBNTIleskhoz, 1972. 52 p.
7. Korzuhin M. D. Vozrastnaya dinamika populyatsij derev'ev, yavlyayushchikhsya sil'nymi edificatorami [Age dynamics of populations of trees that are strong edificators]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem* [Problems of ecological monitoring and modeling of ecosystems]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1980. Vol. 3. P. 162-178.
8. Ermakov V. E., Mashkovskij V.P. Mashkovskij V.P. Raspredelenie plotnosti veroyatnostej koeffitsientov vidovogo sostava v sosnovykh lesakh [The distribution of the probability density coefficients of species composition in the pine forests]. *IVUZ: Lesnoj journal* [Bulletin of higher educational institutions. Forestry Journal]. 1990. No 5. P. 7-9.
9. Abaturonov A. V. Melanholin L.N. *Estestvennaya dinamika lesa na postoyannykh probnykh ploshchadyakh v Podmoskov'e*. [Natural forest dynamics in permanent sample plots in the suburbs]. Tula: Grif and K, 2004. 336 p.
10. Isaev A. S., Suholov'skij V.G., Hlebopros R.G. Modelirovanie lesoobrazovatel'nogo protsessa: fenomenologicheskij podkhod [Modeling of forest forming process: a phenomenological approach]. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science]. 2005. No 1. P. 1-9.
11. Kurnaev S. F. *Lesorastitel'noe rajonirovanie SSSR*. [Forest vegetation zoning of the USSR]. Moscow: Nauka, 1973. 201 P.
12. *Agroklimaticheskie resursy Marijskoj ASSR* [Agroclimatic resources of the Mari ASSR], ed. by S.F. Grechkanov and K.I. Marchenko. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1972. 108 p.
13. Demakov Yu.P., Isaev A. V., Simanova A. A. Zakonomernosti razvitiya drevostoev v suramenyakh Marijskogo Zavolzh'ya [Regularities of forest development stands in suramens Mari Zavolzhie]. *Sibirskiy lesnoj zhurnal* [Journal of Siberian Forest]. 2015. No 1. P. 43-57.
14. Demakov Yu. P., Isaev A.V. Zakonomernosti razvitiya drevostoev v suboryakh Marijskogo Zavolzh'ya [Patterns of development of forest stands in subor of Mari Zavolzhie]. *Vestnik Udmurtskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle* [Herald of the Udmurt state University. Series: Biology. Earth science]. 2015. Vol. 25. Iss. 2. P. 58-70.
15. Razumovskij S. M. *Zakonomernosti dinamiki biogeotsenozov* [Regularity of biogeocenosis dynamics]. Moscow: Nauka, 1981. 231 p.
16. Tkachenko M. E. *Obshchee lesovodstvo*. [Common forestry]. Moscow- Leningrad: Gosleshtekhizdat, 1939. 746 p.
17. Denisov A. K., Aleksandrov A.A. Formirovanie smeshannykh drevostoev na svezhikh garyakh [Formation of mixed stands on fresh fires]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 1954. No 5. P. 21-24.
18. Denisov S.A. Regulirovanie roli berezy v estestvennom vozobnovlenii garej [Regulation of the role of birch in the natural regeneration of burned areas]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 1979. No 5. P. 19-21.
19. Kalinin K. K. Krupnye lesnye pozhary v lesnom Srednem Zavolzh'e i sistema lesokhozyajstvennykh meropriyatij po likvidatsii ikh posledstvij [Major forest fires in the forest, on Middle Volga and the system of forestry measures to eliminate their consequences]. Yoshkar-Ola: VSUT, 2012. 364 p
20. Demakov YU. P., Safin, M. G., Shvetsov S. M. *Sosnyaki sfagnovye Marijskogo Poles'ya: struktura, rost, produktivnost'* [Mari sphagnum Pine forests of Polesye: structure, growth and productivity]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2012. 276 p.
21. Cheshuin E. N., Demakov Yu. P. Rost sosnovo-berezovykh kul'tur v zavisimosti ot pochvenno-ekologicheskikh faktorov na peschanykh pochvakh Marijskogo Zavolzh'ya [Growth of pine-birch cultures depending on soil and environmental factors on the sandy soils of Mari Zavolzhie]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 2006. No 5. 28-29.

22. Buzykin A. I., Pshenichnikova L.S. Formirovanie sosnovo-listvennykh molodnyakov. [Formation of pine-deciduous young stands]. Novosibirsk: Nauka, 1980. 176 p.

23. Cvetkov V. F. Lesovozobnovlenie: priroda, zakonomernosti, otsenka, prognoz. [Reforestation, nature, patterns, estimation, forecast]. Arkhangel'sk: Arkhangel'sk state technical University, 2008. 212 p.

The article was received 11.05.17.

For citation: Demakov Yu. P., Denisov S. A. Establishment and Dynamics of Species Composition in Pine Wood of Mari Zavolzhie. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management. 2017. No 3(35). Pp. 37–48. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.37

Information about the authors

DEMAKOV Yury Petrovich – Doctor of Biological Sciences, Professor Consultant of the Department of Forest Species, Selection and Biotechnologies, Volga State University of Technology; Chief Research Associate of Bolshaya Kokshaga Nature Reserve. Research interests – silviculture, forest management, biogeocenose. Author of 310 publications.

DENISOV Sergey Aleksandrovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Silviculture and Forest Management, Volga State University of Technology. Research interests – silviculture, forest management, forest pyrology. Author of 150 publications.