

УДК 630*181 (470.343)

СТРУКТУРА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ДРЕВОСТОЕВ С УЧАСТИЕМ ЯСЕНЯ В ЛЕСАХ МАРИЙСКОГО ПРЕДВОЛЖЬЯ

Ю. П. Демаков^{1,2}, А. В. Исаев², В. Г. Краснов¹

¹ Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: DemakovYP@volgatech.net; KrasnovVG@volgatech.net

² Государственный природный заповедник «Большая Кокшага»,
Российская Федерация, 424038, Йошкар-Ола, ул. Воинов-Интернационалистов, 26
E-mail: avsacha@yandex.ru

*Приведены результаты исследований, характеризующие структуру и закономерности развития древостоев с участием ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) в лесах Марийского нагорного правобережья Волги (Предволжье) и выраженные в форме математических уравнений. Показано, что долевое участие ясеня наиболее велико в молодняках, составляя в среднем 30 %, а в древостоях старше 60 лет оно опускается до 10–17 %. Место ясеня в древостоях постепенно занимает липа, которая подавляет, в свою очередь, развитие берёзы и осины. Максимальный наличный запас древостоев с участием ясеня отмечается в возрасте 60 лет ($275 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), а кульминация его среднего годовичного прироста – в 20–25 ($5,75 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$). Производительность древостоев с доминированием ясеня выше, чем древостоев с его участием (в 60 лет разница составляет $41 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$). Сделан вывод о том, что выращивать ясень в условиях Марийского Предволжья целесообразно, однако необходимо совершенствовать технологии ухода за лесом и оптимизировать породный состав древостоев.*

Ключевые слова: ясень обыкновенный; Марийское нагорное Предволжье; древостой; структура; развитие.

Введение. Ясень обыкновенный, или высокий (*Fraxinus excelsior* L.), является одной из наиболее хозяйственно ценных, но в то же время очень редких древесных пород в лесном фонде России [1, 2], несомненно нуждающихся в сохранении. Ясень светолюбив и поселяется чаще всего в разреженных пойменных древостоях на влажных и плодородных почвах с нейтральной реакцией среды, где его стволы достигают, в зависимости от климатических условий, 30–40, а иногда даже 60 м высоты. Он образует смешанные по составу и сложные по структуре насаждения, успешно выполняющие многие средообразующие и средоохраняющие функции, широко используется в полезащитном лесоразведении и садово-парковом строительстве

[1, 3, 4]. Древесина ясеня прочная и красивая, легко обрабатывается, незначительно изменяется в объёме при высушивании и отлично полируется. Ясенева фанера, которую оценивают наравне с красным деревом, идёт на отделку мебельных гарнитуров и музыкальных инструментов. Древесину ясеня из Чувашии использовали в своё время для отделки Кремлёвского дворца съездов. Из неё делают жерди для гимнастических брусьев, спортивные вёсла и высококачественные лыжи. Плоды ясеня – крылатки, которые образуются ежегодно в большом количестве, содержат немало жиров и белков, являясь излюбленным кормом для лесных птиц и зверей. Незрелые мягкие крылатки маринуют, получая пикантную острую приправу к овощным

© Демаков Ю. П., Исаев А. В., Краснов В. Г., 2015.

Для цитирования: Демаков Ю. П., Исаев А. В., Краснов В. Г. Структура и закономерности развития древостоев с участием ясеня в лесах Марийского Предволжья // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 4 (28). – С. 23-34.

и мясным блюдам, напоминающую по вкусу маринованные незрелые грецкие орехи [5]. Листья ясеня можно добавлять в чайные смеси. Используется ясень и в народной медицине. Все эти полезные качества и редкость ясеня в лесах Марий Эл, где проходит северо-восточная граница его ареала, указывают на необходимость сохранения и, по возможности, расширенного воспроизводства этой породы, что можно сделать только на строго научной основе.

Цель работы – выявить закономерности распространения ясеня обыкновенного в лесах Марийского нагорного правобережья и развития древостоев с его участием, выразив их в форме математических моделей, которые необходимы для научного обоснования мероприятий по сохранению и рациональному использованию ресурсного потенциала этой ценной древесной породы.

Объект и методика исследования. Материалом для анализа служила электронная поведельная база данных, содержащая таксационную характеристику древостоев (более 3 тыс. выделов общей площадью 10166 га), произрастающих на территории Марийского нагорного Предволжья, которое входит в состав Ветлужско-Унжинской провинции лесной зоны Русской равнины подзоны широколиственных лесов [6], являясь частью Приволжской возвышенности и краем Чувашского овражного плато, круто обрывающегося к долине Волги. Абсолютные высоты местности составляют 150–190 м. Географическое положение Марийского Предволжья, которое расчленено густой сетью рек, балок и оврагов, довольно специфично. Оно является, по сути, полуостровом, ограниченным с запада р. Сурой, а с севера и северо-востока – Волгой. Леса, покрывающие всего 27 % его территории, произрастают в основном на серых лесных суглинистых почвах. Преобладающий тип леса – дубняк кленово-липовый, а тип лесорастительных условий – свежая дубрава (D₂). Климат умеренно-континентальный, средняя годовая температура воздуха равна +3,3°C, зимой иногда отмечаются морозы

до –46°C, а летом может подниматься до +38°C. Сумма температур выше +10°C составляет 1900–2200°, а средняя продолжительность периода с температурой воздуха выше 0°C – 208 дней [7]. 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 [8–14]. Обработку материала проводили стандартными методами, используя прикладные программы математической статистики. Величина погрешности полученных средних оценок таксационных параметров не превышала 10 %, составляя чаще всего 5 %.

Результаты. Анализ исходного материала показал, что древостои с участием ясеня обыкновенного произрастают в Марийском нагорном Предволжье только в свежих дубравах на площади 805,6 га (7,9 % лесного фонда этого района). По составу они в основном сложные, состоящие из 4–5 пород деревьев (рис. 1), из которых чаще всего встречаются липа (24,5 %), дуб (15,3 %) и берёза (12,5 %). Доля участия в них ясеня изменяется от 1 до 10 единиц, составляя чаще всего 2–4 единицы (в среднем 26,8 %). Преобладание ясеня отмечено всего только на 1/3 части площади древостоев с его участием (277,1 га), из которых 65 % являются лесными культурами. Ясень произрастает в древостоях с I по V класс бонитета (в среднем 1,66) полнотой от 0,3 до 1,0 (в среднем 0,82), возраст которых может достигать 180 лет.

Породный состав древостоев с участием в них ясеня и параметры их состояния не остаются стабильными на протяжении всей их жизни, а определённым образом изменяются под влиянием естественных факторов и лесохозяйственной деятельности. Так, доленое участие ясеня в молодня-

ках составляет 23–27 % (табл. 1). В 40–60-летних древостоях оно повышается до 32–33 %, а затем постепенно снижается до 10–12 %. Доля липы в древостоях неуклонно увеличивается, достигая в 160–180 лет 67–70 %, а осины до 55 лет в целом снижается. Доля участия остальных пород деревьев флуктуирует в больших пределах, что связано с системной перестройкой древостоев под влиянием неблагоприятных природных факторов, естественных сукцессионных процессов и рубок ухода. Доля дуба в древостоях с участием ясеня наиболее ве-

лика в возрасте 20–30, 65 и 90 лет, а доля берёзы – 20–40 и 80–90 лет. Доля прочих пород, в число которых входят клён, вяз и древовидные ивы, резко увеличивается в возрасте 10–20, 40–50 и 160 лет. Расчёты показали, что доленое участие в древостое ясеня наиболее сильно сопряжено с долевым участием липы (табл. 2), которая постепенно вытесняет его, подавляя также развитие берёзы и осины. Изменение же долевого участия дуба в древостоях слабо зависит от долевого участия других пород деревьев.

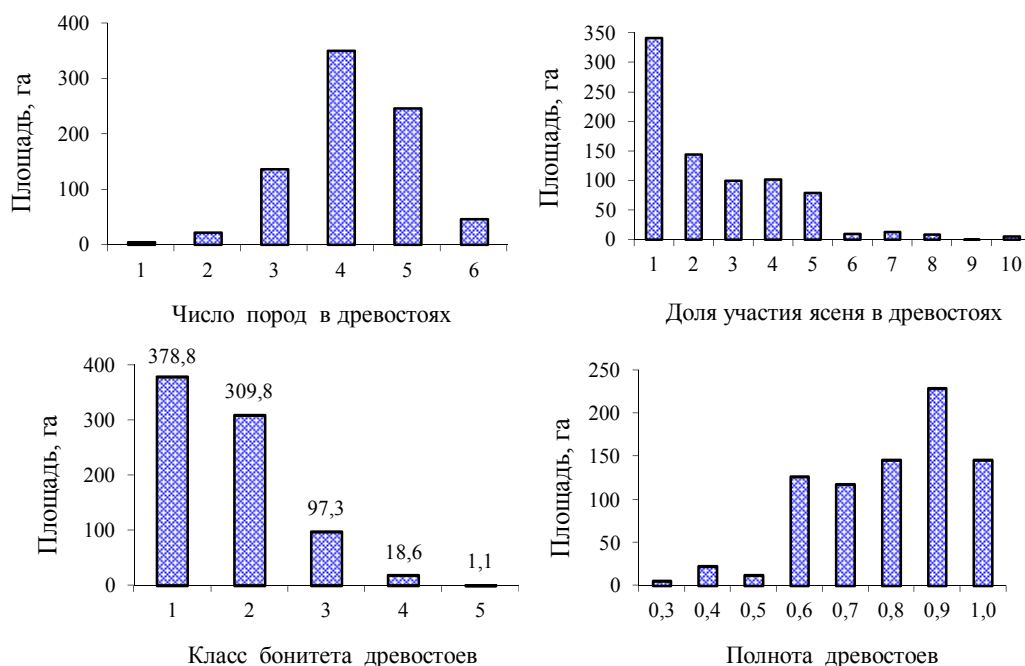


Рис. 1. Параметры древостоев с участием ясеня обыкновенного в лесах Марийского Предволжья

Таблица 1

Породный состав древостоев разного возраста Марийского Предволжья с участием в них ясеня

Средний возраст древостоя, лет	Число выделов	Площадь древостоев, га	Средняя доля участия разных пород в составе древостоев, %					
			ясеня	липы	дуба	берёзы	осины	прочих
5	21	27,9	23,3	10,0	18,1	11,0	27,1	10,5
15	88	138,6	26,9	21,8	4,1	10,3	16,8	20,0
25	70	153,6	27,0	13,9	20,6	16,7	13,1	8,7
35	42	96,6	29,3	25,0	19,3	16,7	4,5	5,2
45	47	125,3	32,3	26,6	16,4	8,7	3,0	13,0
55	42	100,2	33,3	26,9	19,3	13,1	3,6	3,8
65	8	16,3	16,3	35,0	25,0	8,8	12,5	2,5
80	6	12,2	13,3	46,7	13,3	20,0	5,0	1,7
90	10	48,4	11,0	36,0	25,0	17,0	4,0	7,0
100	11	43,4	11,8	63,6	17,3	7,3	0,0	0,0
120	3	13,6	16,7	53,3	16,7	6,7	0,0	6,7
160	1	5,6	10,0	70,0	10,0	0,0	0,0	10,0
180	4	23,9	12,5	67,5	12,5	0,0	5,0	2,5

Таблица 2

Матрица коэффициентов корреляции рядов динамики доли участия в древостое разных пород

Порода деревьев	Значения коэффициентов корреляции между породами деревьев					
	Ясень	Липа	Дуб	Берёза	Осина	Прочие
Ясень	1,00					
Липа	-0,77	1,00				
Дуб	0,02	-0,27	1,00			
Берёза	0,34	-0,63	0,39	1,00		
Осина	0,29	-0,70	-0,01	0,21	1,00	
Прочие	0,43	-0,46	-0,50	-0,06	0,43	1,00

Закономерным образом изменяются с возрастом и другие параметры древостоев. Так, среднее число пород деревьев в них в целом неуклонно уменьшается, резко возрастая лишь в возрасте 50–60, 90 и 160 лет (табл. 3). Среднее значение класса бонитета древостоев в возрасте до 40 лет варьирует в пределах от 1,48 до 1,98, в возрасте 40–70 лет – от 1,26 до 1,38, а после 90 лет увеличивается до 2–3. Полнота

древостоев в возрасте до 60 лет изменяется незначительно, составляя в среднем 0,83–0,86 относительных единиц. Затем она резко снижается до 0,54–0,60, оставаясь на этом уровне в возрасте от 80 до 180 лет. Варьирование значений этих параметров древостоя связано в основном с изменением их породного состава (табл. 4), определяющего выбор норматива при проведении таксации леса.

Таблица 3

Динамика параметров древостоев с участием ясеня в лесах Марийского Предволжья

Средний возраст древостоя, лет	Средние значения параметров древостоев					
	Число пород	Класс бонитета	Полнота	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м ³ ·га ⁻¹
5	4,24	1,86	0,83	3,0	2,8	25
15	4,23	1,48	0,86	8,4	7,8	81
25	4,06	1,93	0,85	10,8	10,5	120
35	4,02	1,98	0,84	14,3	13,6	174
45	4,02	1,36	0,81	18,5	18,7	237
55	4,43	1,26	0,86	20,1	19,2	282
65	4,13	1,38	0,76	23,4	24,5	295
80	3,83	1,83	0,58	25,5	30,7	257
90	4,40	1,90	0,54	25,0	31,6	226
100	3,73	2,00	0,55	25,6	32,2	235
120	3,67	2,33	0,57	25,3	41,3	227
160	4,00	3,00	0,60	25,0	60,0	230
180	3,25	2,25	0,58	25,8	54,0	230

Таблица 4

Матрица коэффициентов корреляции таксационных параметров древостоев

Таксационный параметр	Значения коэффициентов корреляции между параметрами древостоев					
	Число пород	Класс бонитета	Полнота	Доля участия пород		
				ясеня	липы	дуба
Число пород	1,00					
Класс бонитета	-0,48	1,00				
Полнота	0,55	-0,60	1,00			
Доля ясеня	0,45	-0,63	0,90	1,00		
Доля липы	-0,69	0,65	-0,84	-0,77	1,00	
Доля дуба	0,30	-0,27	0,02	0,02	-0,27	1,00

Изменение средней высоты (H , м) и диаметра деревьев (D , см) с возрастом насаждений (A , лет) наилучшим образом описывают следующие уравнения регрессии:

$$H = 25,8 \cdot [1 - \exp(-6,796 \cdot 10^{-3} A^{1,377})];$$

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

$$D = 1,00 \cdot (A - 3)^{1,377};$$

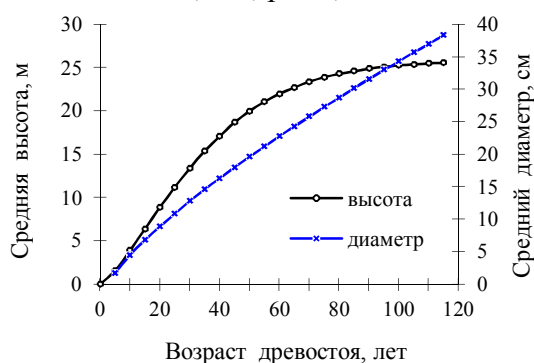
$$R^2 = 0,992; p < 0,001.$$

Анализ этих математических моделей показывает, что высота древостоев плотную приближается к своему биологическому пределу, определённым условиями среды обитания ясеня в условиях Марийского Предволжья, уже в возрасте 60–70 лет и после чего уже практически не увеличивается (рис. 2). Максимум текущего годовичного прироста в высоту, составляющий 50 см, отмечается в возрасте 15–20 лет, а затем он резко снижается. Значения же среднего диаметра деревьев увеличиваются в течение всей их жизни, хотя текущий годовичный прирост неуклонно снижается.

Нормативный запас стволовой древесины в предельно сомкнутых древостоях полнотой 1,0 с участием ясеня вплотную приближается к своему биологическому пределу, составляющему в условиях Марийского Предволжья $410\text{--}420 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, уже в возрасте 70 лет. Математической моделью изменения его величины (M , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$) с возрастом насаждений (A , лет) является уравнение:

$$M_{\text{норм.}} = 411,4 \cdot [1 - \exp(-97,9 \cdot 10^{-5} A^{1,883})];$$

$$R^2 = 0,988; p < 0,01.$$



Наличный запас стволовой древесины изменяется у всех пород деревьев в целом однотипно, достигая в определённом возрасте максимальной величины, а затем в результате отпада под действием различных факторов постепенно снижается. Для математического описания его динамики лучше всего подходят следующие уравнения:

$$M_{\text{общий}} = M_{\text{норм.}} - 186,0 \cdot [1 - \exp(-7,90 \cdot 10^{-6} \cdot A^{2,770})];$$

$$R^2 = 0,982; p < 0,01;$$

$$M_{\text{ясеня}} = M_{\text{норм.}} - 387,8 \cdot [1 - \exp(-77,48 \cdot 10^{-5} \cdot A^{1,848})];$$

$$R^2 = 0,820; p < 0,01;$$

$$M_{\text{дуба}} = 7,73 \cdot 10^{-2} \cdot A^2 \times \exp(-31,10 \cdot 10^{-3} \cdot A^{0,975});$$

$$R^2 = 0,802; p < 0,05;$$

$$M_{\text{липы}} = 0,292 \cdot A^{1,5} \cdot \exp(-8,23 \cdot 10^{-3} \cdot A);$$

$$R^2 = 0,935; p < 0,01.$$

Анализ этих моделей, графическое отображение которых представлено на рис. 3, показывает, что кульминация наличного запаса ясеня в древостоях отмечается в возрасте 50 лет, составляя $69 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. У дуба максимальный запас древесины отмечается в 75 лет ($54 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), у липы — в 180 ($160 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), а у древостоя в целом — в 60 ($275 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$). Кульминация среднего годовичного прироста запаса (рис. 4) наступает у ясеня и древостоя в целом — в возрасте 20–25 лет ($1,75$ и $5,75 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ соответственно), у дуба — в 35–40 ($1,00 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), у липы — в 55–65 ($1,38 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$). Кульминация текущего годовичного прироста наступает в ещё более раннем возрасте: у ясеня и древостоя в целом — в 15 лет ($2,15$ и $6,76 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ соответственно), у дуба — в 20 ($1,25 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), у липы — в 35 ($1,57 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$).

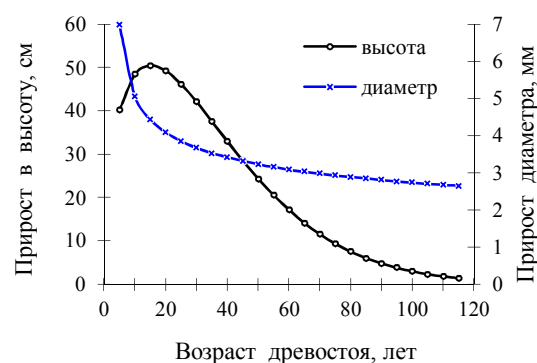


Рис. 2. Динамика средней высоты деревьев, их диаметра и годовичного прироста в древостоях с участием ясеня в лесах Марийского Предволжья

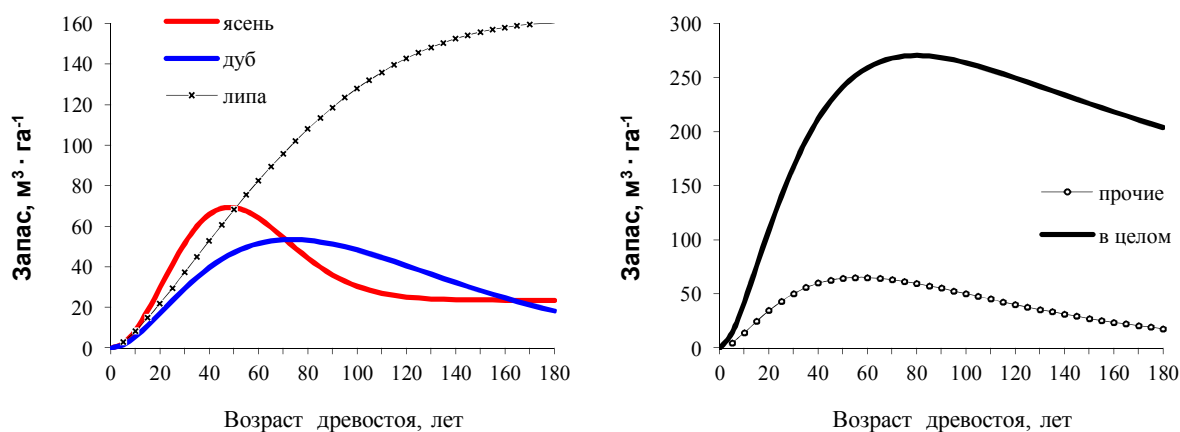


Рис. 3. Модели динамики наличного запаса различных пород деревьев в древостоях с участием ясеня в лесах Марийского Предволжья

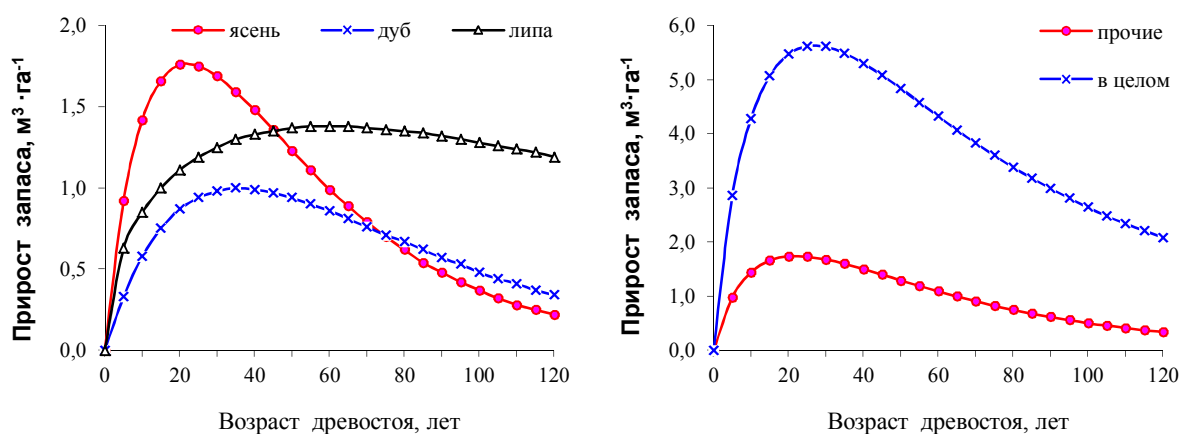


Рис. 4. Модели динамики среднего годовичного прироста запаса различных пород деревьев в древостоях с участием ясеня в лесах Марийского Предволжья

Породная структура древостоев с преобладанием в них ясеня в Марийском Предволжье несколько иная, чем древостоев с его участием, хотя по составу они тоже в основном сложные (табл. 5). Средняя доля ясеня в молодняках составляет 65 %, а с возрастом она постепенно снижается до 43 %. В качестве сопутствующих пород в этих древостоях чаще всего встречаются липа, доля которой варьирует вне связи с возрастом от 2,5 до 25 %, и берёза (4,3–19,6 %). Гораздо реже встречаются осина (2,5–13,3 %) и дуб (1,0–13,2 %). В древостоях старше 60 лет ясень уже не входит в число преобладающих пород, а присутствует лишь в виде примеси. Основной причиной этого являются сильные морозы зимы 1941/1942 го-

да, приведшие к гибели многих деревьев ясеня и расстройству насаждений. Морозы 1955/1956 и 1978/1979 годов оказали на ясень меньшее влияние, что связано, возможно, с выпадением неустойчивых к этому фактору особей и сохранением в ценопопуляциях наиболее устойчивых из них.

Среднее значение класса бонитета древостоев изменяется от 1,00 до 1,42 вне всякой зависимости от их возраста, а их полнота – от 0,81 до 0,90 (табл. 6). Варьирование этих значений, а также породной структуры древостоев связано, на наш взгляд, скорее с особенностями лесорастительных условий мест их произрастания и проведением рубок ухода, нежели с протеканием сукцессий.

Таблица 5

Породный состав древостоев разного возраста с преобладанием в них ясеня

Средний возраст древостоя, лет	Число выделов	Среднее число пород	Средняя доля участия разных пород в составе древостоев, %					
			ясеня	липы	дуба	берёзы	осины	прочих
10	4	3,25	65,0	2,5	2,5	12,5	10,0	7,5
15	21	4,38	43,3	20,5	1,0	4,3	13,3	17,6
20	12	3,17	62,5	10,0	0,0	10,8	2,5	14,2
25	23	3,96	48,3	8,3	4,8	19,6	8,3	10,9
35	19	3,79	46,8	22,6	6,3	16,8	0,0	7,4
45	14	3,21	51,4	17,9	5,0	15,7	0,7	9,3
50	22	4,36	46,4	22,7	9,1	10,0	4,1	7,7
55	28	4,46	42,9	25,0	13,2	10,4	3,9	4,6

Таблица 6

Динамика параметров древостоев с преобладанием ясеня в лесах Марийского Предволжья

Средний возраст древостоя, лет	Площадь древостоев, га	Средние значения параметров древостоев				
		Класс бонитета	Полнота	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м ³ ·га ⁻¹
10	3,9	1,25	0,85	4,8	3,5	45
15	29,2	1,00	0,89	7,6	7,2	70
20	25,4	1,42	0,88	9,8	8,7	106
25	45,8	1,61	0,86	11,4	10,0	137
35	51,7	1,05	0,84	17,2	14,6	217
45	37,7	1,00	0,81	20,8	18,9	281
50	45,6	1,18	0,88	20,1	18,5	286
55	69,8	1,14	0,90	20,7	18,4	300

Средняя высота (Н, м) и диаметр деревьев (D, см) в древостоях с преобладанием ясеня изменяются с их возрастом (А, лет) также несколько по-иному, чем в древостоях с его участием. Математическими их моделями, достоверно отображающими динамику значений данных параметров древостоев до возраста 70 лет, являются следующие уравнения регрессии:

$$H = 23,2 \cdot [1 - \exp(-7,193 \cdot 10^{-3} A^{1,456})];$$

$$R^2 = 0,991; p < 0,001;$$

$$D = 22,9 \cdot [1 - \exp(-16,72 \cdot 10^{-3} (A - 3)^{1,191})];$$

$$R^2 = 0,980; p < 0,01.$$

Анализ моделей показывает, что до 55 лет высота древостоев с преобладанием ясеня выше, чем древостоев с его участием. Наибольшие различия, достигающие 1,3–1,4 м, отмечаются в возрасте от 25 до 35 лет. Максимум текущего годичного прироста в высоту отмечается в возрасте

15 лет и составляет 58 см, против 50,5 см в древостоях с участием ясеня. Средний диаметр деревьев в насаждениях с преобладанием ясеня в возрасте до 20 лет и старше 40 лет ниже, чем в насаждениях с его участием. В возрасте 60 лет разница достигает 3 см. Лишь в возрастном интервале 20–40 лет различия практически не проявляются.

Математическими моделями динамики запаса ствольной древесины (М, м³·га⁻¹) являются следующие уравнения регрессии:

$$M_{\text{норм.}} = 357,4 \cdot [1 - \exp(-95,84 \cdot 10^{-5} A^{2,032})];$$

$$R^2 = 0,989; p < 0,01;$$

$$M_{\text{факт.}} = 340,7 \cdot [1 - \exp(-19,45 \cdot 10^{-4} A^{1,758})];$$

$$R^2 = 0,997; p < 0,001;$$

$$M_{\text{ясеня}} = 145,5 \cdot [1 - \exp(-26,18 \cdot 10^{-4} \cdot A^{1,752})];$$

$$R^2 = 0,966; p < 0,01.$$

Их анализ показывает, что производительность древостоев с доминированием ясеня выше, чем древостоев с его участием в результате, главным образом, их более высокой полноты. Разница между ними с возрастом увеличивается и в 60 лет достигает $41 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Разница же между запасом ясеновой древесины в них ещё более значительна и достигает в этом возрасте $77 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Разница среднего годового прироста общего запаса древесины в момент его кульминации, отмечающейся в 35 лет, составляет $0,50 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а ясенового элемента леса – $1,38 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Производительность древостоев с преобладанием ясеня в Марийском Предволжье хотя и значительно ниже, чем в других регионах [3, 4], где климатические и почвенно-экологические условия более благоприятны для его роста, но всё же достаточно велика, и выращивание их, учитывая ценность ясеновой древесины и большой спрос на неё, рентабельно и целесообразно, особенно в современный период глобального потепления и мягких зим.

Повышение производительности древостоев и долевого участия в них ясеня возможно только путём регулирования их

густоты и породного состава с помощью рубок ухода, проводить которые нужно как можно раньше. Исследования показали, что наибольший запас стволовой древесины имеют в молодости трёхпородные древостои, доля участия ясеня в которых составляет 30–50 % (табл. 7). Лучшими породами для смешения с ясенем являются липа и лиственница [3, 4]. Примесь первой из них всегда появляется в насаждениях естественным путём, а вторую нужно вводить искусственно. Примесь в древостоях дуба не всегда желательна, так как ясень воздействует на него отрицательно, постепенно вытесняя из биогеоценозов [15]. Производительность древостоев с участием более четырёх пород деревьев резко снижается. Полноту молодых древостоев целесообразно поддерживать на уровне 0,6–0,7 единиц. Полностью решить задачу по оптимизации густоты и породного состава древостоев, 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.

Таблица 7

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

Число пород деревьев	Запас древостоев, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Средняя доля участия разных пород в составе древостоев, %					
		ясеня	дуба	липы	берёзы	осины	прочих
Возраст древостоев 20 лет							
3	132	48,0	14,0	10,0	8,0	18,0	2,0
4	101	28,6	8,6	14,2	18,6	20,0	10,0
5	110	15,0	6,0	32,0	15,0	14,0	18,0
6	90	20,0	3,3	20,0	16,7	16,7	23,3
Возраст древостоев 25 лет							
3	145	30,7	25,4	6,2	18,5	15,4	3,8
4	116	25,0	19,5	19,4	17,2	11,7	7,2
5	116	21,8	17,1	12,9	20,0	16,5	11,7
6	100	18,0	16,0	20,0	12,0	16,0	18,0
Возраст древостоев 30 лет							
3	240	44,0	0,0	12,0	42,0	2,0	0,0
4	170	30,0	20,0	22,2	16,7	2,2	8,9
5	135	16,9	26,2	23,1	11,5	13,1	9,2
6	130	30,0	10,0	30,0	0,0	10,0	20,0

Выводы

1. Древостои с участием ясеня обыкновенного, которые произрастают в Марийском нагорном Предволжье только в свежих дубравах (ТЛУ D₂), по составу являются в основном сложными, состоящими из 4–5 пород деревьев, из которых в них чаще всего встречаются липа (24,5 %), дуб (15,3 %) и берёза (12,5 %). Их возраст достигает 180 лет, класс бонитета варьирует от I до V (средний 1,66), а полнота – от 0,3 до 1,0 (в среднем 0,82).

2. Породный состав древостоев с участием ясеня и параметры их состояния закономерно изменяются на протяжении всей их жизни, частично флуктуируя под влиянием неблагоприятных природных факторов, естественных сукцессионных процессов и лесохозяйственной деятельности. Долевое участие ясеня наиболее велико в молодняках, составляя в среднем 30 %, а в древостоях старше 60 лет оно опускается до 10–17 %. Место ясеня в древостоях постепенно заменяет липа, которая вытесняет также берёзу и осину.

3. Изменение наличного запаса древесины у разных пород деревьев в древостоях с участием ясеня отображается куполообразной кривой. Максимальный запас древесины ясеня отмечается в возрасте 50 лет ($69 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), а липы – в 180 лет ($160 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$). Кульминация же наличного запаса древостоя в целом отмечается в возрасте 60 лет, составляя $275 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Кульминация среднего годового прироста запаса у ясеня наступает в возрасте 20–25 лет ($1,75 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), а текущего – в 15 лет ($2,15 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), у липы соответственно в 55–65 ($1,38 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$) и 35 ($1,57 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), у древостоя в целом – в 20–25 ($5,75 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$) и 15 ($6,76 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$).

4. Высота древостоев вплотную приближается к своему биологическому пределу, определённым условиями среды обитания ясеня в условиях Марий-

ского Предволжья, уже в возрасте 60–70 лет и после чего уже практически не увеличивается. Максимум текущего годового прироста в высоту, составляющий 50 см, отмечается в возрасте 15–20 лет, а затем он резко снижается. Значения же среднего диаметра деревьев увеличиваются в течение всей их жизни, хотя текущий годичный прирост неуклонно снижается.

5. Производительность древостоев с доминированием ясеня выше, чем древостоев с его участием. Разница между ними с возрастом увеличивается и достигает в 60 лет $41 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Разница же между запасом ясеновой древесины в них ещё более значительна и достигает в этом возрасте $77 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Разница среднего годового прироста общего запаса древесины в момент его кульминации, отмечающейся в 35 лет, составляет $0,50 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а ясенового элемента леса – $1,38 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Высота древостоев с преобладанием ясеня до 55 лет выше, чем древостоев с его участием. Наибольшие различия, достигающие 1,3–1,4 м, отмечаются в возрасте от 25 до 35 лет. Максимум текущего годового прироста в высоту отмечается в возрасте 15 лет и составляет 58 см, против 50,5 см в древостоях с участием ясеня. Средний диаметр деревьев в насаждениях с преобладанием ясеня в возрасте старше 40 лет ниже, чем в насаждениях с его участием, что связано с различиями их густоты. В возрасте 60 лет разница достигает уже 3 см.

6. Производительность древостоев с преобладанием ясеня в Марийском Предволжье хотя и значительно ниже, чем в других регионах, где климатические и почвенно-экологические условия более благоприятны для его роста, но всё же достаточно велика и выращивание их, учитывая ценность ясеновой древесины и большой спрос на неё, целесообразно, особенно в смеси с другими породами (липой и лиственницей сибирской).

Список литературы

1. Пчелин, В. И. Дендрология / В.И. Пчелин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 519 с.
2. Лесной фонд России: Справочник. – М.: Государственная лесная служба, 2003. – 637 с.
3. Юркевич, И. Д. Ясеньевые леса Беловежской пуцци / И.Д. Юркевич, В.С. Адериго, В.С. Гельтман // Беловежская пуца: Исследования. – Минск: Наука и техника, 1971. – Вып. 5. – С. 3-22.
4. Чернодубов, А. И. Ясень обыкновенный в лесостепи / А.И. Чернодубов, Е.Е. Шелестов. – Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2010. – 67 с.
5. Федоров, Ф. В. Дикорастущие пищевые растения / Ф.В. Федоров. – Чебоксары: Чувашское кн. изд-во, 1993. – 215 с.
6. Курнаев, С. Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. – М.: Наука, 1973. – 201 с.
7. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 107 с.
8. Демаков, Ю. П. Методика использования таксационных описаний насаждений для анализа структуры и динамики древостоев / Ю.П. Демаков // Наука в условиях современности. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – С. 6–8.
9. Демаков, Ю. П. Динамика производительности и состава древостоев в различных экотопах заповедника «Большая Кокшага» / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – Вып. 4. – С. 24–67.
10. Демаков, Ю. П. Структура и динамика естественных лесных биогеоценозов Ботанического сада МарГТУ / Ю.П. Демаков, Е.А. Медведкова // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2010. – № 1. – С. 16–28.
11. Демаков, Ю. П. Структура, продуктивность и динамика осинников Республики Марий Эл / Ю.П. Демаков, А.Е. Смыков, Н.Н. Гаврицкова // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2011. – № 2. – С. 24–38.
12. Демаков, Ю. П. Структура ельников Республики Марий Эл и закономерности распространения елей рода *Picea* в её лесном фонде / Ю.П. Демаков, А.А. Симанова // Хвойные бореальной зоны. – 2014. – № 5-6. – С. 29–35.
13. Демаков, Ю. П. Закономерности развития древостоев в сураменях Марийского Заволжья / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев, А.А. Симанова // Сибирский лесной журнал. – 2015. – № 1. – С. 43–57.
14. Демаков, Ю. П. Закономерности развития древостоев в субориях Марийского Заволжья / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Вестник Удмуртского государственного университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2015. – Т. 25, Вып. 2. – С. 58–70.
15. Колесниченко, М. В. Биохимические взаимодействия древесных растений / М.В. Колесниченко. – М.: Лесная промышленность, 1968. – 152 с.

Статья поступила в редакцию 15.09.15.

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 290 публикаций, в том числе 10 монографий и учебных пособий.

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 47 публикаций, в том числе одной монографии.

КРАСНОВ Виталий Геннадиевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление и лесоразведение основных древесных пород. Автор 70 публикаций.

UDC 630*181 (470.343)

STRUCTURE AND PECULIARITIES OF DEVELOPMENT OF STANDS WITH SOME SHARE OF ASHES IN MARI FORESTS (VOLGA REGION)

Yu. P. Demakov^{1,2}, A. V. Isaev², V. G. Krasnov¹

¹Volga State University of Technology,

3, Lenin sq., Yoshkar-Ola, Russian Federation, 424000

E-mail: DemakovYP@volgatech.net; KrasnovVG@volgatech.net

²State National Reserve «Bolshaya Kokshaga»,

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

E-mail: avsacha@yandex.ru

Key words: European ash; Mari upland pre-Volga area; stands; structure; development.

ABSTRACT

The goal of the research is to reveal the peculiarities for European ash expansion in Mari forests (upland right bank of the Volga) and development of stands with some share of European ash. An e-database, containing taxation description of stands (more than 3000 stratum, total area - 10166 ha) in the territory of Mari upland pre-Volga area, was chosen to be the material for the analysis. **Research results** show the structure and peculiarities of development of stands with European ash (*Fraxinus excelsior* L.). They are offered in the form of mathematical equations. In the studied area, there are stands with European ash in fresh oak forests only (D_2 growth conditions). The stands are mainly complex in composition (4–5 tree species). The most common species are linden (24,5 %), oak (15,3 %), and birch (12,5 %). The age of trees may be up to 180 year, bonitet class varies from I to V (1,66 mean figure), density varies from 0,3 to 1,0 (0,82 mean figure). The share of ash is higher in young stands (about 30 %), but in the stands older than 60 years the share of ash is 10–17 %. Little by little, linden tree replaces ash. Besides, it suppresses propagation of birch and asp. Maximum wood stock of ash is found to be at 50 years old (69 m^3/ha), linden – 180 years old (160 m^3/ha). The age of the highest wood stock on the whole is 60 years old (275 m^3/ha). The highest mean annual increment of ash is at the age of 20–25 years old (1,75 m^3/ha), stand on the whole – 20–25 years old (5,75 m^3/ha). Productivity of a stand where ash prevails is higher, than the productivity of stands with some share of ash (at the age of 60 years old, the difference is 41 m^3/ha). It was also defined that the height of trees with some share of ash was close to its biological limit at 60–70 years old (25,8 m), determined by the environment conditions of their growing; after that, it had practically no changes. Maximum of current annual increment in height (50 cm) is at the age of 15–20 years old, then it decreases sharply. The height of stands and current annual increment are higher in the stands where ash prevails. Most differences were found to be at the age 25 - 35 years old. **It was concluded** it was reasonable to cultivate ash in Mari upland pre-Volga area. However, it is necessary to improve the technologies of forest tending and to optimize stands species composition.

REFERENCES

1. Pchelin V. I. *Dendrologiya* [Dendrology]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2007. 519 p.
2. Lesnoy fond Rossii: Spravochnik [Russian Forests: reference book]. Moscow: Gosudarstvennaya lesnaya sluzhba, 2003. 637 p.
3. Yurkevich I. D., Aderiko V.S., Geltman V.S. Yasenevye lesa Belovezhskoy pushchi [Ash Forests in Belovezhskaya Pushcha]. *Belovezhskaya pushcha: Issledovaniya* [Belovezhskaya pushcha: researches]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1971. Issue 5. Pp. 3-22.
4. Chernodubov A. I., Shelestov E.E. *Yasen obyknovenny v lesostepi* [European Ash in Forest-Steppe Area]. Voronezh: Voronezhskaya gosudarstvennaya lesotekhnicheskaya akademiya, 2010. 67 p.
5. Fedorov F. V. *Dikorastushchie pishchevye rasteniya* [Wild Food Plants]. Cheboksary: Chuvashskoe kn.izdatelstvo, 1993. 215 p.
6. Kurnaev S. F. *Lesorastitelnoe rayonirovanie SSSR* [Zoning of the Forest Sites in the USSR]. Moscow: Nauka, 1973. 201 p.
7. *Agroklimaticheskie resursy Mariyskoy ASSR* [Agroclimatic Resources in Mari ASSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1972. 107 p.
8. Demakov Yu. P. Metodika ispolzovaniya taksatsionnykh opisaniy nasazhdeniy dlya analiza struktury i dinamiki drevostoev [A Methods to Use Taxation Description of Plantations for the Analysis of Structure and Dynamics of Stands]. *Nauka v*

usloviyakh sovremennosti [Science in Present-Day Conditions]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2009. Pp. 6–8.

9. Demakov Yu. P., Isaev A.V. Dinamika proizvoditelnosti i sostava drevostoev v razlichnykh ekotopakh zapovednika «Bolshaya Kokshaga» [Dynamics of Productivity and Composition of Stands in Various Ecotopes of Nature Reserve «Bolshaya Kokshaga»]. *Nauchnye trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Bolshaya Kokshaga»* [Research papers of state nature reserve «Bolshaya Kokshaga»]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2009. Issue 4. Pp. 24–67.

10. Demakov Yu. P., Medvedkova E.A. Struktura i dinamika estestvennykh lesnykh biogeotsenozov Botanicheskogo sada MarGTU [Structure and Dynamics of Natural Forest Biogeocoenoses in Botanic Garden of MarSTU.]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie*. [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management], 2010. № 1. Pp. 16–28.

11. Demakov Yu. P., Smykov A.E., Gavritskova N.N. Struktura, produktivnost i dinamika osinnikov Respubliki Mariy El [Structure, Productivity and Dynamics of Mari El Republic Groves]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie*. [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.:

Forest. Ecology. Nature Management]. 2011. № 2. Pp. 24–38.

12. Demakov Yu. P., Simanova A.A. Struktura elnikov Respubliki Mariy El i zakonomernosti rasprostraneniya eley roda *Picea* v ee lesnom fonde [Structure of Fir Stands in Mari El Republic and Peculiarities for Propagation of *Picea* in Forests]. *Khvoynnye borealnoy zony* [Coniferous Trees in Boreal Area]. 2014. № 5-6. Pp. 29–35.

13. Demakov Yu. P., Isaev A.V., Simanova A.A. Zakonomernosti razvitiya drevostoev v suramenyakh Mariyskogo Zavolzhya [Peculiarities for Stands Development in the Suramen of Trans-Volga Area]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forest Journal]. 2015. № 1. Pp. 43–57.

14. Demakov Yu. P., Isaev A.V. Zakonomernosti razvitiya drevostoev v suboryakh Mariyskogo Zavolzhya [Peculiarities of Stands Development in Subor Conditions of Mari Trans-Volga Region]. *Vestnik Udmurtskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle* [Vestnik of Udmurt State University. Series: Biology. Earth Sciences]. 2015. Vol. 25, Issue 2. Pp. 58–70.

15. Kolesnichenko M. V. *Biokhimicheskie vzaimovliyaniya drevesnykh rasteniy* [Biochemical Interconnection of Woody Plants]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1968. 152 p.

The article was received 15.09.15.

Citation for an article: Demakov Yu. P., Isaev A. V., Krasnov V. G. Structure and peculiarities of development of stands with some share of ashes in Mari forests (Volga Region). *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2015. No 4 (28). Pp. 23-34.

Information about the authors

DEMAKOV Yuriy Petrovich – Doctor of Biological Sciences, visiting professor at the Chair of Forest Plantations and Mechanization of Forestry Activities at Volga State University of Technology, chief researcher at the state national reserve «Bolshaya Kokshaga». Research interests – forestry, silviculture, biogeocoenology The author of 290 publications, including 10 monographs and study guides.

ISAEV Alexander Victorovich – Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Research Activity, state natural reserve «Bolshaya Kokshaga». Research interests – biogeocoenology, forest pedology, nature protection. The author of 47 publications including one monograph.

KRASNOV Vitaliy Gennadiyevich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Chair of Forest Plantations, Selection and Biotechnology, Volga State University of Technology. Research interests – artificial forest restoration and forest cultivation of the main woody species. The author of 70 publications.