

*Демаков Ю. П.* Распространение и производительность ельников в различных экотопах Республики Марий Эл / Ю. П. Демаков, А. А. Симанова // Научный диалог. – 2013. – № 3(15): Естествознание. Экология. Науки о земле. – С. 26–42.

---

---

удк 630\*182:582.475 (470.343)

## **Распространение и производительность ельников в различных экотопах Республики Марий Эл**

Ю. П. Демаков, А. А. Симанова

Отражены закономерности распространения ельников в различных экотопах Республики Марий Эл. Анализируется их производительность. Установлено, что они наиболее распространены в свежих сураменях и чаще всего в республике встречаются древостои с участием ели в их составе 1–2 единицы. Показано, что характер изменения с возрастом потенциальной и фактически реализованной производительности ельников в каждом типе лесорастительных условий сугубо специфичен и не укладывается в рамки стандартной шкалы классов бонитета.

Ключевые слова: ельники; экотопы; распространение; производительность.

Проблема оценки продуктивности лесов, играющих важнейшую роль не только в обеспечении материальных и духовных потребностей общества, но и в сохранении устойчивости функционирования биосферы, давно является одной из важнейших в научном и практическом аспектах. Актуальность этой проблемы особенно велика для нашей страны, на территории которой произрастает около четверти всех лесов планеты, в том числе более половины всех хвойных лесов. Сложность ее решения, которое возможно лишь на основе

экспериментальных данных, усугубляется большим разнообразием климатических, орографических и почвенно-экологических условий в пределах обширной территории Российской Федерации, обусловивших разнообразие как породного состава лесов, так и их продуктивности.

В Республике Марий Эл, располагающейся в среднем течении р. Волги, довольно значительные площади занимают ельники, которые уступают по представительности лишь соснякам и березнякам [Демаков и др., 2008]. Изучены они достаточно глубоко [Грачев, 1969; Аглиуллин, 1991; Пчелин, 2000; Демаков и др., 2002; Денисов и др., 2008], однако вопрос об изменениях их продуктивности в различных типах леса или экотопах остается практически не освещенным, что затрудняет оценку эколого-ресурсного потенциала той или иной территории. Целью нашей работы являлась оценка продуктивности ельников в различных экотопах республики, а также характера распространения в них древостоев с различным участием ели.

Для решения поставленной задачи могут быть использованы два подхода: на основе данных натурной оценки древостоев с использованием пробных площадей и на основе данных лесоустройства. Первый подход, который наиболее часто используется исследователями, очень трудоемок и не позволяет во многих случаях получить достаточно обширный и репрезентативный материал. Второй подход, который был использован нами, хотя и уступает по своей точности натурной оценке, но при достаточно большой базе исходных данных, когда начинает действовать закон больших чисел, позволяет использовать приемы математической статистики и выявления некорректных величин. Материалом для анализа служила электронная повыдельная база данных, содержащая детальную таксационную информацию (более 250 тыс. выделов) о насаждениях 83 лесничеств Республики Марий Эл, протаксированных в 2004 году. Производительность ельников оценивали в разрезе различных типов лесорастительных

условий (ТЛУ) по средним значениям класса бонитета, полноты и запаса стволовой древесины. Для обработки исходных данных, которая проведена на персональном компьютере, использованы общепринятые методы математической статистики и стандартные программы.

Анализ исходного материала показал, что доля древостоев с преобладанием ели и коэффициент расселения этой породы, т. е. доля древостоев с ее присутствием в их составе, составляют в среднем 12,1 и 34,0 % соответственно, но значительно варьируют в разрезе лесничеств Марий Эл (табл. 1). Наиболее широко распространены ельники на северо-востоке республики, где их доля в лесном фонде лесничеств изменяется от 46,1 до 59,5 %. В 36 лесничествах доля ельников не превышает 5 %. Такой характер распределения ельников по территории республики связан как с природными, так и с антропогенными факторами.

Таблица 1

**Закономерности распределения ели  
в разрезе лесничеств Республики Марий Эл**

Параметр	Значения статистических показателей				
	$M_x$	min	max	$S_x$	V, %
Доля насаждений с преобладанием ели, %	12,1	0,1	59,5	14,4	119,5
Доля древостоев с присутствием ели в их составе, %	34,0	1,9	93,4	24,7	72,6

**Примечание:** здесь и далее  $M_x$ , min, max – среднее арифметическое, минимальное и максимальное значения показателя,  $S_x$  – среднее квадратическое (стандартное) отклонение, V – коэффициент вариации.

Характер распространения ельников в Марий Эл и самих деревьев ели определяют, в первую очередь, эдафические факторы. Установлено, что эта порода встречается в составе древостоев всех имеющихся в Марий Эл типов лесорастительных условий (ТЛУ), но наиболее распространена она в свежих сураменях, где доля ель-

ников составляет в среднем 19,9 % (табл. 2). Вместе с тем в пределах каждого ТЛУ доля древостоев как с участием ели, так и с её преобладанием также не является стабильной, а изменяется в разрезе лесничеств в очень больших пределах (табл. 3), что может быть связано как с уровнем лесистости территории, так и с особенностями ведения хозяйства.

Таблица 2

**Закономерности распространения ели  
в различных ТЛУ Марий Эл**

Трофотоп	Средняя доля площади древостоев по гигротопам, %*				
	1	2	3	4	5
А	1,4 / 0,0	9,1 / 0,1	15,7 / 0,1	7,5 / 0,1	0,9 / 0,9
В	0,9 / 0,0	24,2 / 5,3	39,1 / 12,9	25,5 / 7,5	11,0 / 2,6
С	0,2 / 0,0	49,7 / 19,3	44,8 / 12,8	49,3 / 13,0	26,7 / 0,2
Д	–	10,7 / 0,0	–	–	–

**Примечание:** перед чертой представлены сведения о древостоях с участием ели, после черты – о древостоях с преобладанием ели.

Таблица 3

**Закономерности изменения величины стандартного отклонения  
площади древостоев с участием ели  
в различных ТЛУ Марий Эл**

Трофотоп	Стандартное отклонение доли древостоев по гигротопам, %*				
	1	2	3	4	5
А	5,8 / –	11,2 / 0,3	17,3 / 0,3	15,8 / 0,7	6,6 / –
В	7,9 / –	18,6 / 6,0	23,6 / 12,6	26,7 / 16,2	24,1 / 13,1
С	1,8 / –	23,9 / 19,2	25,0 / 15,7	27,3 / 18,3	25,0 / 1,4
Д	–	26,9 / 0,2	–	–	–

**Примечание:** перед чертой представлены сведения о древостоях с участием ели, после черты – о древостоях с преобладанием ели.

Очень сильно варьирует в различных частях Марий Эл и производительность ельников. Так, средний класс бонитета ельников изменяется в разрезе лесничеств от I<sup>a</sup>,99 до III,13 (табл. 4), что свидетельствует как о разнообразии условий произрастания ели в пределах территории республики, так и о довольно высокой экологиче-

ской пластичности этой древесной породы. Наиболее представлены в Марий Эл ельники II класса бонитета, доля которых в разрезе лесничеств изменяется от 0,9 до 100 %.

Таблица 4

**Распределение площади ельников по классам бонитета в лесничествах Марий Эл**

Параметр	Доля площади древостоев по классам бонитета, %							Средний класс бонитета
	I <sup>б</sup>	I <sup>а</sup>	I	II	III	IV	V	
Среднее значение	0,0	0,9	29,1	49,7	17,8	1,3	1,2	I,93
Минимальное значение	0,0	0,0	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	I <sup>а</sup> ,99
Максимальное значение	0,2	15,0	97,1	100,0	76,1	25,5	33,6	III,13

В границах одного ТЛУ класс бонитета ельников не остается постоянным, как этого следовало бы ожидать, а изменяется в очень больших пределах (табл. 5), что связано с действием не только трофности и влажности почв, но и с особенностями подстилающих горных пород, степени пересеченности рельефа местности, экспозиции и крутизны склонов, плотности гидрографической сети. Особенно велика изменчивость показателя в ТЛУ С4, где класс бонитета древостоев с преобладанием ели изменяется от I<sup>б</sup> до V. Наиболее высока производительность ельников в ТЛУ С2. Немногим ниже она, как это ни странно, в ТЛУ А2, А3, В2 и В3. Самую низкую производительность имеют ельники в сырых борах и суборах (ТЛУ А4 и В4). Низкая производительность ельников в ТЛУ D2, наиболее распространенном в малолесном Правобережье Волги, где класс их бонитета изменяется от I<sup>а</sup> до V<sup>б</sup>, составляя в среднем 2,83, связана с сильной пересеченностью рельефа и высокой густотой гидрографической сети в этой части республики, что приводит к быстрому иссушению почв, негативно отражающемуся на состоянии ели.

Из всего сказанного вытекает вполне очевидный вывод: ТЛУ не отражает в полной мере особенностей условий экотопов и класс бонитета древостоя является их важной дополнительной характеристикой. Класс бонитета ельников не остается постоянным и в ходе развития древостоев: до возраста 50–70 лет он повышается, а затем начинает падать, достигая к 140 годам в разных ТЛУ 1,43–2,79 (табл. 6).

Таблица 5

**Распределение площади ельников по классам бонитета  
в разных ТЛУ**

ТЛУ	Доля площади древостоев по классам бонитета, %							Средний класс бонитета
	I <sup>б</sup>	I <sup>а</sup>	I	II	III	IV	V	
A2			17,2	70,5	12,3			1,95
A3			30,0	57,0	13,0			1,83
A4				19,6	30,1	50,3		3,31
B2		0,9	27,2	50,1	19,6	0,8	1,4	1,97
B3		0,3	26,5	55,9	16,4	0,5	0,4	1,91
B4				22,5	54,7	21,9	0,9	3,01
C2		0,9	36,9	50,8	10,9	0,2	0,3	1,73
C3		0,2	21,0	56,4	22,0	0,3	0,1	2,01
C4	0,2	0,2	5,0	49,7	43,3	1,5	0,1	2,41
D2		8,3	14,6	18,4	25,9	17,6	15,2	2,83

Таблица 6

**Возрастные изменения класса бонитета ельников Марий Эл  
в разных ТЛУ**

Возраст, лет	Средний класс бонитета ельников разных ТЛУ					
	B2	B3	B4	C2	C3	C4
1–20	1,27	1,18	1,97	1 <sup>а</sup> ,93	1,12	1,54
21–40	1,07	1,18	2,34	1 <sup>а</sup> ,88	1,27	1,27
41–60	1 <sup>а</sup> ,53	1 <sup>а</sup> ,61	1,65	1 <sup>а</sup> ,23	1 <sup>а</sup> ,70	1 <sup>а</sup> ,97
61–80	1 <sup>а</sup> ,44	1 <sup>а</sup> ,48	1,47	1 <sup>а</sup> ,25	1 <sup>а</sup> ,69	1 <sup>а</sup> ,98
81–100	1 <sup>а</sup> ,86	1 <sup>а</sup> ,86	1,77	1 <sup>а</sup> ,65	1 <sup>а</sup> ,93	1,4
101–120	1,08	1,32	2,29	1,06	1,41	1,66
121–140	2,00	1,52	2,67	1,31	1,79	1,98
более 140	2,00	1,43	2,79	1,65	1,71	2,08

Показателем фактически реализованной производительности древостоев является их относительная полнота, которая изменяется, так же как и класс бонитета, в очень больших пределах (табл. 7). Доминируют в Марий Эл ельники с полнотой 0,70, а средняя полнота изменяется в разрезе лесничеств от 0,50 до 0,83. Хотя доля низко- и высокополнотных ельников в целом невелика, однако в ряде лесничеств она достигает значительных величин. Полнота древостоев с преобладанием в них ели значительно изменяется также в границах одного ТЛУ (табл. 8). Наиболее высокую среднюю полноту ельники имеют не в благоприятных для своего произрастания свежих сурамянях, а в ТЛУ D2, где их средний класс бонитета, как отмечалось выше, наиболее низок. Этот феномен объясняется искусственным происхождением здесь ельников, где древостои ели естественного происхождения практически отсутствуют. Высока полнота ельников также в ТЛУ A3. Наиболее низкую полноту имеют ельники в ТЛУ A4, C3 и C4. В остальных ТЛУ она составляет в среднем 0,60–0,64. С увеличением возраста полнота ельников неуклонно снижается, опускаясь к 140 годам в разных ТЛУ до 0,40–0,54 (табл. 9).

Класс бонитета и полнота ельников характеризуют их производительность лишь косвенно. Наиболее полно это их качество отражает наличный запас стволовой древесины, используя значения которого можно косвенно через объемно-конверсионные коэффициенты вычислить общую и фракционную фитомассу древостоя [Замолотчиков и др., 1998; Усольцев, 2001]. Анализ эмпирического материала показал, что в каждом ТЛУ возрастная динамика данного параметра состояния древостоя сугубо специфична (табл. 10). Для ее математического описания лучше всего подходит уравнение оптимума  $Y = 100 \times X / (aX^2 - bX + c)$ , в котором  $Y$  – наличный запас стволовой древесины, м<sup>3</sup>/га;  $X = A/100$ ;  $A$  – возраст древостоя, лет. Параметры уравнения и характерные точки кривой динамики представлены в таблице (табл. 11). Результаты расчетов оказались

Таблица 7

**Распределение площади ельников по их полноте  
в лесничествах Марий Эл**

Параметр	Доля площади ельников по относительной полноте, %								Средняя полнота
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
$M_x$	1,33	9,32	11,69	25,52	30,52	14,68	5,07	1,87	0,65
min	0,00	0,00	0,00	0,00	4,07	0,00	0,00	0,00	0,50
max	17,43	57,87	34,19	83,36	86,83	51,52	40,22	37,40	0,83
$S_x$	2,63	10,53	8,10	12,89	16,01	12,00	6,62	5,45	0,06

Таблица 8

**Распределение площади ельников по их относительной полноте  
в разных ТЛУ**

ТЛУ	Доля площади древостоев разной полноты, %								Средняя полнота
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
A3	0,5	7,1	7,8	19,1	18,0	27,8	15,8	3,9	0,71
A4	-	5,8	53,1	20,6	20,5	-	-	-	0,56
B2	1,3	10,2	10,5	28,9	30,6	13,3	3,2	2,0	0,64
B3	2,1	6,8	14,2	30,1	29,0	13,8	3,1	0,9	0,64
B4	1,6	9,3	18,6	37,3	22,5	9,5	1,2	-	0,60
C2	1,6	11,1	13,0	23,6	27,9	15,6	5,9	1,3	0,64
C3	3,1	12,1	21,9	32,2	21,1	7,0	2,2	0,4	0,59
C4	1,1	9,7	27,7	45,7	14,2	0,8	0,8		0,57
D2	0,0	0,9	1,7	15,2	20,0	20,0	14,1	28,1	0,81

Таблица 9

**Возрастные изменения относительной полноты ельников  
Марий Эл**

ТЛУ	Относительная полнота ельников различного возраста, лет							
	1–20	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	>140
B2	0,68	0,68	0,66	0,64	0,57	0,50	0,52	0,40
B3	0,70	0,70	0,65	0,62	0,60	0,55	0,50	0,49
B4	0,59	0,64	0,64	0,64	0,56	0,58	0,53	0,51
C2	0,70	0,71	0,63	0,60	0,55	0,53	0,50	0,51
C3	0,68	0,66	0,61	0,58	0,56	0,54	0,57	0,54
C4	0,65	0,64	0,63	0,56	0,56	0,53	0,57	0,54



Таблица 10

**Динамика наличного запаса древесины  
в ельниках Марий Эл разных ТЛУ**

Возраст	Запас стволовой древесины в разных ТЛУ, м <sup>3</sup> /га						
	A3	B2	B3	B4	C2	C3	C4
до 20 лет	28	26	29	28	28	22	20
21–40 лет	65	87	87	57	94	86	77
41–60 лет	197	200	196	146	201	178	164
61–80 лет	295	259	253	213	253	227	210
81–100 лет	255	258	268	213	253	242	230
101–120 лет	190	245	257	225	250	243	230
121–140 лет	–	220	236	202	243	252	239
>140 лет	–	210	241	198	230	248	230

Таблица 11

**Параметры уравнений и характерных точек  
динамики наличного запаса стволовой древесины  
в ельниках Марий Эл разных ТЛУ**

Параметр*	Значения параметров в разных ТЛУ						
	A3	B2	B3	B4	C2	C3	C4
<b>a</b>	1,625	0,523	0,404	0,550	0,374	0,274	0,316
<b>–b</b>	2,046	0,546	0,406	0,654	0,333	0,223	0,290
<b>c</b>	0,874	0,405	0,372	0,542	0,338	0,344	0,392
<b>R<sup>2</sup></b>	0,996	0,991	0,989	0,985	0,990	0,991	0,993
<b>A<sub>1</sub></b>	73	88	96	99	95	112	112
<b>M<sub>1</sub></b>	296	267	271	228	264	256	242
<b>A<sub>2</sub></b>	63	52	50	60	44	41	45
<b>m<sub>2</sub></b>	4,35	3,81	3,70	2,88	3,79	3,35	3,07
<b>A<sub>3</sub></b>	56	37	35	42	31	28	32
<b>m<sub>3</sub></b>	7,07	4,42	4,13	3,35	4,12	3,51	3,27

**Примечание:** R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации уравнения; A<sub>1</sub> – возраст древостоя во время кульминации запаса, лет; M<sub>1</sub> – запас древостоя во время его кульминации, м<sup>3</sup>/га; A<sub>2</sub> – возраст древостоя во время кульминации среднего прироста запаса древесины, лет; m<sub>2</sub> – средний годичный прирост запаса древесины во время его кульминации, м<sup>3</sup>/га; A<sub>3</sub> – возраст древостоя во время кульминации текущего прироста запаса древесины, лет; m<sub>3</sub> – текущий годичный прирост запаса древесины во время его кульминации, м<sup>3</sup>/га.

для нас довольно неожиданными, не совсем согласующимися с устоявшимися лесоводственными концепциями. Так, если в возрасте 40 лет наибольший наличный запас стволовой древесины накапливают ельники в ТЛУ С2, что является вполне логичным, то в 60 лет лидирующие позиции по значению этого параметра занимают ельники, произрастающие в ТЛУ А3, где его кульминация наступает гораздо раньше, чем в других экотопах. В возрасте от 81 до 120 лет наиболее высокий древесный запас имеют ельники в ТЛУ В3, а далее – в ТЛУ С3, где его кульминация наступает в 112 лет. Ельники, произрастающие в ТЛУ А3, имеют наиболее высокий годичный прирост древесины (как средний, так и текущий), из чего следует, что этот экотоп или, по крайней мере, некоторая занятая ими часть его наиболее оптимальна для них, хотя встречаются они здесь редко. На втором месте в ранговом ряду по величине годичного прироста древесины находятся ельники в ТЛУ В2, которым почти не уступают древостой в ТЛУ С2. Самый низкий годичный прирост имеют ельники в ТЛУ В4.

Полученные нами данные свидетельствуют также о том, что для обеспечения наиболее высокой продукционной активности древостоя, т. е. достижения наивысшего экологического эффекта, ельники необходимо рубить, в зависимости от ТЛУ, в возрасте 41–60 лет, а не 81, как это установлено сейчас.

Такой характер динамики запаса стволовой древесины в ельниках, не вполне укладывающийся в рамки традиционных представлений, в определенной мере связан с их породной структурой, в которой довольно большую долю занимают, в зависимости от ТЛУ, береза, осина, сосна и ольха черная. Анализ исходного материала показал, что в лесном фонде республики чистые ельники даже в благоприятных для них условиях обитания встречаются крайне редко, в большинстве же ТЛУ они вообще отсутствуют, а ель присутствует в составе древостоев чаще всего в количестве 1–2 единиц. Хотя ха-

раक्टर распределения площади древостоев по доле участия в них ели очень сильно варьирует в разрезе лесничеств (табл. 12), что во многом связано с особенностями лесорастительных условий на их территории, форма кривых распределения во всех ТЛУ однотипна (табл. 13): степень представленности площади древостоев обратно пропорциональна доле участия в них породы в соответствии с законом, описываемым отрицательной экспоненциальной функцией  $Y = K \times \exp(-a \times X)$ . Параметр  $a$  этой функции, отображающий скорость убывания площади древостоев с увеличением долевого участия ели, тесно связан с параметром  $K$ , отображающим долю площади древостоев, в которых ель отсутствует. Эту зависимость описывает уравнение  $a = 4,67 \times \exp[-0,0363 \times (100 - K)]$ , объясняющее 94,8 % дисперсии показателя.

Состав древостоев и плотность популяции ели в них не остаются постоянными, а изменяются с возрастом в каждом ТЛУ республики сугубо специфически (табл. 14). В борových ТЛУ, где ель восстанавливается естественным путем, плотность ее популяции в древостоях крайне мала, но с возраста 100–120 лет она значительно возрастает, особенно в ТЛУ  $A_3$ . В свежих и влажных суборях и сураменях, где ель восстанавливают в основном искусственным путем, создавая лесные культуры, кривая возрастного изменения плотности ее популяции вогнута: до 60–70 лет значения показателя постепенно убывают, что связано с заглушением ели лиственными породами, а затем возрастают до некоторого предела, обусловленного возможностями среды. В сырых и заболоченных суборях и сураменях, где создание лесных культур обычно не практикуется, позиции ели являются исходно слабыми и начинают укрепляться лишь после 80–100 лет в связи с выпадением из состава древостоев недолговечных лиственных пород, особенно осины. В ТЛУ  $D_2$  возрастные изменения плотности популяции ели связаны в основном с объемами создания лесных культур.

Таблица 12

**Изменчивость в разрезе лесничеств Марий Эл  
доли площади древостоев по степени участия в их составе ели**

Параметр	Значения параметра при различной доле участия в древостоях ели									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M_x, \%$	12,07	7,27	3,18	3,71	3,52	1,89	0,81	0,46	0,14	0,98
min, %	0,37	0,22	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
max, %	25,67	23,22	11,17	19,01	19,53	17,88	5,20	3,18	1,94	4,81
$S_x, \%$	6,80	5,28	2,78	4,27	4,43	3,13	1,21	0,73	0,30	1,23

Таблица 13

**Характер распределения древостоев в различных ТЛУ  
по доле участия в них ели**

ТЛУ	Площадь древостоев с различной долей участия в их составе ели, %										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	99,61	0,24	0,09	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A2	94,09	3,91	1,40	0,45	0,11	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
A3	86,41	9,53	3,11	0,65	0,23	0,05	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
A4	95,98	2,43	1,28	0,19	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
A5	99,73	0,12	0,12	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2	75,52	11,85	5,27	2,11	1,63	1,45	0,87	0,29	0,34	0,09	0,58
B3	62,22	14,72	7,54	3,70	3,92	3,86	1,85	0,77	0,46	0,09	0,87
B4	79,89	9,14	4,72	1,65	1,20	1,34	1,03	0,55	0,32	0,01	0,15
B5	95,37	2,35	1,64	0,29	0,04	0,10	0,14	0,01	0,02	0,00	0,04
C2	45,37	17,51	11,31	5,35	7,17	6,29	2,70	1,22	0,64	0,18	2,26
C3	54,32	17,85	12,21	4,05	3,60	3,78	2,24	0,91	0,46	0,06	0,52
C4	45,02	23,11	13,52	5,32	3,48	5,64	2,03	1,30	0,44	0,04	0,10
C5	73,59	15,05	8,69	2,31	0,30	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
D2	95,08	2,19	1,13	0,47	0,38	0,20	0,15	0,11	0,10	0,05	0,14

Таблица 14

**Возрастные изменения плотности популяции ели  
в древостоях разных ТЛУ**

ТЛУ	Плотность популяции ели в древостоях различного возраста, %							
	1–20 лет	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	>140 лет
A2	1,89	0,53	0,77	0,55	1,31	2,49	4,04	5,54
A3	3,27	0,92	1,58	1,87	4,51	7,41	11,57	10,83
A4	1,07	0,27	0,80	0,36	1,23	2,16	1,68	11,18
B2	13,40	5,41	4,39	4,29	9,32	15,71	13,63	18,82
B3	17,41	7,61	7,04	9,12	21,82	34,45	27,97	22,17
B4	3,58	1,92	3,12	4,55	10,01	25,27	33,38	20,16
B5	1,08	0,33	0,46	1,27	2,30	3,85	3,39	8,82
C2	29,14	13,31	8,79	16,78	27,97	28,82	22,17	20,44
C3	11,08	5,65	9,17	12,59	20,81	23,04	19,65	5,26
C4	7,61	4,28	9,39	15,89	22,37	37,34	52,42	50,84
C5	1,22	0,85	4,36	7,58	11,57	13,39	–	–
D2	7,64	2,71	0,49	0,71	0,15	0,33	4,00	0,30

Весьма важное практическое значение имеет вопрос об оптимизации породного состава древостоев, а также возраста их рубки. Для ответа на него необходимо оценить характер динамики наличного запаса древостоев при различной доле участия в них ели. Анализ параметров математических моделей, построенных по различным выборкам из общей базы данных, показал, что возрастная динамика запаса древостоя в каждом ТЛУ сугубо специфична (табл. 15), а ответ на поставленный вопрос зависит от выбранного параметра. Так, если в качестве критерия оптимальности взять максимальный наличный запас древостоя, который может быть достигнут им в процессе развития, то разница между ельниками различного состава оказывается незначительной: от 1 до 12 м<sup>3</sup>/га (наиболее существенная разница отмечается в ТЛУ В4 и С2). Если же в качестве критерия оптимальности взять величину среднего годовичного прироста, то преимущество во всех ТЛУ, кроме С4, имеют древостои с участи-

Таблица 15

**Параметры уравнений и характерных точек динамики наличного запаса в древостоях при разной доле участия ели в них**

Параметр*	Значения параметров в разных ТЛУ					
	B2	B3	B4	C2	C3	C4
Доля участия ели от 4 до 7 единиц						
<b>a</b>	0,402	0,416	0,429	0,326	0,254	0,275
<b>-b</b>	0,362	0,408	0,451	0,256	0,163	0,215
<b>c</b>	0,338	0,365	0,461	0,311	0,311	0,366
<b>R<sup>2</sup></b>	0,984	0,995	0,987	0,990	0,994	0,994
<b>A<sub>1</sub></b>	92	94	104	98	111	115
<b>M<sub>1</sub></b>	267	270	228	263	251	238
<b>A<sub>2</sub></b>	45	49	53	39	32	31
<b>m<sub>2</sub></b>	3,90	3,77	2,92	3,84	3,51	3,07
<b>A<sub>3</sub></b>	32	35	37	27	22	27
<b>m<sub>3</sub></b>	4,28	4,21	3,23	4,07	3,62	3,22
Доля участия ели от 8 единиц и выше						
<b>a</b>	1,015	0,866	0,713	0,371	0,491	0,241
<b>-b</b>	1,287	1,225	1,076	0,419	0,725	0,135
<b>c</b>	0,673	0,736	0,781	0,417	0,635	0,334
<b>R<sup>2</sup></b>	0,987	0,994	0,936	0,968	0,972	0,927
<b>A<sub>1</sub></b>	81	92	105	106	114	118
<b>M<sub>1</sub></b>	273	269	240	272	255	231
<b>A<sub>2</sub></b>	63	71	75	56	74	28
<b>m<sub>2</sub></b>	3,77	3,30	2,67	3,35	2,72	3,17
<b>A<sub>3</sub></b>	48	53	56	40	54	17
<b>m<sub>3</sub></b>	5,25	4,52	3,45	3,75	3,29	3,23

**Примечание:** условные обозначения параметров те же, что в табл. 11.

ем ели от 4 до 7 единиц. Максимальные различия отмечаются, при этом, в ТЛУ С3, составляющие 0,79 м<sup>3</sup>/га в год, а минимальные – в ТЛУ В2. Приведенные данные показывают также, что независимо от доли участия ели наибольший годичный прирост в изученных экотопах имеют древостои в ТЛУ В2, а наименьший – в ТЛУ С4. Разница во времени наступления кульминации его величины со-

ставляет в различных ТЛУ от 17 (в С2) до 42 лет (в С3): в древостоях с меньшим участием ели кульминация наступает гораздо раньше за счет более быстрого роста лиственных пород деревьев. Вполне очевидно, что в качестве критерия оптимальности должна выступать стоимость выращенной и заготовленной древесины, однако для ее оценки данных о характере накопления древесного запаса явно недостаточно. Необходимо еще располагать сведениями о сортиментной и товарной структуре древостоев. Таким образом, вопрос об оптимизации породного состава ельников и возраста их рубки остается пока открытым.

Итак, в результате проведенного исследования выявлены закономерности распространения ельников в различных экотопах Республики Марий Эл. Установлено, что наиболее распространены они в свежих сурамях и чаще всего в республике встречаются древостои с участием ели в их составе 1–2 единицы. Показано, что характер изменения с возрастом потенциальной и фактически реализованной производительности ельников в каждом ТЛУ сугубо специфичен и не укладывается в рамки стандартной шкалы классов бонитета. Полученные нами данные свидетельствуют также о том, что для обеспечения наиболее высокой продукционной активности древостоя, т. е. достижения наивысшего экологического эффекта, ельники необходимо рубить, в зависимости от ТЛУ, на 20 лет раньше, чем это установлено сейчас в нормативных документах.

### Литература

1. *Аглиуллин Ф. В.* Ельники Волжско-Камского региона и интенсификация хозяйства в них / Ф. В. Аглиуллин. – Саранск : Изд-во Мордовского университета, 1991. – 172 с.
2. *Грачев В. М.* Особенности строения, роста и товарности ельников Приветлужского лесорастительного района : автореферат диссертации ... кандидата сельскохозяйственных наук / В. М. Грачев. – Брянск, 1969. – 26 с.

3. *Демаков Ю. П.* Динамика структуры лесного фонда Марий Эл и пути ее оптимизации / Ю. П. Демаков, А. Е. Смыков // Лесное хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 43–45.

4. *Демаков Ю. П.* Современное состояние ельников Республики Марий Эл и пути его улучшения / Ю. П. Демаков, И. А. Алексеев, А. А. Симанова // Система мероприятий по улучшению лесопатологического состояния ельников европейской части России : тезисы докладов научно-практической конференции. – Голицино : ВНИИЛМ, 2002. – С. 33–38.

5. *Денисов С. А.* Возможности и перспективы плантационного выращивания ели в Республике Марий Эл / С. А. Денисов, Ю. П. Глушкова, Л. Е. Туева // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2008. – № 2. – С. 28–39.

6. *Замолодчиков Д. Г.* Определение запасов углерода по зависимым от возраста насаждений конверсионно-объемным коэффициентам / Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, Г. Н. Коровин // Лесоведение. – 1998. – № 3. – С. 84–93.

7. *Пчелин В. И.* Ельники и осинники Среднего Поволжья (природные особенности, биоразнообразие и рост) / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2000. – 220 с.

8. *Усольцев В. А.* Фитомасса лесов Северной Евразии. База данных и география / В. А. Усольцев. – Екатеринбург : УрО РАН, 2001. – 708 с.

© Демаков Ю. П., Симанова А. А., 2013

## **Expansion and Yield of Spruce Forests in Various Ecotopes of Mari El Republic**

Y. Demakov, A. Simanova

The article covers common principles of spruce forest expansion in various ecotopes of the Mari El Republic. The yield of these spruce forests is analyzed. It is found that they are most widely spread in fresh suramens, and forest stands with 1-2 fir trees in their composition are most frequent in the republic. It is shown that the nature of changes with age for the potential and actually realized yield of spruce forests in



each site type is highly specific and cannot be limited to the standard scale of yield classes.

Key words: spruce forests; ecotopes; expansion; yield.

---

**Демаков Юрий Петрович**, доктор биологических наук, профессор, кафедра экологии, почвоведения и природопользования, Поволжский государственный технологический университет (Йошкар-Ола), DemakovYP@volgatech.net.

**Demakov, Y.**, Doctor of Biological Sciences, professor, Department of Ecology, Soil Science and Nature Management, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola), DemakovYP@volgatech.net.

**Симанова Анна Алексеевна**, аспирант, кафедра экологии, почвоведения и природопользования, Поволжский государственный технологический университет (Йошкар-Ола), anutics\_88@mail.ru.

**Simanova, A.**, post-graduate student, Department of Ecology, Soil Science and Nature Management, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola), anutics\_88@mail.ru.