

УДК 630\*181 (470.343)

DOI: 10.15350/2306-2827.2016.2.45

## СТРУКТУРА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ДРЕВОСТОЕВ С УЧАСТИЕМ ДУБА В ЛЕСАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Ю. П. Демаков<sup>1,2</sup>, В. Г. Краснов<sup>1</sup>, А. В. Исаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный технологический университет,  
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

<sup>2</sup>Государственный природный заповедник «Большая Кокшага»,  
Российская Федерация, 424038, Йошкар-Ола, ул. Воинов-Интернационалистов, 26  
E-mail: DemakovYP@volgatech.net

*Приведены результаты исследований, характеризующие структуру и закономерности развития древостоев с участием дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в лесах Республики Марий Эл, выраженные в форме математических уравнений. Показано, что площадь и доля насаждений с участием дуба, который занимает весьма узкую экологическую нишу, встречающаяся в составе древостоев в основном во влажных пойменных сураменях и свежих дубравах, сильно варьируют в разрезе лесничеств, что связано с почвенно-экологическими условиями их территорий и особенностями ведения хозяйства. Сделан вывод о том, что дубняки республики далеко не в полной мере реализуют свою потенциальную производительность, для повышения которой необходимо совершенствовать технологии ухода за лесом и оптимизировать породный состав древостоев.*

**Ключевые слова:** дуб черешчатый; древостои; структура; состояние; развитие.

**Введение.** Дуб черешчатый, или летний (*Quercus robur* L.), является одной из наиболее долговечных и хозяйственно ценных древесных пород [1–5]. В соответствующих лесорастительных условиях он образует смешанные по составу и сложные по структуре высокопродуктивные насаждения, успешно выполняющие многие средообразующие и средоохраняющие функции [6–12]. В естественном виде он произрастает от Балтики и Прионежья на севере до Черноморского побережья на юге и от западных границ России до Урала на востоке, однако на долю дубняков в лесном фонде страны приходится менее 1% покрытой лесом площади (Лесной фонд России: Справочник. М.: Государственная лесная служба, 2003. 637 с.). Лесоводы всегда стремились к сохранению и повышению продуктивности дубняков, проводя соответствующие хозяйственные мероприятия, однако не смогли остано-

вить процесс их деградации и отмирания, резко ускорившийся в последние десятилетия [11–14]. Возможно, что это временное явление, связанное с цикличностью климата и развития живой природы [15, 16].

**Цель работы** – оценка современной структуры древостоев с участием дуба черешчатого в лесах Республики Марий Эл и выявление закономерностей их развития.

**Объект и методика исследования.** Материалом для анализа служила электронная выделенная база данных, содержащая детальную таксационную характеристику древостоев всех лесничеств Республики Марий Эл по данным лесоустройства 2004 года (более 400 тыс. выделов общей площадью 1165628 га). Характер распространения древостоев с участием дуба в разрезе лесничеств и типов лесорастительных условий (ТЛУ) оценивали по площади древостоев, средним

© Демаков Ю. П., Краснов В. Г., Исаев А. В., 2016.

**Для цитирования:** Демаков Ю. П., Краснов В. Г., Исаев А. В. Структура и закономерности развития древостоев с участием дуба в лесах Республики Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 2 (30). С. 45–60. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.2.45

значениям их возраста, класса бонитета и полноты, а также коэффициентам рассеяния ( $K_p$ ) и плотности популяции породы в насаждениях ( $K_{пп}$ ), которые были вычислены нами по отношениям  $K_p = 100 \cdot S_i / S_{общ.}$ ,  $K_{пп} = 10 \cdot \Sigma(S_i p_i) / S_{общ.}$ , где  $S_{общ.}$  – общая площадь насаждений лесничества или ТЛУ, га;  $S_i$  – площадь насаждений с участием дуба, га;  $p_i$  – доля участия дуба в составе древостоя. При решении задачи использовали хорошо отработанную нами информационную технологию, основанную на системном анализе данных массовой таксации насаждений [17 – 25]. Обработку материала проводили стандартными методами, используя прикладные программы математической статистики.

**Результаты.** Анализ исходного материала показал, что древостои с участием дуба черешчатого произрастают в государственном лесном фонде Республики Марий Эл на площади 23757 га (2,04 % площади всего лесного фонда), площадь же лесов с его преобладанием в 2,5 раза меньше (0,82 %). Площадь и доля древостоев с преобладанием дуба и его участием сильно варьируют в разрезе лесничеств. Наиболее широко распространён дуб на юго-западе республики в Марийском нагорном Предволжье. Больше всего

древостоев с его участием в Дубравном и Еласовском лесничествах (4085 и 3195 га соответственно). В 15 лесничествах из 82 дуб практически не встречается, а в 45 доля древостоев с его участием не превышает 1 %. Характер распределения лесничеств республики по площади и доле древостоев с участием и преобладанием дуба в составе их лесного фонда ( $Y$ ) отображает уравнение  $Y = K \cdot \exp[a \cdot (R - 1)^b]$ , в котором  $K$  – значение показателя в лесничестве, занимающем первое место в соответствующем ранговом ряду;  $R$  – ранг лесничества в порядке снижения значений оцениваемых параметров ( $R = 1, 2 \dots N$ ). Значения коэффициентов уравнения приведены в табл. 1.

Характер распределения древостоев с участием дуба определяют, в первую очередь, эдафические факторы. Установлено, что эта порода занимает весьма узкую экологическую нишу, встречаясь в составе древостоев в основном во влажных пойменных сурамях и свежих дубравах (табл. 2). В пределах каждого ТЛУ доля насаждений с участием дуба не является стабильной, а изменяется в разрезе лесничеств, как и у других древесных пород [18, 20, 21], в очень больших пределах (табл. 3), что связано, очевидно, с особенностями ведения хозяйства в них.

Таблица 1

#### Закономерности распределения древостоев с участием дуба в разрезе лесничеств

Оцениваемый параметр	Значения коэффициентов уравнений				
	$M_x$	$K$	$a$	$b$	$R^2$
Площадь древостоев с преобладанием дуба в их составе, га	106,0	2281	-0,703	0,549	0,995
Доля древостоев с преобладанием дуба в их составе, %	1,39	52,7	-1,183	0,523	0,987
Площадь древостоев с присутствием дуба в их составе, га	353,7	4085	-0,483	0,538	0,965
Доля древостоев с присутствием дуба в их составе, %	3,74	73,8	-1,209	0,304	0,994

**Примечание:**  $M_x$  – среднее арифметическое значение показателя;  $K, a, b$  – коэффициенты регрессии уравнений рангового распределения оцениваемых параметров;  $R^2$  – коэффициент детерминации уравнения.

Таблица 2

## Закономерности распространения древостоев с участием дуба в различных ТЛУ

Трофотоп	Средняя доля площади древостоев по гигротопам, %*				
	1	2	3	4	5
А	0,00 / 0,00	0,16 / 0,00	0,28 / 0,00	0,02 / 0,00	0,00 / 0,00
В	-	1,46 / 0,00	1,11 / 0,18	0,37 / 0,00	0,00 / 0,00
С	-	6,86 / 0,06	<b>16,3 / 8,03</b>	1,30 / 0,16	3,08 / 0,29
Д	-	<b>72,9 / 52,4</b>	-	-	-

**Примечание:** перед чертой – древостои с присутствием дуба, за чертой – с его преобладанием.

Таблица 3

## Пределы изменчивости распространения древостоев с участием дуба в различных ТЛУ в разрезе лесничеств

Трофотоп	Доля площади древостоев с присутствием дуба по гигротопам, %*				
	1	2	3	4	5
А	0,00 / 0,21	0,00 / 2,61	0,00 / 4,03	0,00 / 0,70	0,00 / 0,00
В	-	0,00 / 14,8	0,00 / 19,7	0,00 / 4,26	0,00 / 0,08
С	-	0,00 / 74,7	0,00 / 100,0	0,00 / 31,4	0,00 / 38,2
Д	-	0,00 / 100,0	-	-	-

**Примечание:** перед чертой – минимальное значение, за чертой – максимальное значение.

Древостои с участием дуба являются смешанными, состоящими чаще всего из 3–4 пород деревьев (табл. 4). Доля участия в них дуба изменяется в ТЛУ С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub> и Д<sub>2</sub> от 1 до 10 единиц (табл. 5), составляя в среднем 15,5–36,6 %. В остальных ТЛУ доля участия в древостоях дуба не превышает двух, реже 5–6 единиц. Форма кривых распределения площади древостоев по доле участия в их составе дуба во всех ТЛУ однотипна и описывается урав-

нением Ципфа-Парето  $Y = K \cdot \exp(-a \cdot X)$ , отображающим процессы рассеивания и разложения, хорошо аппроксимирующим ряды распределения доли участия в насаждениях многих древесных пород Республики Марий Эл [18, 20, 21]. Плотность популяции дуба наиболее высока во влажных пойменных сураменах и свежих дубравах, где составляет соответственно 6,81 и 25,3 %. В остальных ТЛУ она ничтожно мала, изменяясь от 0,01 до 0,17 %.

Таблица 4

## Распределение древостоев с участием дуба по числу слагающих их пород деревьев

ТЛУ	Доля древостоев (%) по числу слагающих их пород							Среднее число пород
	1	2	3	4	5	6	7	
С <sub>3</sub>	4,1	10,2	27,4	<b>41,2</b>	14,9	2,1	0,1	3,59
Д <sub>2</sub>	0,8	20,7	33,8	<b>36,0</b>	8,1	0,7	0,1	3,33

Таблица 5

## Характер распределения древостоев в различных ТЛУ по доле участия в них дуба

ТЛУ	Относительная площадь древостоев с различной долей участия в их составе дуба, %										K <sub>min</sub>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A <sub>2</sub>	82,5	17,5										< 0,01
A <sub>3</sub>	86,1	13,9										0,01
B <sub>2</sub>	58,4	27,8	11,7	0,7	1,5							0,03
B <sub>3</sub>	75,9	20,7	3,4									0,03
B <sub>4</sub>	74,1	25,9										0,03
C <sub>2</sub>	66,7	21,7	6,8	2,3	0,9	0,5	0,4	0,3	0,0	0,3		0,17
C <sub>3</sub>	19,8	20,6	15,3	12,2	11,7	6,4	5,0	4,2	1,3	3,3		6,81
C <sub>4</sub>	75,9	19,1	1,6	2,2	0,0	1,2						0,12
C <sub>5</sub>	63,2	28,5	8,3									0,16
D <sub>2</sub>	26,9	19,3	13,0	13,3	15,7	4,9	3,8	0,9	0,5	1,6		23,5
<b>В целом</b>	<b>33,6</b>	<b>20,5</b>	<b>12,4</b>	<b>10,2</b>	<b>10,6</b>	<b>4,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,1</b>	<b>0,7</b>	<b>2,0</b>		<b>0,56</b>

**Примечание:** за 100 % принята площадь древостоев с присутствием дуба в каждом ТЛУ. Наличие древостоев с примесью дуба в ТЛУ A<sub>2</sub> может объясняться ошибкой таксаторов.

Дуб встречается в древостоях различных классов бонитета и полноты (табл. 6, 7). Наиболее высокий средний класс бонитета имеют древостои в ТЛУ D<sub>2</sub>, однако их структура здесь менее сложна и слабо выровнена. Степень взаимного сходства характера рядов распределения древостоев по классам бонитета в ТЛУ C<sub>3</sub> и D<sub>2</sub>, оцененная по коэффициенту Жаккара, составляет всего 35,6 %. Средняя полнота древостоев в обоих сравниваемых ТЛУ практи-

чески одинакова, однако в ТЛУ D<sub>2</sub> структура рядов их распределения более сложная и выравненная. Степень взаимного сходства характера рядов распределения сравниваемых древостоев по классам полноты составляет 63,7 %. Исследования показали, что древостои с преобладанием дуба значительно уступают древостоям других пород по бонитету и полноте, во всех ТЛУ, особенно во влажных пойменных сураменях (рис. 1, 2).

Таблица 6

## Распределение площади древостоев с участием дуба в различных ТЛУ по классам их бонитета

ТЛУ	Доля площади древостоев по классам бонитета, %					Средний класс бонитета	Индекс SG	Индекс E
	I	II	III	IV	V			
C <sub>3</sub>	8,3	27,4	49,1	15,1	0,1	II,71	2,89	0,58
D <sub>2</sub>	21,3	61,9	15,9	0,8	0,2	I,97	2,20	0,44

**Примечание:** индекс SG Симпсона-Гибсона характеризует сложность распределения древостоев, вычислен по формуле  $SG = 1/\sum p^2$ , где p – доля площади древостоев i-го класса бонитета от общей площади ТЛУ; индекс E характеризует степень выравненности рядов распределения древостоев, вычислен по формуле  $E = SG/k$ , где k – число классов бонитета.

Таблица 7

## Распределение площади древостоев с участием дуба в различных ТЛУ по их полноте

ТЛУ	Доля площади древостоев по их относительной полноте, %								Средняя полнота	Индексы SG / E
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0		
C <sub>3</sub>	2,0	7,5	23,5	46,3	16,4	4,0	0,3	0,1	0,58	3,29 / 0,41
D <sub>2</sub>	5,8	15,3	23,5	24,8	15,7	5,9	6,5	2,6	0,59	5,66 / 0,71

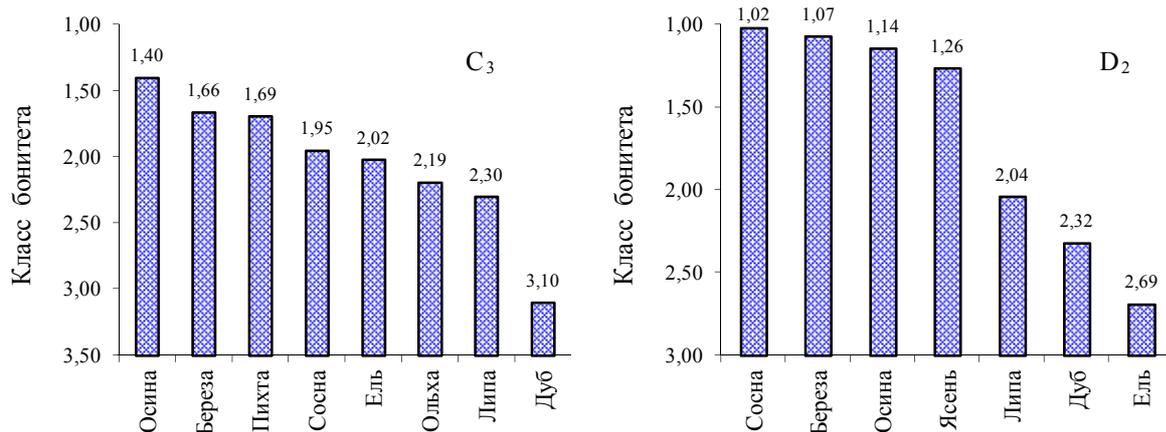


Рис. 1. Средние значения класса бонитета древостоев разных пород в ТЛУ C<sub>3</sub> и D<sub>2</sub>

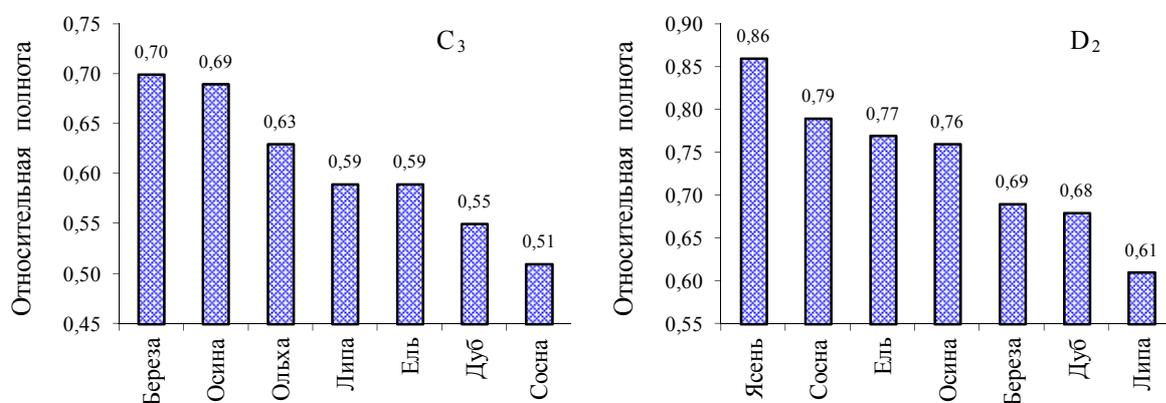


Рис. 2. Средние значения полноты древостоев разных пород в ТЛУ C<sub>3</sub> и D<sub>2</sub>

Важнейшим показателем состояния древостоев является их возраст, который изменяется в очень больших пределах (табл. 8). Средний возраст древостоев с участием дуба наиболее велик во влажных пойменных сурамях (ТЛУ C<sub>3</sub>), хотя предельный их возраст здесь не самый высокий. Три сравниваемых между собой ТЛУ, где дуб встречается чаще всего, имеют разный характер возрастной структуры древостоев, но практически не различаются между собой по степени её сложности. В возрастном спектре древостоев, имеющем в целом волновой характер, чётко выделяется ряд пиков (рис. 3), связанных с последовательными процессами их распада и возникновения. Первый пик, особенно резко проявившийся в ТЛУ C<sub>2</sub>, приходится на возраст 25 лет, что соответствует 1979 календарному году, зимой которого отмечались очень сильные морозы, вызвавшие значительные повре-

ждения дубняков в Поволжье [26]. В ТЛУ C<sub>3</sub> довольно мощный пик отпада приходится на возраст древостоев 60–70 лет, что соответствует засушливому 1939 и морозному 1941 годам. Следующий пик, особенно резко выраженный в ТЛУ C<sub>2</sub> и D<sub>2</sub> и связанный с отмиранием или вырубкой древостоев, приходится на возраст 90–100 лет, что соответствует 1905–1915 календарным годам. В ТЛУ C<sub>3</sub> небольшие по мощности волны возникновения древостоев отмечались в 1890 и 1860 годах, что соответствует современному их возрасту соответственно 115 и 145 лет. Очень мала представленность древостоев в возрасте до 20, 30–60 и 70–80 лет, что указывает на слабые изменения структуры лесов в 1995–2005, 1945–1975 и 1925–1935 гг. Возрастная структура древостоев с участием дуба далека в целом от идеала и не может обеспечить стабильности лесопользования.

Таблица 8

**Параметры возрастной структуры древостоев с участием дуба в различных ТЛУ**

ТЛУ	Значения показателей					
	Средний возраст, лет	Максимальный возраст, лет	Индекс SG	Индекс E	Степень сходства	
					с ТЛУ C <sub>2</sub>	с ТЛУ C <sub>3</sub>
C <sub>2</sub>	75	180	10,8	0,60	-	52,7
C <sub>3</sub>	91	220	10,7	0,53	52,7	-
D <sub>2</sub>	85	250	9,09	0,45	40,7	49,7

**Примечание:** индекс сложности вычислен по формуле Симпсона-Гибсона  $SG = 1/\sum p^2$ , где  $p$  – доля площади древостоев  $i$ -го класса возраста от общей их площади; индекс выравненности вычислен по формуле  $E = SG/k$ , где  $k$  – число классов возраста древостоев по десятилетиям; степень сходства возрастной структуры оценена по формуле Жаккара  $Kg = 100 \cdot \sum \min(A, B) / \sum \max(A, B)$

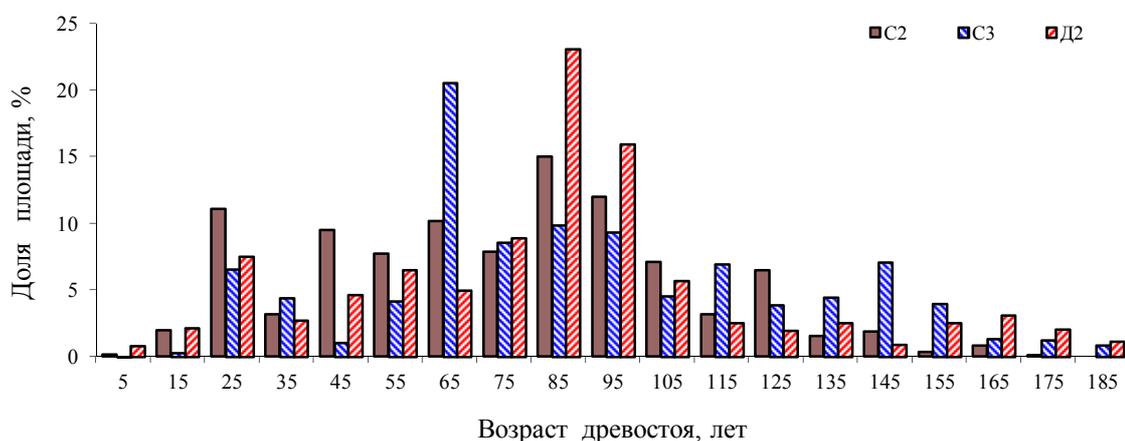


Рис. 3. Возрастная структура древостоев с участием дуба черешчатого в лесах различных ТЛУ

Параметры состояния древостоев с участием дуба, в том числе и степень их представленности в лесном фонде Марий Эл, не остаются стабильными на протяжении всей их жизни, а определённым образом под влиянием природных и антропогенных факторов изменяются во времени. Так, доля древостоев с участием дуба во всех ТЛУ, которую численно характеризует коэффициент расселения породы, скачкообразно, но в целом неуклонно, увеличивается с их возрастом, достигая почти 100 % в ТЛУ D<sub>2</sub> в возрасте 95 лет, а в ТЛУ C<sub>3</sub> – 145 лет (рис. 4).

В ТЛУ же C<sub>2</sub> присутствие дуба начинает отмечаться в древостоях только старше 60 лет и значение коэффициента его расселения не превышает 30 %. Характер изменения значения коэффициента расселения дуба ( $Y, \%$ ) с возрастом древостоев ( $A, \text{лет}$ ) отображают следующие уравнения регрессии:

- в ТЛУ C<sub>2</sub>  $Y = 25 \cdot \{1 - \exp[-41,55 \cdot 10^{-7} \times (A - 60)^{2,795}]\}$ ;  $R^2 = 0,653$ ;  $p < 0,01$ ;
- в ТЛУ C<sub>3</sub>  $Y = 100 \cdot [1 - \exp(-31,01 \cdot 10^{-10} \times A^{4,067})]$ ;  $R^2 = 0,973$ ;  $p < 0,001$ ;
- в ТЛУ D<sub>2</sub>  $Y = 100 \cdot [1 - \exp(-75,06 \cdot 10^{-3} \times A^{0,684})]$ ;  $R^2 = 0,828$ ;  $p < 0,001$ .

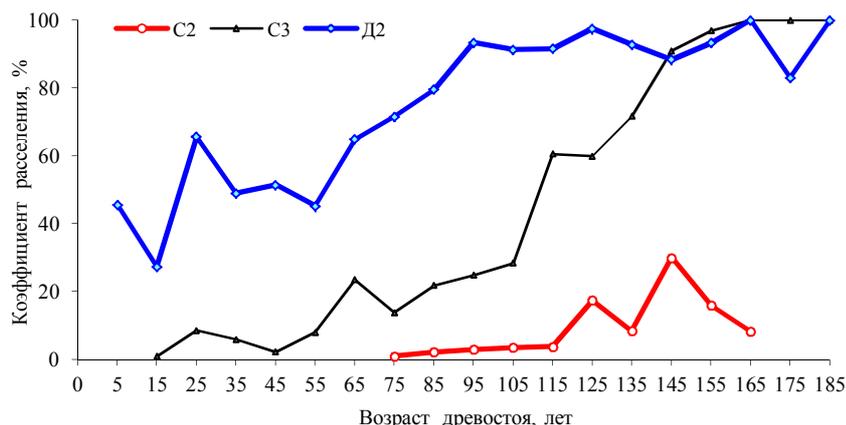


Рис. 4. Возрастные изменения коэффициента расселения популяции дуба в лесах различных ТЛУ

По мере увеличения возраста древостоев с участием дуба в них происходит также определённая трансформация породной структуры (табл. 9). Так, число пород деревьев, участвующих в сложении древостоев, изменяется во времени волнообразно, оставаясь всё время на достаточно высоком уровне. В ТЛУ  $C_3$  отмечается три волны падения и подъёма значений этого показателя, а ТЛУ  $D_2$  – две, которые обусловлены, на наш взгляд, в основном естественными сукцессионными процессами и слабо зависят от характера лесохозяйственной деятельности, особенно в пойменных экотопах. Изменение числа пород деревьев в ТЛУ  $C_3$  отрицательно коррелирует, как показали расчёты, с изменением долевого участия в составе древостоев дуба ( $r = -0,71$ ), а в ТЛУ  $D_2$  – долевого участия липы ( $r = -0,57$ ). Долевое участие дуба в ТЛУ  $D_2$  наиболее велико в древостоях возрастом до

60 лет, а затем оно неуклонно снижается. В ТЛУ же  $C_3$  оно изменяется скачкообразно, что связано с выпадением из состава древостоев осины и внедрения в них липы, неуклонно увеличиваясь с возрастом. Доля в древостоях липы в ТЛУ  $D_2$  неуклонно увеличивается, достигая в возрасте старше 140 лет более 60%. Эта порода здесь постепенно отвоёвывает жизненное пространство, становясь со временем главным эдификатором лесных биогеоценозов, полностью определяющим их функционирование и развитие. Во влажных пойменных сураменах такой тенденции не отмечается и долевое участие липы в древостоях флуктуирует во времени, изменяясь от 30 до 7%. Доля участия остальных пород деревьев, среди которых преобладают осина и берёза, в обоих экотопах неуклонно с увеличением возраста древостоев снижается, что связано с естественным их отмиранием.

Таблица 9

Динамика состава древостоев с участием в них дуба черешчатого в разных ТЛУ

ТЛУ	Значение параметров древостоя в возрасте, лет							
	до 20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	> 140
Среднее число древесных пород								
$C_3$	3,67	3,22	3,04	3,52	3,45	2,93	3,62	2,85
$D_2$	3,62	3,44	3,27	3,05	3,15	3,30	3,22	3,01
Средняя доля участия дуба, %								
$C_3$	11,7	20,2	49,3	36,5	38,8	62,2	46,8	67,2
$D_2$	41,8	45,9	47,5	43,5	40,9	39,6	31,4	26,3
Средняя доля участия липы, %								
$C_3$	30,0	7,9	16,7	21,0	27,6	7,0	23,7	16,7
$D_2$	11,7	19,3	20,9	20,1	42,0	53,0	58,5	63,7
Средняя доля участия прочих пород, %								
$C_3$	58,3	71,9	34,0	42,5	33,6	30,8	29,5	16,1
$D_2$	46,5	34,8	31,6	36,4	17,1	7,4	10,1	10,0

С увеличением возраста древостоев с участием дуба определённым образом изменяется также их потенциальная производительность, которую лучше всего характеризует их бонитет. Во влажных пойменных сурамях (ТЛУ С<sub>3</sub>) он начинает быстро падать со 2 до 3 класса, достигая минимума в 90–100 лет (рис. 5), что наилучшим образом аппроксимирует асимптотическая функция:

$$Y = 1,05 \cdot [1 - \exp(-57,96 \cdot 10^{-14} \cdot A^{6,313})] + 2,00;$$

$$R^2 = 0,977; p < 0,001.$$

В свежих дубравах класс бонитета древостоев, как свидетельствуют приведённые данные, изменяется волнообразно с периодом 160 лет: до возраста 55 лет его величина возрастает с 2,39 до 1,29, затем до воз-

раста 150 лет снижается, а потом опять повышается. Его динамику наилучшим образом описывает синусоидальная функция:

$$Y = 0,68 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot A / 160 + 2,174) + 2,12;$$

$$R^2 = 0,898; p < 0,01.$$

Изменение класса бонитета древостоев с участием дуба в этом ТЛУ связано, на наш взгляд, как с трансформацией их породного состава, так и условий внешней среды, обусловленных колебаниями климата. Результаты исследований показали, что чем ниже производительность древостоев, тем больше в их составе дуба и меньше осины (табл. 10). Можно сказать, и наоборот: чем больше в составе древостоя дуба и меньше осины, тем ниже их производительность.

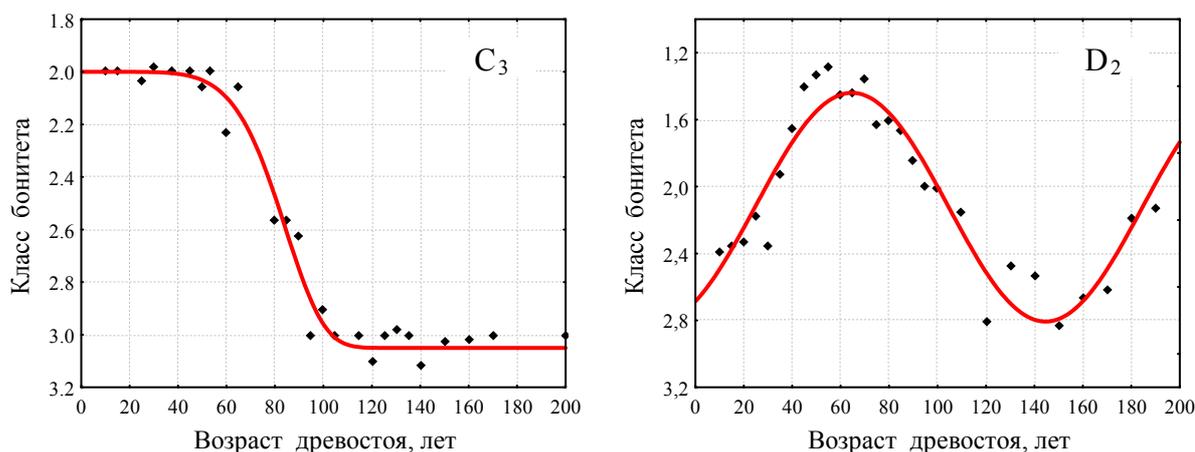


Рис. 5. Динамика среднего класса бонитета древостоев с участием дуба в ТЛУ С<sub>3</sub> и D<sub>2</sub>

Таблица 10

**Производительность и состав древостоев с участием дуба разных классов бонитета в ТЛУ D<sub>2</sub>**

Класс бонитета	Число выделов	Запас, м <sup>3</sup> /га	Средняя доля участия разных пород в составе древостоя, %				
			дуба	липы	берёзы	осины	прочих
Возраст древостоев 25 лет							
1	34	158	12,1	18,8	17,4	30,9	20,8
2	59	89	54,6	13,4	12,4	5,8	13,8
3	42	68	56,0	11,7	13,6	1,9	16,8
4	6	57	60,0	10,0	21,7	5,0	3,3
Возраст древостоев 90 лет							
1	48	230	16,0	18,5	45,4	19,8	0,3
2	184	212	39,2	43,9	10,1	3,4	3,4
3	10	164	42,0	51,0	3,0	3,0	1,0

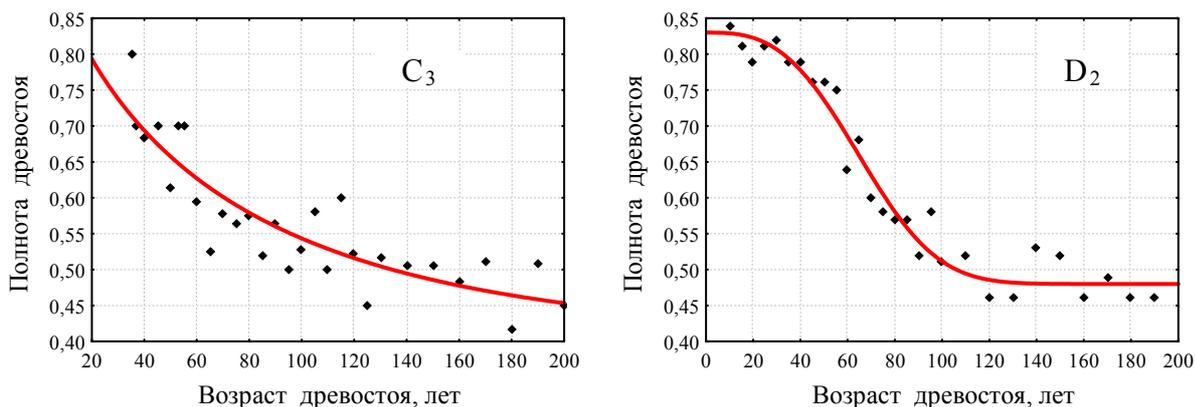


Рис. 6. Динамика полноты древостоев с участием дуба в ТЛУ  $C_3$  и  $D_2$

Закономерно изменяется также полнота древостоев с участием дуба, неуклонно снижаясь с их возрастом (рис. 6), что аппроксимируют уравнения регрессии:

– в ТЛУ  $C_3$

$$P = 0,57 \cdot \exp(-25,65 \cdot 10^{-3} \cdot A^{0,910}) + 0,43;$$

$$R^2 = 0,793; p < 0,01;$$

– в ТЛУ  $D_2$

$$P = 0,35 \cdot \exp(-30,67 \cdot 10^{-7} \cdot A^{2,947}) + 0,48;$$

$$R^2 = 0,963; p < 0,001.$$

В начальный период развития древостоев с участием дуба их полнота в ТЛУ  $C_3$ , как свидетельствуют приведённые данные, несколько ниже, чем в  $D_2$ , но снижается с возрастом она медленнее. В возрасте 80–90 лет полнота древостоев в обоих экотопах становится практически одинаковой, а в последующем – более высокой во влажных пойменных сураменях.

Изменение средней высоты ( $H$ , м) и среднего диаметра ( $D$ , см) деревьев дуба с возрастом древостоев ( $A$ , лет) наилучшим образом описывают уравнения регрессии:

– в ТЛУ  $C_3$

$$H = 25,9 \cdot [1 - \exp(-24,00 \cdot 10^{-3} A^{0,951})];$$

$$R^2 = 0,970; p < 0,001;$$

$$D = 54,1 \cdot \{1 - \exp[-10,41 \cdot 10^{-3} (A - 5)]\};$$

$$R^2 = 0,986; p < 0,001;$$

– в ТЛУ  $D_2$

$$H = 25,5 \cdot [1 - \exp(-15,81 \cdot 10^{-4} A^{1,786})];$$

$$R^2 = 0,994; p < 0,001;$$

$$D = 2,47 \cdot (A - 7)^{0,577}; R^2 = 0,971;$$

$$p < 0,001.$$

Средняя высота деревьев дуба в ТЛУ  $D_2$  вплотную приближается к своему биологическому пределу, ограниченному условиями среды, уже в возрасте 60–70 лет и после чего практически не увеличивается (рис. 7). Во влажных пойменных сураменях деревья приближаются к этому же пределу, величина которого в обоих экотопах практически одинакова, в возрасте 140 лет, несколько уступая по высоте деревьям в ТЛУ  $D_2$  в более молодом возрасте. Значения среднего диаметра деревьев существенно не различаются между экотопами до 160 лет, продолжая увеличиваться и далее (рис. 8).

Расчёты показали, что нормативный запас стволовой древесины предельно сомкнутых древостоев полнотой 1,0 с преобладанием дуба во влажных пойменных сураменях в возрасте от 30 до 150 лет ниже, чем у подобных древостоев в свежих дубравах. В ТЛУ  $D_2$  его величина вплотную приближается к своему биологическому пределу уже в возрасте 80–90 лет, а в ТЛУ  $C_3$  – только в 150–160 (рис. 9). Динамику его величины ( $M$ , м<sup>3</sup>/га) наилучшим образом аппроксимируют следующие уравнения регрессии:

– в ТЛУ  $C_3$

$$M_{\text{норм.}} = 444,0 \cdot [1 - \exp(-79,65 \cdot 10^{-4} A^{1,161})];$$

$$R^2 = 0,954; p < 0,001;$$

– в ТЛУ  $D_2$

$$M_{\text{норм.}} = 429,2 \cdot [1 - \exp(-65,77 \cdot 10^{-5} A^{1,955})];$$

$$R^2 = 0,995; p < 0,001.$$

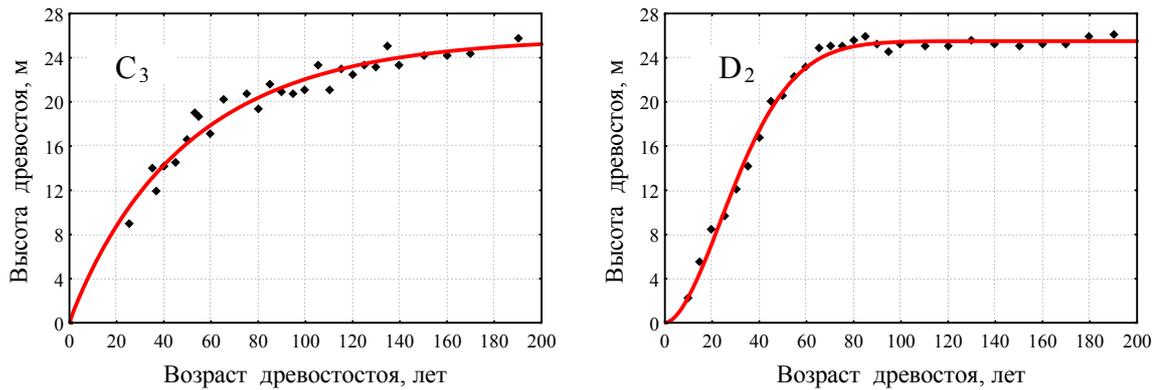


Рис. 7. Динамика средней высоты древостоев с преобладанием дуба в ТЛУ С<sub>3</sub> и D<sub>2</sub>

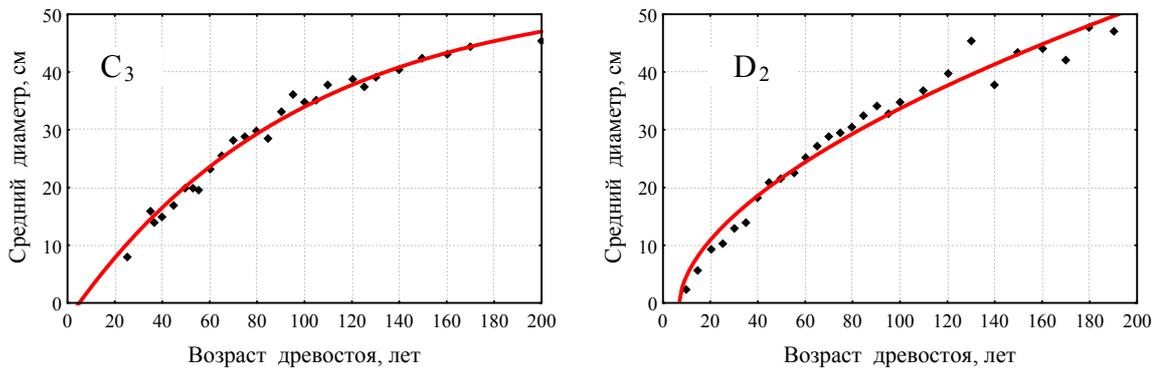


Рис. 8. Динамика среднего диаметра древостоев с преобладанием дуба в ТЛУ С<sub>3</sub> и D<sub>2</sub>

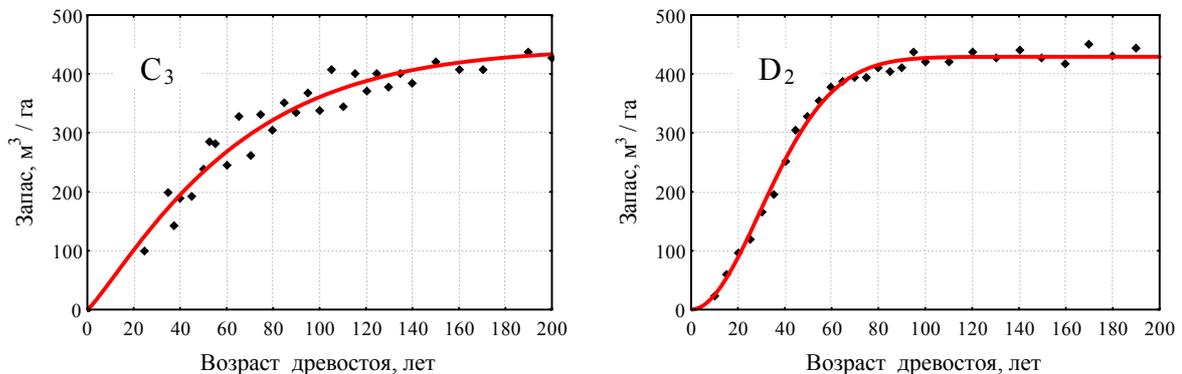


Рис. 9. Динамика нормативного запаса древостоев с преобладанием дуба в ТЛУ С<sub>3</sub> и D<sub>2</sub>

Динамику величины фактического (наличного) запаса древостоев, максимальная величина которого в ТЛУ С<sub>3</sub> составляет всего 200 м<sup>3</sup>/га, а в ТЛУ D<sub>2</sub> 264 м<sup>3</sup>/га, описывают следующие уравнения регрессии:

– в ТЛУ С<sub>3</sub>

$$M_{\text{факт.}} = 200,3 \cdot [1 - \exp(-74,86 \cdot 10^{-4} A^{1,289})];$$

$$R^2 = 0,950; p < 0,001;$$

– в ТЛУ D<sub>2</sub>

$$M_{\text{факт.}} = M_{\text{норм.}} - 220,7 \cdot [1 - \exp(-22,29 \cdot 10^{-6} \times A^{2,554})]; R^2 = 0,957; p < 0,01.$$

Наличный запас древостоев в ТЛУ D<sub>2</sub> достигает максимальной величины уже в

возрасте 65 лет, а затем в результате отпада деревьев под действием различных факторов постепенно снижается (рис. 10). После 100–115 лет наступает субклимаксовая стадия развития древостоя, которая может продолжаться до 250–300 лет. Запас древесины в этот период флуктуирует вокруг среднего уровня, составляющего 200–220 м<sup>3</sup>/га. В ТЛУ С<sub>3</sub> древостои с преобладанием дуба достигают максимума наличного запаса стволовой древесины только в возрасте 130–140 лет.

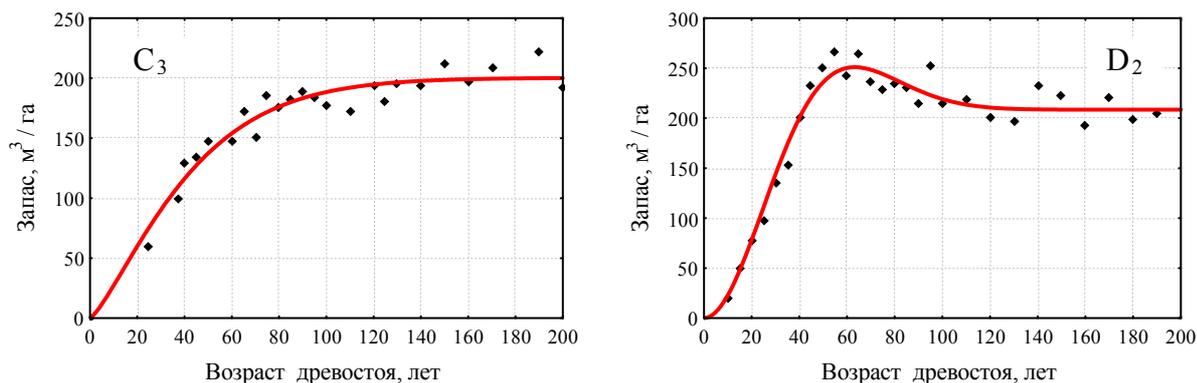


Рис. 10. Динамика фактического запаса древостоев с преобладанием дуба в ТЛУ  $C_3$  и  $D_2$

Исследования показали, что наибольший запас стволовой древесины имеют многопородные древостои с участием дуба менее 30 % (табл. 11), которые наиболее полно используют имеющиеся ресурсы среды. Это вовсе не означает, что выращивать дуб в лесах Республики Марий Эл не целесообразно. Результаты исследования скорее свидетельствуют о недостаточном

внимании лесоводов к формированию структуры древостоев и слабой конкурентоспособности дуба по отношению к другим породам деревьев. Повысить общую производительность дубрав и долю в них ценной дубовой древесины можно путём регулирования их густоты и породного состава с помощью рубок ухода, проводить которые нужно как можно раньше.

Таблица 11

Влияние числа пород деревьев на производительность и состав древостоев с участием дуба

Число пород деревьев	Число выделов	Запас древостоев, м <sup>3</sup> /га	Средняя доля участия разных пород в составе древостоя, %				
			дуба	липы	берёзы	осины	прочих
Возраст древостоев 25-35 лет, ТЛУ $C_3$							
2	4	100	12,5	0,0	20,0	67,5	0,0
3	26	117	20,4	2,7	33,1	42,7	1,1
4	59	127	14,6	12,7	26,3	42,7	3,7
5	8	100	15,0	10,0	15,0	45,0	15,0
Возраст древостоев 25 лет, ТЛУ $D_2$							
1	11	53	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	20	66	71,0	2,0	8,0	0,0	19,0
3	30	81	53,0	8,3	18,0	4,7	16,0
4	50	121	29,4	21,6	14,0	20,0	15,0
5	28	112	24,3	18,9	20,0	14,3	22,5
6	4	95	25,0	22,5	15,0	10,0	27,5
Возраст древостоев 80-100 лет, ТЛУ $C_3$							
1	31	153	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	71	193	64,2	12,4	7,6	13,8	2,0
3	99	196	44,9	19,0	11,5	15,8	8,8
4	83	199	29,6	29,6	16,1	13,1	11,6
5	35	199	20,0	22,6	23,4	16,6	17,4
6	8	240	11,3	35,0	13,8	8,8	31,1
Возраст древостоев 90 лет, ТЛУ $D_2$							
2	51	198	41,6	54,3	3,1	1,0	0,0
3	95	209	34,4	38,1	22,3	3,3	1,9
4	80	227	29,3	33,5	19,8	14,3	3,1
5	15	226	38,0	27,3	13,3	6,7	14,7

Исследования показали, что для успешного роста деревьев дуба и формирования высокопродуктивных насаждений необходимо снижать в молодости сомкнутость полога до 0,4–0,5 и не допускать заглушения мягколиственными породами, высота которых должна быть ниже на 1–1,5 м [9, 27]. Лучшей сопутствующей дубу породой является липа, которая всегда имеется в насаждениях и положительно влияет на лесорастительные свойства почвы. Долю её участия в древостоях необходимо, однако, ограничивать. Присутствие же в дубняках осины, берёзы, клёна и вяза нежелательно. Весьма перспективно создание листовеннично-дубовых насаждений [28], особенно на не покрытых лесом землях, выбывших из-под сельскохозяйственного использования. Полностью решить задачу по оптимизации густоты и породного состава дубрав, а также режимов их выращивания можно лишь на основе натуральных экспериментов. На это потребуется, естественно, очень много времени, средств и терпения, однако получить надёжные результаты иным путём, к сожалению, невозможно.

### Выводы

1. Площадь и доля древостоев с участием дуба черешчатого, который занимает весьма узкую экологическую нишу, встречаясь в составе древостоев в основном во влажных пойменных сураменях и свежих дубравах, сильно варьируют в разрезе лесничеств Республики Марий Эл, что связано с почвенно-экологическими условиями их территорий и особенностями ведения хозяйства.

2. Древостои с участием дуба в лесах Марий Эл, возраст которых достигает 250 лет, класс бонитета варьирует от I до V, а полнота – от 0,3 до 1,0, по составу являются в основном сложными, состоящими из 4–5 пород деревьев. Плотность популяции дуба наиболее высока во влажных пойменных сураменях и свежих дубравах, где составляет соответственно 6,81 и 25,3 %. В остальных ТЛУ она ничтожно мала, изменяясь от 0,01 до 0,17 %. Доля древостоев с участием дуба в лесном фон-

де республики составляет в среднем всего 2,04 %, а с его преобладанием – 0,82 %.

3. По мере увеличения возраста древостоев с участием дуба происходит определённая трансформация породной структуры и изменение других параметров их состояния. Так, коэффициент расселения дуба, скачкообразно, но в целом неуклонно увеличивается, достигая почти 100 % в ТЛУ D<sub>2</sub> в возрасте 95 лет, а в ТЛУ C<sub>3</sub> – 145 лет. В ТЛУ же C<sub>2</sub> присутствие дуба начинает отмечаться в древостоях только старше 60 лет и значение коэффициента его расселения не превышает 30 %. Бонитет древостоев в ТЛУ C<sub>3</sub> начинает быстро падать со II до III класса, достигая минимума в 90–100 лет. В свежих дубравах его значения изменяются волнообразно с периодом 160 лет, что связано с трансформацией породного состава древостоев и, возможно, варьированием параметров климата. Полнота древостоев неуклонно снижается с их возрастом, опускаясь к 120–160 годам до 0,5.

4. Высота древостоев с участием дуба в ТЛУ D<sub>2</sub> вплотную приближается к своему биологическому пределу, ограниченному условиями среды, уже в возрасте 60–70 лет и после чего уже практически не увеличивается. Во влажных пойменных сураменях этот предел, величина которого в обоих экотопах практически одинакова, достигается в возрасте 140 лет. Значения же среднего диаметра деревьев, которые существенно не различаются между экотопами до 160 лет, увеличиваются в течение всей их жизни.

5. Нормативный запас стволовой древесины древостоев полнотой 1,0 с преобладанием дуба во влажных пойменных сураменях в возрасте от 30 до 150 лет ниже, чем у подобных древостоев в свежих дубравах. В ТЛУ D<sub>2</sub> его величина вплотную приближается к своему биологическому пределу уже в возрасте 80–90 лет, а в ТЛУ C<sub>3</sub> – только в 150–160. Наличный же запас древесины в ТЛУ D<sub>2</sub> достигает максимальной величины, составляющей 264 м<sup>3</sup>/га, уже в возрасте 65 лет, а затем в результате отпада деревьев постепенно снижается. После 100–115 лет наступает субклимаксальная стадия

развития древостоя, которая может продолжаться до 250–300 лет. Запас в этот период флуктуирует вокруг среднего уровня, составляющего 200–220 м<sup>3</sup>/га. В ТЛУ С<sub>3</sub> древостои с преобладанием дуба достигают максимума наличного запаса стволовой древесины, составляющего всего 200 м<sup>3</sup>/га, только в возрасте 130–140 лет. Наибольший запас стволовой древесины имеют многопородные древостои, в которых доля участия дуба составляет менее 30 %.

#### 6. Древостои с участием дуба в Рес-

#### Список литературы

1. Чеведаев А. А. Дуб, его свойства и значение. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1963. 233 с.
2. Лосицкий К. Б. Дуб. М.: Лесная промышленность, 1981. 101 с.
3. Рысин Л. П., Рысина Г. П. Дуб обыкновенный // Биологическая флора Московской области. М.: МГУ, 1990. С. 102-130.
4. Пчелин В. И. Дендрология. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 519 с.
5. Усольцев В. А. Лесные арабески, или этюды из жизни наших деревьев. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2014. 161 с.
6. Денисов А. К. Пойменные дубравы лесной зоны. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. 84 с.
7. Молчанов А. А. Дубравы лесостепи в биогеоценотическом освещении. М.: Наука, 1975. 374 с.
8. Новосельцев В. Д., Бугаев В. А. Дубравы. М.: Агропромиздат, 1985. 214 с.
9. Глебов В. П., Верхунов П. М., Урмаков Г. Н. Дубравы Чувашии. Чебоксары: Чувашия, 1998. 176 с.
10. Яковлев А. С., Яковлев И. А. Дубравы Среднего Поволжья. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. 352 с.
11. Калинин Н. П. Дубравы России. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. 536 с.
12. Ерусалимский В. И. Дубравы зоны широколиственных лесов // Лесное хозяйство. 1995. № 4. С. 26-29.
13. Царалунга В. В. Санитарные рубки в дубравах: обоснование и оптимизация. М.: МГУЛ, 2003. 240 с.
14. Сазонов А. А. Региональные закономерности усыхания ветвей дуба (*Quercus robur* L.) в период депрессии дубрав Беларуси // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. Вып. 211. С. 161-173.
15. Скрябин М. П. Дубовые леса и вековые циклы в природных условиях // Научные записки Воронежского ЛТИ. 1960. Т. 20. С. 211-217.
16. Турманина, В. И. Влияние на растительность внутривековых ритмов увлажненности //

публике Марий Эл далеко не в полной мере реализуют свою потенциальную производительность, для повышения которой необходимо регулировать их густоту и породный состав с помощью рубок ухода, проводить которые нужно как можно раньше. Сомкнутость полога в молодняках не должна превышать 40–50 %, а высота сопутствующих пород деревьев, лучшей из которых является липа, должна быть ниже дуба на 1–1,5 м. Присутствие в дубняках осины, берёзы, клёна и вяза нежелательно.

Вопросы географии. Вып. 79: Ритмы и цикличность в природе. М.: Мысль, 1970. С. 168-181.

17. Демаков, Ю. П. Методика использования таксационных описаний насаждений для анализа структуры и динамики древостоев // Наука в условиях современности. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. С. 6–8.

18. Демаков Ю. П., Исаев А. В. Динамика производительности и состава древостоев в различных экотопах заповедника «Большая Кокшага» // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. Вып. 4. С. 24–67.

19. Демаков Ю. П., Медведкова Е. А. Структура и динамика естественных лесных биогеоценозов Ботанического сада МарГТУ // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2010. № 1 (8). С. 16–28.

20. Демаков Ю. П., Смыков А. Е., Гаврицкова Н. Н. Структура, продуктивность и динамика осинников Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2011. № 2 (12). С. 24–38.

21. Демаков Ю. П., Симанова А. А. Структура ельников Республики Марий Эл и закономерности распространения елей рода *Picea* в её лесном фонде // Хвойные бореальной зоны. 2014. № 5-6. С. 29-35.

22. Демаков Ю. П., Исаев А. В., Симанова А. А. Закономерности развития древостоев в сураменях Марийского Заволжья // Сибирский лесной журнал. 2015. № 1. С. 43-57.

23. Демаков Ю. П., Исаев А. В. Закономерности развития древостоев в суборях Марийского Заволжья // Вестник Удмуртского государственного университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25, Вып. 2. С. 58-70.

24. Пуряев А. С., Демаков Ю. П. Возрастные изменения состава лесов в сураменях Предкамья Республики Татарстан // Лесохозяйственная информация. 2015. № 3. С. 13-21.

25. Демаков Ю. П., Краснов В. Г., Исаев А. В. Структура и закономерности развития древостоев

с участием дуба в лесах Марийского Предволжья // Вестник Удмуртского государственного университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. Вып. 4. С. 53-62.

26. Мурзов А. И. Состояние высокоствольных дубрав Среднего Поволжья и пути их улучшения // Рубки и восстановление леса в Среднем Поволжье. М.: ВНИИЛМ, 1984. С. 3-15.

27. Мурзов А. И., Глебов В. П. Совершенствование хозяйства в дубравах Среднего Поволжья // Рубки и восстановление леса в Среднем Поволжье. М.: ВНИИЛМ, 1986. С. 3-17.

28. Калиниченко Н. П., Писаренко А. И., Смирнов Н. А. Лесовосстановление на вырубках. М.: Лесная промышленность, 1973. 328 с.

Статья поступила в редакцию 10.12.15.

### Информация об авторах

**ДЕМАКОВ Юрий Петрович** – доктор биологических наук, профессор-консультант кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ, Поволжский государственный технологический университет; главный научный сотрудник заповедника «Большая Кокшага». Область научных интересов – лесоведение, лесоводство, биогеоценология. Автор 300 публикаций, в том числе 11 монографий и учебных пособий.

**КРАСНОВ Виталий Геннадиевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление, биогеоценология. Автор 70 публикаций.

**ИСАЕВ Александр Викторович** – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора государственного природного заповедника «Большая Кокшага» по научной работе. Область научных интересов – биогеоценология, лесное почвоведение, охрана природы. Автор 50 публикаций, в том числе одной монографии.

UDC 630\*181 (470.343)

DOI: 10.15350/2306-2827.2016.2.45

## STRUCTURE AND REGULARITIES OF THE DEVELOPMENT OF FOREST STANDS WITH OAK REPRESENTS IN MARI EL REPUBLIC

*Yu. P. Demakov<sup>1,2</sup>, V. G. Krasnov<sup>1</sup>, A. V. Isaev<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Volga State University of Technology,

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

<sup>2</sup>State Nature Reserve «Bolshaya Kokshaga»,

26, Voinov-Internatsionalistov St., Yoshkar-Ola, 424038, Russian Federation

E-mail: DemakovYP@volgatech.net

**Key words:** English oak (*Quercus robur*); forest stands; structure; condition; development.

### ABSTRACT

The research is urged by the necessity to improve forest management in oak stands, which constitute less than 1 % of the total forested area in the Russian Federation and keep decreasing under negative natural and anthropogenic factors. **The research is aimed at** evaluating the contemporary condition of forest stands with English oak (*Quercus robur* L.) represents in the forested area of the Mari El Republic, thus, revealing the regularities of its development. The research is meant for improving forest management activities in oak forest. **Methods of research.** For the purpose of our research we referred to e-database which contains inventory data from over 400 stratum with the total area of 1,165,628 ha. In order to process data we used the mathematical statistics method and appropriate software. **Research results.** The paper presents data on the structure and regularities of the development of forest stands with oak represents in Mari El Republic. The data are provided in tables, mathematical equations and graphs. The data show that the area and share of oak plantations depend on the location and the forestry enterprise, which is the result of soil and environmental conditions of the area and particularities of forest management activities. Forest stands in Mari El Republic with oak represents, aged 250 years, with the quality class varying from 1 to 5 and density varying from 0.3 to 1.0 are mainly complex in contents representing 4-5 species. The density of oak population is particularly high in site type C<sub>3</sub> u D<sub>2</sub> where it reaches 6.81 and 25.3 % correspondingly. Other TLU feature miniscule share of oak density which varies from 0.01 to 0.17. With the growth of the forest stand containing oak, there is a certain transformation of the species composition and fluctuation of the parameters of condition. The increase of oak density results in stem wood reduction. The wood stands composed of 4 species with 30 % oak presence proved to be the most productive. We may conclude that oak stands do not fulfill their production capacity to the full. In order to improve it is necessary to improve forest management techniques and optimize the species composition of the forest stands.

## REFERENCES

1. Chevedaev A. A. *Dub, ego svoystva i znachenie* [Oak, its properties and meaning]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1963. 233 p.
2. Lositskiy K.B. *Dub* [Oak]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1981. 101 p.
3. Rysin L. P., Rysina G.P. *Dub obyknovennyi* [English oak]. *Biologicheskaya flora Moskovskoy oblasti* [Biological flora of the Moscow region]. Moscow: MGU, 1990. Pp. 102-130.
4. Pchelin V. I. *Dendrologiya* [Dendrology]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2007. 519 p.
5. Usoltsev V. A. *Lesnye arabeski, ili etyudy iz zhizni nashikh derevev* [Forest arabesques or sketches from the life of our trees]. Ekaterinburg: Uralskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet, 2014. 161 p.
6. Denisov A. K. *Poymennyye dubravy lesnoy zony*. [Floodplain oak stand of the forested area] Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1954. 84 p.
7. Molchanov A. A. *Dubravy lesostepi v biogeotsenoticheskom osveshchenii* [Oak stands and forest-steppe in terms of biogeocenosis]. Moscow: Nauka, 1975. 374 p.
8. Novoseltsev V. D., Bugaev V.A. *Dubravy* [Oak stands]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 214 p.
9. Glebov V. P., Verkhunov P.M., Urmakov G.N. *Dubravy Chuvashii* [Oak stands of the Chuvash Republic]. Cheboksary: Chuvashiya, 1998. 176 p.
10. Yakovlev A. S., Yakovlev I.A. *Dubravy Srednego Povolzhya* [Oak stands of the Middle Volga Region]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 1999. 352 p.
11. Kalinichenko N. P. *Dubravy Rossii* [Oak stands of Russia]. Moscow: VNIITSlesresurs, 2000. 536 p.
12. Erusalimskiy V. I. *Dubravy zony shirokolistvennykh lesov* [Oak stands in broadleaved forest]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 1995. No 4. Pp. 26-29.
13. Tsaralunga V. V. *Sanitarnyye rubki v dubravakh: obosnovaniye i optimizatsiya* [Selective cuttings: grounds and optimization]. Moscow: MGUL, 2003. 240 p.
14. Sazonov A. A. *Regionalnyye zakonomernosti usykhaniya vetvey duba (Quercus robur L.) v period depressii dubrav Belarusi* [Regional regulations of drying of oak branches (Quercus robur L.) during the depression of oak stands in Belorussia]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Izvestiya of Saint Petersburg Forest Engineering Academy]. 2015. Iss. 211. Pp. 161-173.
15. Skryabin M. P. *Dubovyye lesa i vekovyye tsikly v prirodnykh usloviyakh* [Oak stands and secular cycle in the natural environment]. *Nauchyye zapiski Voronezhskogo LTI* [Research notes of Voronezh LTI]. 1960. Vol. 20. Pp. 211-217.
16. Turmanina V. I. *Vliyanie na rastitelnost vnutrivkovykh ritmov uvlazhnennosti* [Impact of intrinsic humidity rhythms on vegetation]. *Voprosy geografii* [Geographical issue]. Vol. 79: *Ritmy i tsiklichnost v prirode* [Rhythms and cycles in nature]. Moscow: Mysl, 1970. Pp. 168-181.
17. Demakov Yu. P. *Metodika ispolzovaniya taksatsionnykh opisaniy nasazhdeniy dlya analiza struktury i dinamiki drevostoev* [Application of inventory description for the purpose of structure analysis and dynamics of forest stands]. *Nauka v usloviyakh sovremennosti* [Contemporary science]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2009. Pp. 6-8.
18. Demakov Yu. P., Isaev A.V. *Dinamika proizvoditelnosti i sostava drevostoev v razlichnykh ekotimakh zapovednika «Bolshaya Kokshaga»* [The Dynamics of productivity and contents of forest stands in various conditions of the nature reserve «Bolshaya Kokshaga»]. *Nauchnyye trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Bolshaya Kokshaga»* [Research works of the State Nature Reserve «Bolshaya Kokshaga»]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2009. Iss. 4. Pp. 24-67.
19. Demakov Yu. P., Medvedkova E.A. *Struktura i dinamika estestvennykh lesnykh biogeotsenozov Botanicheskogo sada MarGTU* [Structure and dynamics of the natural forest biogeocenosis in the University Botanical garden]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. 2010. No 1 (8). Pp. 16-28.
20. Demakov Yu.P., Smykov A.E., Gavritskova N.N. *Struktura, produktivnost i dinamika osinnikov Respubliki Mariy El* [Structure, productivity and dynamics of the aspen forest in Mari El Republic]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. 2011. No 2. Pp. 24-38.
21. Demakov Yu.P., Simanova A.A. *Struktura elnikov Respubliki Mari El i zakonomernosti rasprostraneniya eley roda Picea v ee lesnom fonde* [Spruce stand structure in Mari El Republic and regularities of Picea spruce propagation in its spruce fund]. *Khvoynyye borealnoy zony* [Conifers of the boreal zone]. 2014. No 5-6. Pp. 29-35.
22. Demakov Yu.P., Isaev A.V., Simanova A.A. *Zakonomernosti razvitiya drevostoev v suramenyakh Mariyskogo Zavolzhyia* [Regularities of forest stands development in Mari suramens]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forest Journal]. 2015. No 1. Pp. 43-57.
23. Demakov Yu. P., Isaev A.V. *Zakonomernosti razvitiya drevostoev v suboryakh Mariyskogo Zavolzhyia* [Regularities of forest stand development in the subors of Mari Volga region]. *Vestnik Udmurtskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Bi-*

*ologiya. Nauki o Zemle* [Vestnik of Udmurt State University. Series: Biology. Soil Science]. 2015. Vol. 25, Iss. 2. Pp. 58-70.

24. Puryaev A. S. Demakov Yu.P. Vozrastnye izmeneniya sostava lesov v suramenyakh Predkam'ya Respubliki Tatarstan [Age-related changes of forest composition in suramens in the Kama Region of the Republic of Tatarstan]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information]. 2015. No 3. Pp. 13-21.

25. Demakov Yu. P., Krasnov V.G., Isaev A.V. Struktura i zakonmernosti razvitiya drevostoev s uchastiem duba v lesakh Mariyskogo Predvolzhya [Structure and regularities of development of forest stands with oak represents in Mari forest]. *Vestnik Udmurtskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle* [Vestnik of Udmurt State University. Series: Biology. Soil Science]. 2015. Vol. 25, Iss. 4. Pp. 53-62.

26. Murzov A. I. Sostoyanie vysokostvolnykh dubrav Srednego Povolzhya i puti ikh uluchsheniya [The condition of long-stemmed oak forest in the Middle Volga Region and ways of their improvement]. *Rubki i vosstanovlenie lesa v Srednem Povolzhe* [Cuttings and reforestation in the Middle Volga Region]. Moscow: VNIILM, 1984. Pp. 3-15.

27. Murzov A. I., Glebov V.P. Sovershenstvovanie khozyaystva v dubravakh Srednego Povolzhya [Improvement of forestry in the oak forest of the Middle Volga Region]. *Rubki i vosstanovlenie lesa v Srednem Povolzhe* [Cuttings and reforestation in the Middle Volga Region]. Moscow: VNIILM, 1986. Pp. 3-17.

28. Kalinichenko N. P., Pisarenko A.I., Smirnov N.A. Lesovosstanovlenie na vyrubkakh. [Reforestation on the clearances]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1973. 328 p.

The article was received 10.12.15.

**Citation for an article:** Demakov Yu. P., Krasnov V. G., Isaev A. V. Structure and Regularities of the Development of Forest Stands with Oak Represents in Mari El Republic. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.* 2016. No 2(30). Pp. 45-60. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.2.45

#### Information about the authors

*DEMAKOV Yury Petrovich* – Doctor of Biological Sciences, Professor-Consultant of the Department of Forest Species and Forest Works Mechanization, Volga State University of Technology; Senior Researcher of the nature reserve «Bolshaya Kokshaga». Research interests – forest science, forestry, biogeocenology. Author of 300 publications, including 11 monographs and students' manuals.

*KRASNOV Vitaly Gennadievich* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Forest Species and Forest Works Mechanization, Volga State University of Technology. Research interests – artificial reforestation, biogeocenology. Author of 70 publications.

*ISAEV Aleksandr Viktorovich* – Candidate of Agricultural Sciences, Vice Head for Research at the State Nature Reserve «Bolshaya Kokshaga». Research interests – biogeocenology, forest soil science, nature preservation. Author of 50 publications including 1 monograph.