

УДК 630*181 (470.343)

*Ю.П. Демаков, И.П. Курненко, В.Г. Краснов***РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ЛИПНЯКОВ
РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ**

Высокая ценность и низкая представленность липняков в лесах России указывают на актуальность темы исследований, на необходимость сохранения липняков и по возможности расширенного воспроизводства их, а также повышения эффективности использования их ресурсного потенциала. Приведены результаты исследований, отражающие современную структуру, производительность и закономерности развития липняков Республики Марий Эл. Показано, что по составу они являются в основном смешанными, состоящими из 3–4 пород деревьев, из которых в них чаще всего встречаются береза и осина. Доля липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) неуклонно увеличивается с возрастом древостоев и эта порода постепенно становится доминирующей, полностью определяя их функционирование и дальнейшее развитие. Сделан вывод о том, что липняки Республики Марий Эл не в полной мере реализуют свою потенциальную производительность, а для повышения их ресурсного потенциала необходимо увеличить площади рубок ухода за лесом и поднять их качество.

Ключевые слова: липа сердцевидная, древостой, структура, развитие.

Липа сердцевидная, или мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) – листопадное очень теневыносливое, засухо- и морозоустойчивое древесное растение, произрастающее на плодородных почвах, достигающее высоты 38 м и доживающее до 600 лет [1–6]. Она является одной из наиболее хозяйственно ценных древесных пород [7–13], образуя как чистые, так и смешанные древостой, успешно выполняющие важные ресурсные, средообразующие и средоохранные функции. Её ареал простирается от Южной Британии и Центральной Фенноскандии до европейской части России, Южного Урала, Западной Сибири, Кавказа, Крыма, Болгарии, Италии и Испании. В Норвегии липа сердцевидная распространяется до 66° с.ш., в Финляндии, Швеции, Карелии и Архангельской области – до 63–64° с.ш., в Республике Коми и Ханты-Мансийском автономном округе – до 61–62° с.ш. Доля площади липняков в лесном фонде России, несмотря на большой ареал этой породы, составляет всего 0,45 % [14]. Наиболее распространены липняки в Приволжском федеральном округе, где на их долю приходится 7 % площади лесного фонда.

Липа – лучший нектаронос в отечественной флоре, давая самый ценный и душистый мёд. Нектаропроодуктивность липняков достигает 800–1000 кг/га [15]. Цветки содержат аскорбиновую кислоту, каротин, сахара, специфические эфирные масла, гликозиды, сапонины и дубильные вещества, а также многие минеральные элементы: К, Mn, Mg, Ca, Zn, Cr, Fe, Al, Co, Ni, Mo, J, Se. Препараты из них активируют диурез, повышают секрецию желудочного сока, усиливают желчеобразование, облегчают транспорт желчи в двенадцатиперстную кишку, проявляют потогонное, жаропонижающее, отхаркивающее, бактерицидное, иммуностимулирующее, противовоспалительное и седативное действие, уменьшают вязкость крови и способны понижать уровень глюкозы в ней у больных сахарным диабетом. В народной медицине настой цветов липы используется также при воспалении органов дыхания и желудочно-кишечных коликах, для лечения пиелонефрита, мигрени, эпилепсии, цистита, атеросклероза, туберкулеза и мочекаменной болезни, а отвар из камбия и коры – при ожогах, геморрое, мастите и подагре. Липовый чай, то есть настой сухих цветков, применяется наружно для укрепления волос, а измельчённые почки, листья и цветки – как средство для компрессов при фурункулезе, для смягчения кожи и уменьшения потливости. Богатые крахмалом, сахарами и витаминами молодые листья и распутившиеся почки, богатые каротином и витамином С, употребляют в пищу, готовят из них салаты или маринуют. Цветки и прицветники используют при производстве коньяков и ликеров, а также в парфюмерной промышленности. Плоды растения содержат до 58 % жирного масла, близкого по качеству к прованскому, а по вкусу – к миндальному или персиковому. Древесина липы белая и мягкая. Она используется для изготовления карандашей, чертежных досок, фанеры, мебели, облицовочной доски, ульев, кадок, точеных и резных сувениров, а также для производства древесного угля, порошок или таблетки из которого назначают при отрыжке, метеоризме, отравлениях и диареях. Отходы древесины идут для производства кормовых дрожжей и различных добавок в рацион питания сельскохозяйственных животных, поскольку они содержат много углеводов и клетчатки.

Высокая ценность и низкая представленность липняков в лесах России указывают на актуальность темы исследований, на необходимость их сохранения и по возможности расширенного воспроизводства липняков, а также повышения эффективности использования их ресурсного потенциала. Научные основы ведения хозяйства в липняках, отраженные в работах многих исследователей [8-10; 16-18], не дают, однако, ответа на ряд вопросов и требуют дальнейшего совершенствования, что невозможно сделать без детального изучения этих сложных динамических экосистем.

Цель работы – оценка ресурсного потенциала липняков Республики Марий Эл, выявление закономерностей их пространственного распространения и развития.

Объект и методы исследования

Материалом для анализа служила электронная похозяйственная база данных (более 400 тыс. выделов), содержащая детальную таксационную характеристику древостоев, произрастающих в лесном фонде Республики Марий Эл, территория которого входит в состав Ветлужско-Унжинской провинции лесной зоны Русской равнины подзоны хвойно-широколиственных лесов [19]. Климат умеренно континентальный, средняя годовая температура воздуха равна $+3,3^{\circ}\text{C}$; зимой она иногда опускается до -46°C , а летом поднимается до $+38^{\circ}\text{C}$. Сумма температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ составляет $1900-2200^{\circ}$, а средняя продолжительность периода с температурой воздуха выше 0°C – 208 дней [20]. 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.

При решении задачи использовали хорошо отработанную нами информационную технологию, основанную на системном анализе данных массовой таксации насаждений [21-28]. Обработку материала проводили стандартными методами, используя прикладные программы математической статистики.

Результаты и их обсуждение

Анализ исходного материала показал, что липняки, то есть древостои с преобладанием липы мелколистной, произрастают в Республике Марий Эл на площади 64,3 тыс. га (6,0 % всего лесного фонда). Площадь же древостоев с участием этой породы в 3,7 раза больше (238531 га). Довольно часто встречаются также древостои, в которых липа присутствует в качестве подлеска (157540 га). Распространение липняков по территории республики очень неравномерное и их доля сильно варьирует в разрезе лесничеств (рис. 1, табл. 1). Характер распределения лесничеств по площади и доле насаждений с преобладанием, участием и подлеском липы в их составе (Y) отображает уравнение $Y = K \cdot \exp[a \cdot 10^{-2} \cdot (R - 1)^b]$, в котором K – значение показателя в лесничестве, занимающем первое место в соответствующем ранговом ряду; R – ранг лесничества в порядке снижения значений оцениваемых параметров ($R = 1, 2 \dots N$). Наиболее велика доля липняков в Дубравном лесничестве (44,0 %), расположенном в Марийском Присурье. В Унжинском и Мари-Турекском лесничествах доля их площади составляет 31 %, в трех лесничествах – 23–24 %, в 13 она изменяется от 10 до 18 %, в 17 – от 4 до 10 %. В семи лесничествах из 81 липняки практически отсутствуют. По доле древостоев с присутствием липы лидирует также Дубравное лесничество, за которым следуют Еласовское, Мари-Турекское и Унжинское. Довольно велика доля таких древостоев (50–60 %) в Ямбаторском, Килемарском, Тайганурском и Нуктушском лесничествах. Липа не встречается только в древостоях Илетского лесного участка Звениговского лесничества. По доле древостоев с подлеском липы лидирует Оршанское лесничество, которому лишь немногим уступает Мари-Турекское. Довольно широко распространены древостои с подлеском из липы в Люльпанском, Унжинском и Тайганурском лесничествах. Липовый подлесок не встречается в древостоях 14 лесничеств. Корреляционная связь между долей древостоев с преобладанием липы и ее участием, рассматриваемая в разрезе лесничеств, тесная ($r = 0,84$), а между долей древостоев с подлеском липы и ее преобладанием слабая ($r = 0,38$). Все липняки республики и древостои с участием липы распределены по ее территории не в случайном порядке, а организованы в четыре кластера, в которых сосредоточено 76 % их площади. Первый из них расположен в Правобережье Волги, второй – в Килемарском районе в верховьях Рутки и Большого Кундыша, третий – в Звениговском районе в низовьях Илети, четвертый, который является самым крупным, – в восточной части республики (рис. 2). В каждом из этих кластеров целесообразно вести хозяйство, специализированное на выращивании липы и переработке получаемого из нее сырья, и всемерно развивать пчеловодство.

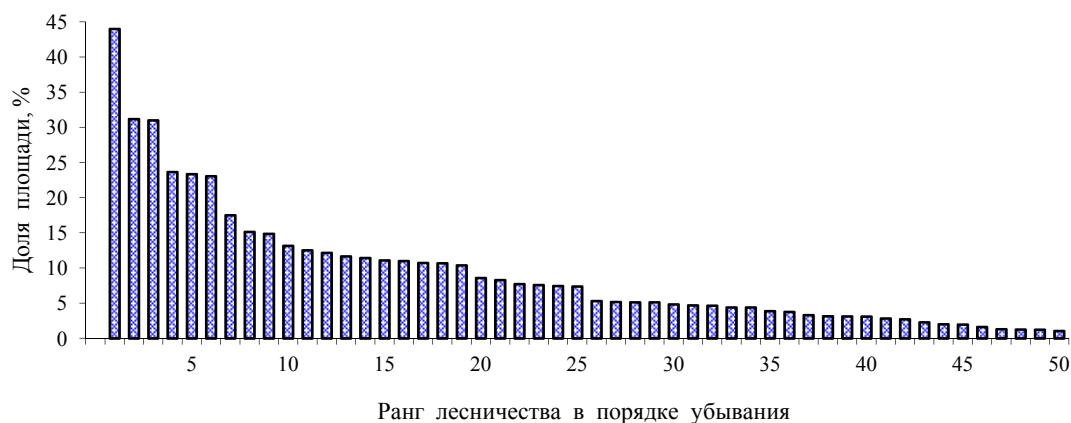


Рис. 1. Ранговое распределение лесничеств Республики Марий Эл по доле в них площади липняков

Таблица 1

Закономерности распределения древостоев с участием липы в разрезе лесничеств Марий Эл

Оцениваемый параметр	Значения коэффициентов уравнений				
	M_x	K	a	b	R^2
Площадь древостоев с преобладанием липы в их составе, га	693,2	4458,5	22,14	0,662	0,987
Доля древостоев с преобладанием липы в их составе, %	5,7	44,0	27,20	0,631	0,986
Площадь древостоев с присутствием липы в их составе, га	3353,1	15061,3	24,99	0,539	0,965
Доля древостоев с присутствием липы в их составе, %	21,5	89,1	13,87	0,655	0,959
Площадь древостоев с подлеском липы в их составе, га	1947,4	10186,2	7,78	0,941	0,991
Доля древостоев с подлеском липы в их составе, %	13,9	66,7	10,73	0,814	0,969

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

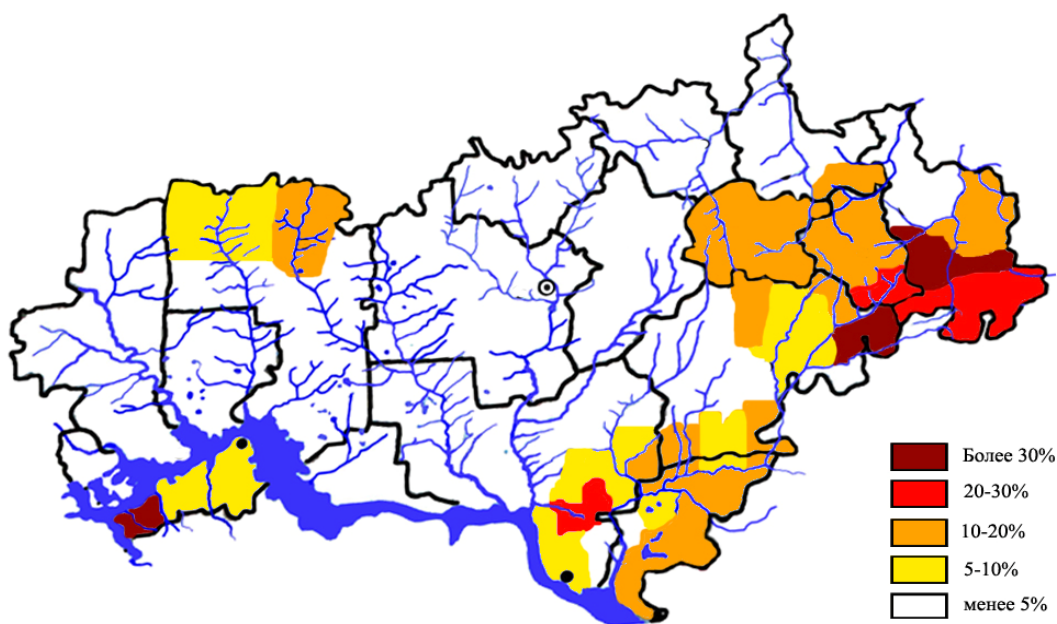


Рис. 2. Пространственное распределение липняков в лесном фонде Республики Марий Эл

Характер распределения древостоев с участием липы и ее подлеска определяют в первую очередь эдафические факторы. Установлено, что эта порода занимает весьма узкую экологическую нишу, встречаясь в составе древостоев в основном в свежих сураменях и дубравах, где доля липняков составляет 14,1 и 27,0 % соответственно (табл. 2). В пределах каждого типа лесорастительных условий (ТЛУ) доля насаждений с участием липы не является стабильной, а изменяется в разрезе лесничеств в очень больших пределах. Так, в ТЛУ С₂ доля липняков изменяется от 0 до 72,1 %, а древостоев с ее участием – от 0 до 95,7 %, что связано с особенностями развития хозяйства в лесничествах, расположенных в разных районах республики, отличающихся друг от друга не только по плотности населения, но и по особенностям его быта. Наибольшая площадь липняков, древостоев с участием липы и ее подлеском сосредоточена в преобладающих в республике свежих сураменях. Липа в виде примеси в древостое или подлеска наиболее часто встречается в дубняках и осинниках, а реже всего – в сосняках и черноольшанниках (табл. 3), что связано как с особенностями распространения этих лесных формаций по ТЛУ, так и с характером ведения в них хозяйства.

Таблица 2

Распространение древостоев с участием липы сердцевидной в различных ТЛУ Марий Эл

Трофотоп	Средняя доля площади древостоев по гигротопам, %*				
	1	2	3	4	5
С преобладанием липы, 64314 га					
A	0,00 (0,00)	0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
B	–	0,95 (0,47)	0,33 (0,24)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
C	–	88,5 (14,1)	4,50 (7,1)	0,08 (0,18)	0,00 (0,00)
D	–	5,58 (27,0)	–	–	–
С участием липы, 238531 га					
A	0,00 (0,00)	0,94 (1,39)	2,23 (5,43)	0,12 (0,77)	0,00 (0,00)
B	–	7,47 (18,0)	6,02 (21,3)	0,47 (3,80)	0,01 (0,22)
C	–	71,6 (55,3)	5,58 (42,4)	1,09 (11,3)	1,00 (9,46)
D	–	3,49 (81,8)	–	–	–
С подлеском липы, 157540 га					
A	0,00 (0,00)	0,46 (0,39)	2,22 (3,13)	0,00 (0,02)	0,00 (0,00)
B	–	11,2 (15,6)	4,47 (9,15)	0,25 (1,17)	0,00 (0,01)
C	–	74,8 (33,6)	3,84 (17,0)	0,75 (4,53)	0,40 (2,22)
D	–	1,80 (24,5)	–	–	–

Примечание. Перед скобками – доля древостоев от общей их площади в лесном фонде республики, в скобках – от площади каждого ТЛУ.

Таблица 3

Закономерности распределения древостоев с участием липы в разрезе формаций и лесничеств

Формации	Площадь, га	Доля площади древостоев в каждой формации, %					
		с присутствием липы			с подлеском липы		
		средняя	min	max	средняя	min	max
Сосняки	453091,3	3,4	0,0	41,9	2,1	0,0	47,1
Ельники	118748,8	32,4	0,0	83,8	13,5	0,0	65,2
Березняки	389786,4	30,4	0,3	87,3	21,2	0,0	79,6
Осинники	59939,1	56,3	0,0	86,8	36,6	0,0	86,5
Ольшанники	28828,3	9,7	0,0	64,8	2,4	0,0	20,5
Дубняки	9408,8	80,9	0,0	100,0	29,7	0,0	100,0

Липняки во всех ТЛУ являются в основном смешанными, состоящими чаще всего из 3-4 пород деревьев (рис. 3, табл. 4). Доля участия в них липы изменяется от 3 до 10 единиц, составляя в среднем 48-60 %. Плотность популяции липы наиболее велика в свежих суборях, сураменях и дубравах. Из сопутствующих пород в них чаще всего встречается береза, доля которой особенно велика в ТЛУ В₃.

Меньше всего ее присутствие в свежих дубравах и пойменных экотопах. В остальных ТЛУ среднее долевое участие березы в древостоях варьирует в пределах от 15,9 до 18,2 %. В сырых сураменях велика доля участия в липняках ольхи черной и осины, а в ТЛУ D₂ – дуба. Довольно часто в липняках встречается примесь ели и сосны.

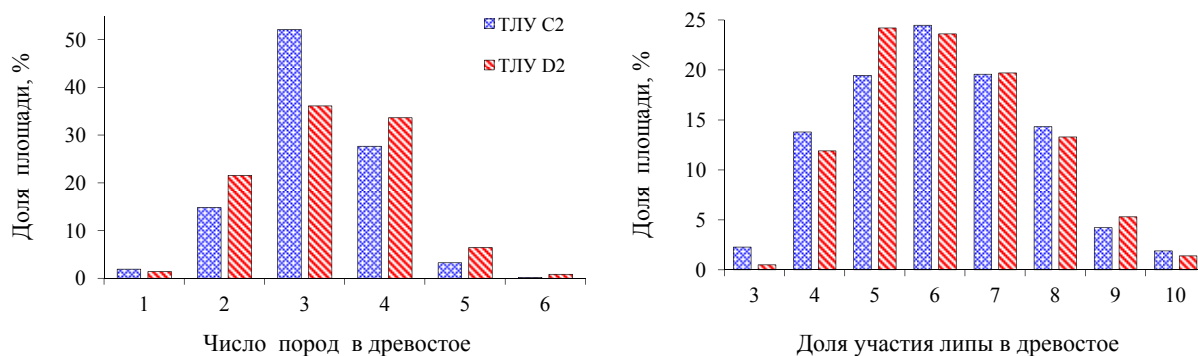


Рис. 3. Изменение числа пород деревьев и доли участия липы в древостоях с ее преобладанием

Таблица 4

Породный состав модальных липняков в различных ТЛУ Республики Марий Эл

ТЛУ	Среднее число пород	Средняя доля участия разных пород в составе древостоя, %				
		липы	березы	Ос, Ол, Ив	Д, Яс, Вз, Кл	хвойных
B ₂	3,14	60,2	18,2	7,5	3,8	10,3
B ₃	3,21	47,9	30,0	6,4	4,3	11,4
C ₂	3,19	60,1	16,8	11,0	2,3	9,8
C ₃	3,85	51,8	14,7	12,8	7,1	13,6
C ₄	3,81	47,9	15,9	24,7	1,9	9,6
D ₂	3,34	60,6	11,1	8,0	20,2	0,1

Класс бонитета и полнота липняков, отражающие их потенциальную и реализованную производительность, изменяются в очень широких пределах (рис. 4), что связано как с хозяйственной деятельностью, так и природными факторами. Наиболее высокий класс бонитета имеют древостои в свежих дубравах, а самый низкий – в сырых сураменях (табл. 5). Средняя полнота древостоев наиболее велика в свежих сураменях, а самая низкая – в сырых сураменях. В остальных ТЛУ она изменяется от 0,59 до 0,63. Наиболее высокий средний годичный прирост стволовой древесины имеют липняки во влажных суборях (4,06 м³/га), что связано в определенной мере с их возрастом, который гораздо ниже, чем в других ТЛУ. Самый низкий средний годичный прирост запаса имеют липняки в свежих дубравах, средний возраст которых составляет 85 лет.

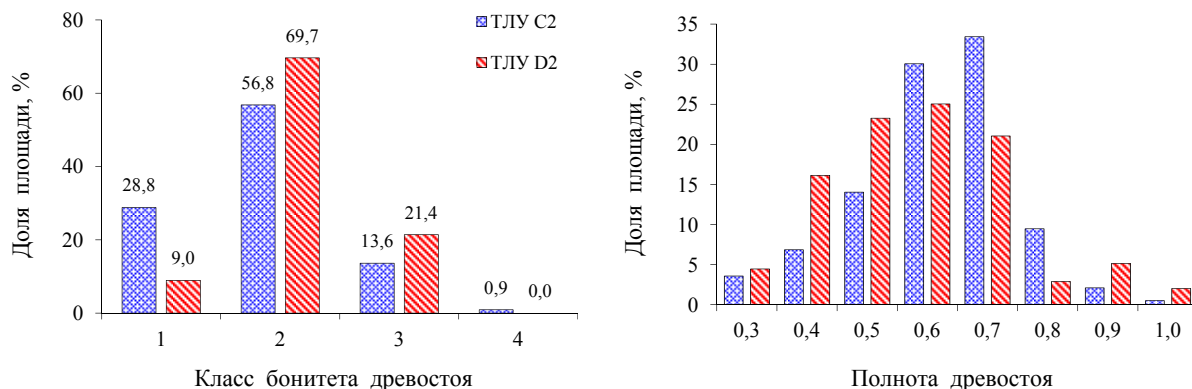


Рис. 4. Характер распределения липняков Республики Марий Эл по их производительности

Анализ исходных данных показал, что возраст липняков республики изменяется в очень больших пределах, достигая в ряде случаев 190 лет. В возрастном спектре древостоев, который практически одинаков в разных ТЛУ, четко выделяется пик, приходящийся на возрастной интервал 80–100 лет (рис. 5), что соответствует 1905–1925 календарным годам. Он связан, на наш взгляд, с массовой вырубкой в это время еловых древостоев и последующим естественным возобновлением на их месте липняков. В ТЛУ D₂ небольшая по мощности волна возникновения липняков отмечалась в 1815–1845 гг., что соответствует современному их возрасту 160–190 лет. Очень мало древостоев в возрасте 10, 40, 130–150 лет, что указывает на слабые изменения структуры лесов в это время. Липа сердцевидная постепенно захватывает жизненное пространство (рис. 6), становясь со временем в сураменях и дубравах Марий Эл одним из основных эдификаторов лесных биогеоценозов [25; 27–30], полностью определяющих их функционирование и развитие.

Таблица 5

Средний возраст и производительность липняков в различных ТЛУ Республики Марий Эл

ТЛУ	Средние значения показателей продуктивности древостоев				
	Возраст, лет	Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³ /га	Годичный прирост, м ³ /га
B ₂	55	2,23	0,63	167,8	3,05
B ₃	34	2,07	0,62	137,9	4,06
C ₂	59	2,16	0,64	195,4	3,31
C ₃	73	2,30	0,59	226,7	3,11
C ₄	69	2,53	0,57	187,8	2,72
D ₂	85	2,01	0,61	207,3	2,44

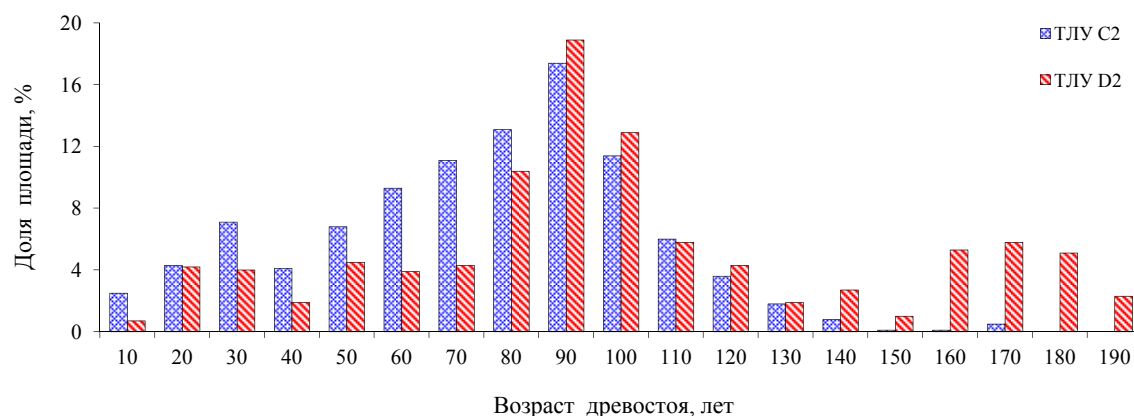


Рис. 5. Возрастной спектр липняков в различных ТЛУ Республики Марий Эл

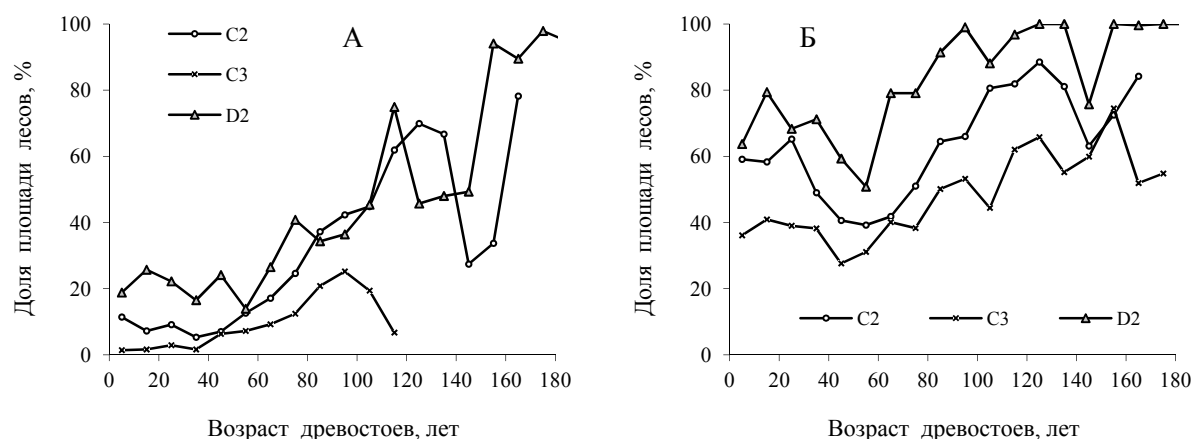


Рис. 6. Возрастные изменения доли площади липняков (А) и древостоев с участием липы (Б) в различных ТЛУ Республики Марий Эл

С увеличением возраста липняков, как показали расчеты, происходит неуклонное снижение класса бонитета и полноты древостоев (рис. 7). Возрастные тренды значений этих параметров аппроксимируют следующие уравнения регрессии:

$$\text{ОП}_{\text{C2}} = 0,33 \cdot \exp(-18,05 \cdot 10^{-3} \cdot A) + 0,51; R^2 = 0,767; p < 0,001;$$

$$\text{ОП}_{\text{C3}} = 0,20 \cdot \exp(-16,06 \cdot 10^{-3} \cdot A) + 0,53; R^2 = 0,614; p < 0,01;$$

$$\text{ОП}_{\text{D2}} = 0,58 \cdot \exp(-16,73 \cdot 10^{-3} \cdot A) + 0,44; R^2 = 0,938; p < 0,001;$$

$$\text{КБ}_{\text{C2}} = 1,30 \cdot [1 - \exp(-43,0 \cdot 10^{-6} \cdot A^{2,083})] + 1,90; R^2 = 0,605; p < 0,01;$$

$$\text{КБ}_{\text{C3}} = 1,02 \cdot [1 - \exp(-16,84 \cdot 10^{-10} \cdot A^{4,462})] + 1,98; R^2 = 0,755; p < 0,01;$$

$$\text{КБ}_{\text{D2}} = 1,40 \cdot [1 - \exp(-78,7 \cdot 10^{-8} \cdot A^{2,893})] + 1,60; R^2 = 0,859; p < 0,001,$$

в которых КБ – класс бонитета древостоев в соответствующих ТЛУ; ОП – их относительная полнота; А – возраст древостоев, лет.

Класс бонитета древостоев, как свидетельствуют приведенные данные, наиболее высок в пределах всего их возрастного интервала в условиях свежих дубрав. В свежих и влажных сураменях он гораздо ниже и до возраста 70 лет практически одинаков. В дальнейшем в ТЛУ С₃ класс бонитета древостоев резко снижается. Средняя полнота липняков до возраста 80 лет наиболее высока в свежих дубравах, а самых низких значений достигает во влажных сураменях. В дальнейшем же положение древостоев в разных ТЛУ коренным образом меняется, что связано с особенностями ведения хозяйственной деятельности и процесса естественного отпада деревьев в них.

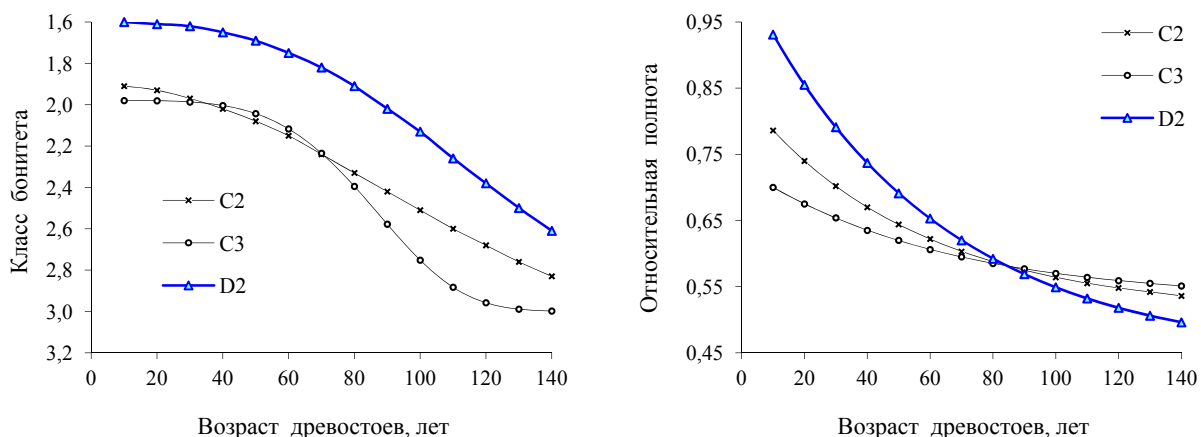


Рис. 7. Тренды возрастных изменений среднего класса бонитета и средней полноты модальных липняков в различных ТЛУ Республики Марий Эл

Изменение средней высоты (H , м) и среднего диаметра липовых древостоев (D , см) с их возрастом (A , лет) с очень высокой точностью ($p < 0,001$) описывают следующие уравнения регрессии:

$$H_{\text{C2}} = 25,9 \cdot [1 - \exp(-19,62 \cdot 10^{-3} \cdot A^{1,069})]; R^2 = 0,994;$$

$$H_{\text{C3}} = 24,3 \cdot [1 - \exp(-12,10 \cdot 10^{-3} \cdot A^{1,238})]; R^2 = 0,987;$$

$$H_{\text{D2}} = 25,6 \cdot [1 - \exp(-14,15 \cdot 10^{-3} \cdot A^{1,230})]; R^2 = 0,993;$$

$$D_{\text{C2}} = 1,274 \cdot (A - 3)^{0,692}; R^2 = 0,986;$$

$$D_{\text{C3}} = 1,115 \cdot (A - 4)^{0,741}; R^2 = 0,988;$$

$$D_{\text{D2}} = 1,795 \cdot (A - 3)^{0,630}; R^2 = 0,988.$$

Анализ представленных математических моделей показывает, что высота липовых древостоев, которая наиболее велика в свежих дубравах, вплотную приближается к своему биологическому пределу, ограниченному в каждом ТЛУ условиями среды, уже в возрасте 70-80 лет и после чего практически уже не увеличивается. Максимальные различия значений между древостоями, произрастающими в разных ТЛУ, достигают 2,4 м в возрасте 50 лет, постепенно уменьшаясь далее до 1,4 м. Значения же среднего диаметра древостоев до 80 лет наиболее велики в свежих дубравах, а затем – во влажных сураменях. В возрасте 140 лет различия между ТЛУ достигают 4,1 см.

В пределах каждого ТЛУ липняки значительно уступают по средней высоте и среднему диаметру древостоям березнякам и осинникам. Различия высот древостоев в свежих дубравах наиболее велики в возрасте от 30 до 60 лет, достигая 3,9–4,1 м, а в свежих сураменях – в возрасте от 40 до 80 лет, составляя 3–3,5 м (рис. 8). Средний диаметр липняков в условиях свежей сурамени до 30–35 лет немного выше, чем у березняков и осинников, однако в дальнейшем он становится гораздо меньше. В условиях же свежей дубравы липняки уступают им по величине среднего диаметра деревьев в пределах всего возрастного диапазона.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что береза и осина при совместном их произрастании с липой очень долго оказывают на нее угнетающее воздействие, приводя к снижению темпов роста её деревьев и выпадению их из состава древостоев. Для предотвращения в древостоях смены пород и улучшения условий роста деревьев липы необходимо очень долго проводить рубки ухода, которые следует начинать как можно раньше.

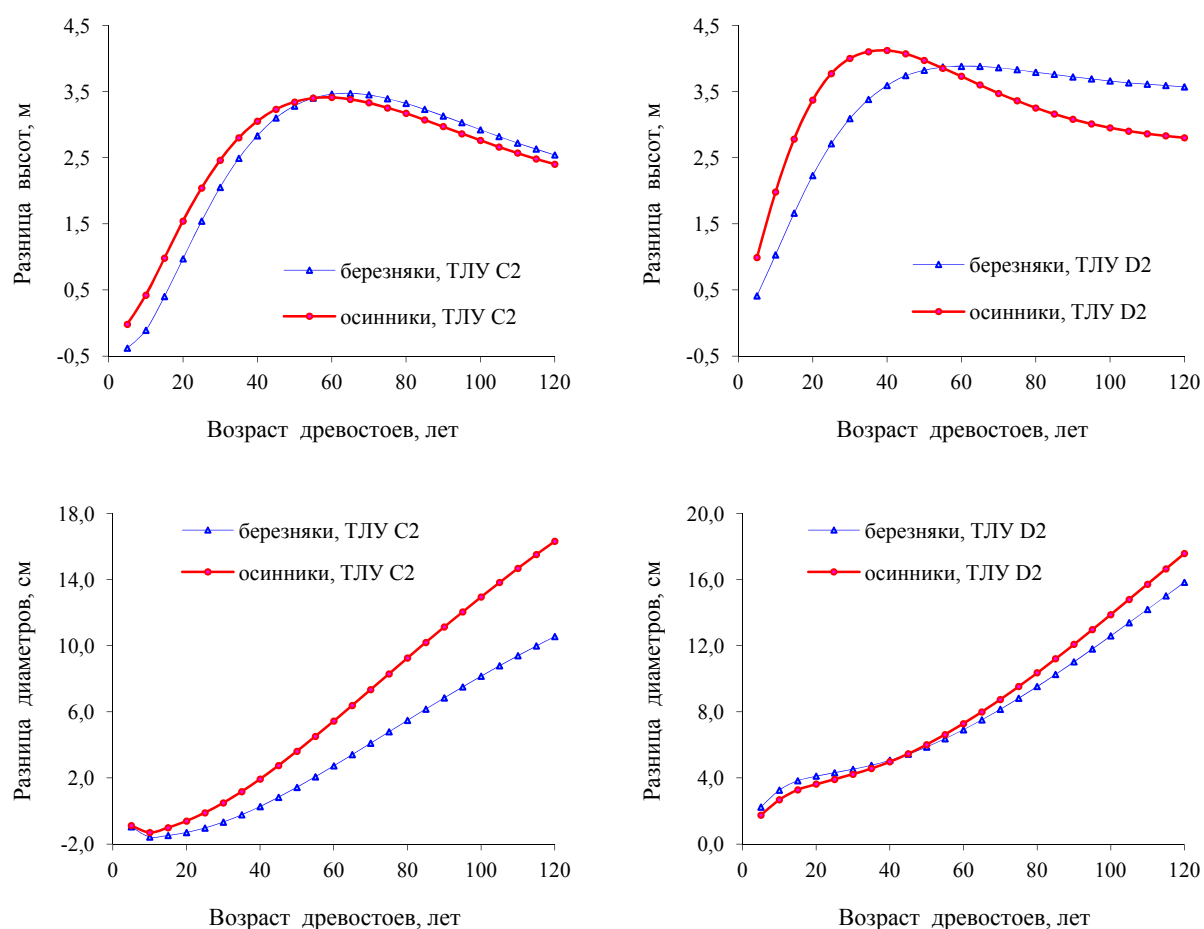


Рис. 8. Динамика разницы средней высоты и среднего диаметра древостоев березы и осины по отношению к липнякам в различных ТЛУ Республики Марий Эл

Одним из важнейших показателей эколого-ресурсного потенциала древостоев является запас стволовой древесины (M , $\text{м}^3 / \text{га}$), который, как показали расчеты, увеличивается с возрастом (A , лет) лишь до определенного момента времени, а затем постепенно снижается, что связано с их изреживанием под действием естественных и антропогенных факторов. Возрастные изменения этого таксационного параметра липняков в различных ТЛУ с высокой точностью ($p < 0,001$) описываются в следующих уравнениях:

$$M_{C2} = 3,888 \cdot A^{1,116} \cdot \exp(-88,80 \cdot 10^{-4} \cdot A); R^2 = 0,958;$$

$$M_{C3} = 1,303 \cdot A^{1,462} \cdot \exp(-144,6 \cdot 10^{-4} \cdot A); R^2 = 0,929;$$

$$M_{D2} = 5,863 \cdot A^{1,053} \cdot \exp(-110,6 \cdot 10^{-4} \cdot A); R^2 = 0,951.$$

По величине наличного запаса древесины до возраста 60 лет лидирующие позиции занимают липняки, произрастающие в условиях свежих дубрав, которые затем постепенно начинают уступать насаждениям в других ТЛУ (рис. 9). После 80 лет по запасу древесины лидируют липняки свежих сураменей. Кульминация величины древесного запаса наступает в ТЛУ D_2 в 95 лет, в C_3 – в 100 лет, в C_2 – в 125 лет; его же величина в этот момент времени составляет в среднем 248, 258 и 280 $\text{м}^3/\text{га}$ соответственно. Текущий годичный прирост древесного запаса наиболее высок у липняков в молодом возрасте, что свидетельствует, по нашему мнению, об их порослевом происхождении. До 25-летнего возраста по его величине лидируют липняки в свежих дубравах, постепенно уступающие свои позиции древостоям в других ТЛУ.

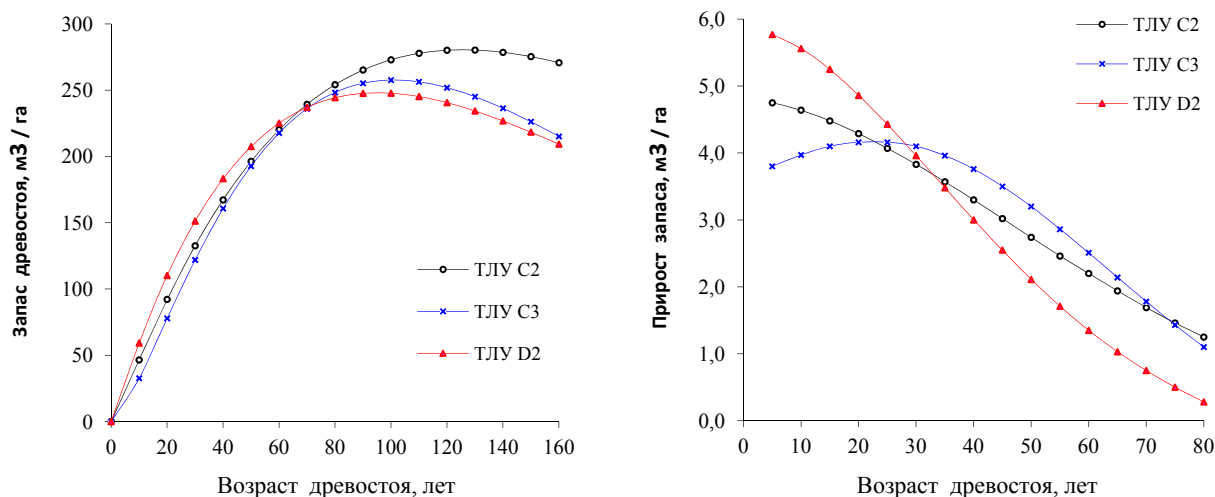


Рис. 9. Динамика наличного запаса стволовой древесины и его текущего годичного прироста модальных липняков в различных ТЛУ Республики Марий Эл

Липняки, как было отмечено выше, являются в основном смешанными. Запас каждого элемента древостоя изменяется в них с возрастом по-разному. Так, максимальная его величина у липового элемента в модальных древостоях в ТЛУ D_2 составляет 155 $\text{м}^3/\text{га}$ в возрасте 110 лет, а в ТЛУ C_2 – 168 $\text{м}^3/\text{га}$ в возрасте 85 лет (рис. 10). Снижение запаса древесины липы после периода кульминации его величины происходит быстрее всего в ТЛУ C_2 . Запас мягколиственных пород деревьев наиболее высок в свежих сураменях, достигая 102 $\text{м}^3/\text{га}$ в возрасте 80 лет. В свежих дубравах кульминация его величины наступает на 30 лет раньше, составляя всего 72 $\text{м}^3/\text{га}$. В ТЛУ C_2 запас ценных хвойных пород (ели и сосны) достигает 47 $\text{м}^3/\text{га}$ в возрасте 90 лет. В ТЛУ D_2 в этом возрасте практически такой же величины (44 $\text{м}^3/\text{га}$) достигает запас деревьев дуба.

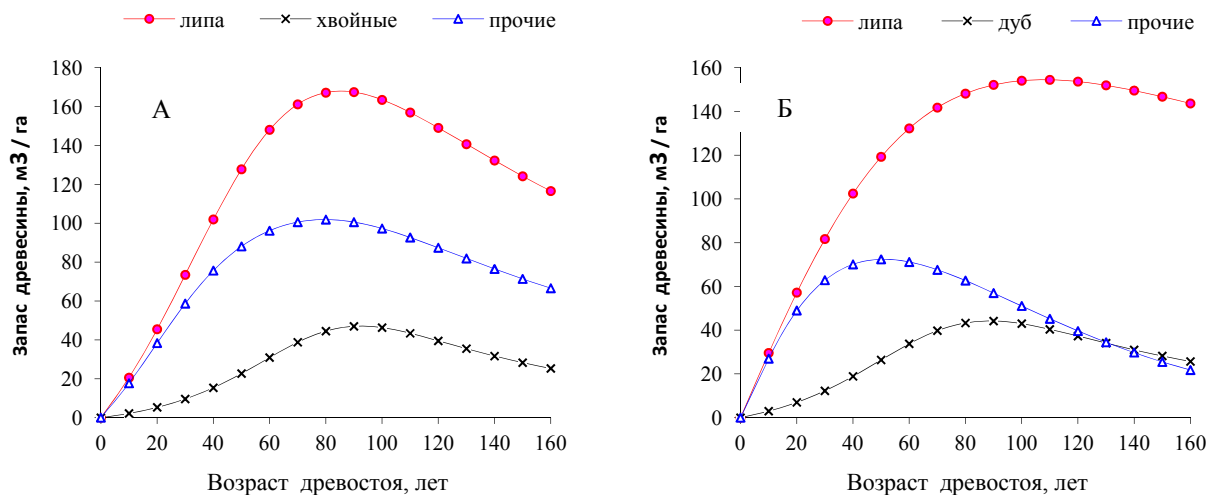


Рис. 10. Динамика запаса различных пород деревьев в модальных липняках, произрастающих в ТЛУ C_2 (А) и D_2 (Б) Республики Марий Эл

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют об имеющихся весьма больших резервах повышения ресурсного потенциала липняков Республики Марий Эл за счет увеличения их площади, а также регулирования состава и полноты древостоев с помощью определенных лесоводственных мероприятий. Для формирования хозяйственно-целевых нектароносных насаждений рубки ухода в них необходимо начинать уже с 5–10-летнего возраста и проводить его в летний период регулярно через каждые 10 лет, удаляя деревья осины и березы, а также ослабленные и слаборазвитые деревья липы. Для дальнейшего выращивания необходимо оставлять деревья липы с раскидистой хорошо развитой кроной, которые обладают максимальной интенсивностью цветения [31; 32], а также деревья клена остролистного, ивы козьей и рябины, повышающие продолжительность и величину медосбора в лесах [8–10]. Интенсивность выборки определяется полнотой древостоя, которая после проведения рубки должна составлять 0,5–0,6. После проведения проходных рубок высокой интенсивности происходит не только повышение нектаропродуктивности липняков, но и формирование под пологом материнского древостоя предварительного возобновления липы, обеспечивающего неистощимость целевого использования насаждений. В липняках, достигших возраста 80–90 лет, целесообразно проводить в зимний период полосно-постепенные или сплошные узколесосечные (шириной до 50 м) рубки, обеспечивающие получение древесины и целевое формирование молодого поколения липы [18; 33; 34]. Для повышения эффективности использования ресурсного потенциала липняков республики необходимо в местах их наибольшего сосредоточения создать специализированные укрупненные лесоводственно-пчеловодческие хозяйства, обеспечив им определенное льготное финансирование и необходимую на первых порах государственную поддержку.

Выводы

1. Доля площади древостоев с преобладанием липы сердцевидной в лесах Марий Эл в настоящее время невелика, хотя потенциально существуют все необходимые условия для ее увеличения при целенаправленной деятельности лесопользователей и государственных органов лесопользования. Липняки и древостои с участием липы сконцентрированы на территории республики в четырех крупных кластерах, в которых целесообразно организовать специализированные лесоводственно-пчеловодческие хозяйства.

2. Липа сердцевидная занимает весьма узкую экологическую нишу, встречаясь в основном в свежих сураменях и дубравах. В виде примеси в древостое или подлеска она наиболее часто отмечается в дубняках и осинниках, а реже всего – в сосняках и черноольшанниках, что связано как с особенностями распространения этих лесных формаций, так и с характером ведения в них хозяйства. В пределах каждой лесной формации и типа лесорастительных условий доля насаждений с участием липы не является стабильной, а изменяется в разрезе лесничеств в очень больших пределах, что связано с различиями в них интенсивности хозяйственной деятельности, а также плотности населения и по особенностям его быта.

3. Липняки во всех типах лесорастительных условий являются в основном смешанными, состоящими чаще всего из 3–4 пород деревьев. Доля же участия в них липы изменяется от 3 до 10 единиц. Из сопутствующих пород в липняках чаще всего встречается береза, доля которой наиболее мала в свежих дубравах и пойменных экотопах. Довольно часто в липняках встречается примесь ели и сосны. В сырых сураменях велика доля участия в них ольхи черной и осины, а в дубравах – дуба.

4. Класс бонитета и полнота липняков, отражающие их потенциальную и реализованную производительность, изменяются в очень широких пределах, что связано как с хозяйственной деятельностью, так и природными факторами. Наиболее высокий класс бонитета имеют древостои в свежих дубравах, а самый низкий – в сырых сураменях. Средняя же полнота древостоев наиболее низка в сырых сураменях, а наиболее велика в свежих сураменях. С увеличением возраста древостоев происходит неуклонное снижение их класса бонитета и полноты, доля же участия липы возрастает.

5. В пределах каждого типа лесорастительных условий деревья березы и осины очень долго оказывают на липу угнетающее воздействие, для предотвращения которого необходимо регулярно проводить рубки ухода и начинать их как можно раньше.

6. По величине наличного запаса древесины до возраста 60 лет лидирующие позиции занимают липняки, произрастающие в условиях свежих дубрав, которые затем постепенно начинают уступать насаждениям в других типах лесорастительных условий. После 80 лет по запасу древесины лидируют липняки свежих сураменей. Кульминация величины древесного запаса наступает раньше всего (в 95

лет) в условиях свежих дубрав, составляя в среднем $280 \text{ м}^3/\text{га}$. Во влажных сураменях она отмечается в возрасте 100 лет, а в свежих сураменях – в 125 лет. Величина же древесного запаса в этот момент времени составляет в среднем 248 и $258 \text{ м}^3/\text{га}$ соответственно.

7. Текущий годичный прирост древесного запаса наиболее высок у липняков в молодом возрасте, что свидетельствует об их порослевом происхождении. До 25-летнего возраста по его величине лидируют липняки в свежих дубравах, постепенно уступающие свои позиции древостоям в других типах лесорастительных условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев И.В. Семейство липовые // Деревья и кустарники СССР. Т. IV. М.; Л.: АН СССР, 1958. С. 659-726.
2. Харитонович Ф.Н. Биология и экология древесных пород. М.: Лесная пром-сть, 1968. 304 с.
3. Положий А.В. Сем. Tiliaceae-Липовые // Флора Красноярского края. Томск: Томский гос. ун-т, 1977. Вып. 7. 18 с.
4. Мурахтанов Е.С. Липа. М.: Лесная пром-сть, 1981. 80 с.
5. Пчелин В.И. Дендрология. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 519 с.
6. Усольцев В.А. Лесные арабески, или этюды из жизни наших деревьев. Екатеринбург: Уральский гос. лесотехн. ун-т, 2014. 161 с.
7. Хлонов Ю.П. Липы и липняки Западной Сибири (распространение, лесоводственные свойства, типы лесов, искусственные посадки). Новосибирск: Наука, 1965. 155 с.
8. Мурахтанов Е.С. Основы организации комплексного хозяйства в липняках Средней Волги. Л.: Изд-во ЛГУ, 1972. 302 с.
9. Мурахтанов Е.С. Пчеловодство в липняках. М.: Лесная пром-сть, 1977. 105 с.
10. Соколов П.А. Состояние и теоретические основы формирования липняков. Йошкар-Ола: Марийское кн. изд-во, 1978. 208 с.
11. Дегтярева М.В. О липе и липняках в Тюменской области // Проблемы взаимодействия человека и природной среды. 2001. № 2. С. 110-113.
12. Зайнуллов И. А. Липа мелколистная в условиях Нижнетагильского лесхоза Тюменской области // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр., вып. 24. Екатеринбург: Уральский гос. лесотехн. ун-т, 2004. С. 101-105.
13. Харитонцев Б.С., Шарафутдинова М.С., Харитонцев А.Б. Особенности липняков юга Западной Сибири // Вестн. Тобольской гос. соц.-пед. акад. им. Д.И. Менделеева. 2013. № 5. С. 118-125.
14. Лесной фонд России: справочник. М.: Государственная лесная служба, 2003. 637 с.
15. Бурмистров А.Н., Никитина В.А. Медоносные растения и их пыльца. М.: Росагропромиздат, 1990. 192 с.
16. Габделхаков А. К. Эколого-лесоводственные основы формирования высокопродуктивных липняков / А.К. Габделхаков, К.М. Габдрахимов, С.И. Конашова, Р.Р. Фаттахова, А.Ф. Хайретдинов. Уфа: МЛХ Республики Башкортостан, 1998. 190 с.
17. Журавлева Г.А., Алексеев И.А. Липняки Среднего Поволжья: ресурсная и санитарная оценка. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. 171 с.
18. Султанова Р.Р. Эколого-лесоводственные основы ведения хозяйства в липняках Южного Урала. М.: МГУЛ, 2006. 237 с.
19. Курнаев С. Ф. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 201 с.
20. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР. Л.: Гидрометеоздат, 1972. 107 с.
21. Демаков Ю.П., Исаев А.В. Динамика производительности и состава древостоев в различных экотопах заповедника «Большая Кокшага» // Науч. тр. гос. природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 4. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. С. 24–67.
22. Демаков Ю.П., Медведкова Е.А. Структура и динамика естественных лесных биогеоценозов Ботанического сада МарГТУ // Вестн. Марийского гос. техн. ун-та. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2010. № 1. С. 16-28.
23. Демаков Ю.П., Смыков А.Е., Гаврицкова Н.Н. Структура, продуктивность и динамика осинников Республики Марий Эл // Вестн. Марийского гос. техн. ун-та. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2011. № 2. С. 24-38.
24. 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.
25. Демаков Ю.П., Исаев А.В., Симанова А.А. Закономерности развития древостоев в сураменях Марийского Заволжья // Сибирский лесной журн. 2015. № 1. С. 43-57.
26. Демаков Ю.П., Исаев А.В. Закономерности развития древостоев в суборах Марийского Заволжья // Вестн. Удм. ун-та. Сер.: Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. Вып. 2. С. 58-70.
27. Пуряев А.С., Демаков Ю.П. Возрастные изменения состава лесов в сураменях Предкамья Республики Татарстан // Лесохозяйственная информация. 2015. № 3. С. 13-21.
28. Демаков Ю.П., Краснов В.Г., Исаев А.В. Закономерности развития древостоев с участием дуба в лесах Марийского Предволжья // Вестн. Удм. ун-та. Сер.: Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. Вып. 4. С. 53-62.

29. Демаков Ю.П., Агафонов А.Ф., Кудрявцев Е.К., Иванов А.В. Состояние пойменных насаждений Марий Эл и биологическая устойчивость слагающих их пород // Рубки и восстановление леса в Среднем Поволжье. М.: ВНИИЛМ, 1992. С. 58-72.
30. Исаев А.В., Демаков Ю.П. Динамика древостоев в пойменных лесах заповедника «Большая Кокшага» // Вестн. Поволжского гос. технологического ун-та. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2013. № 4. С. 64-75.
31. Мустафин Р.М., Султанова Р.Р., Набиуллин Р.Б., Баранов С.В., Рахматуллин З.З. Особенности ухода в нектарных насаждениях липы мелколистной // Вестн. Башкирского ун-та. 2007. Т. 12, № 1. С. 47-50.
32. Мустафин Р.М., Султанова Р.Р., Рахматуллин З.З., Хайретдинов А.Ф. Рубки ухода в нектарных насаждениях липы мелколистной // Лесное хозяйство. 2007. № 3. С. 26-27.
33. Мартынова М.В., Султанова Р.Р., Хайретдинов А.Ф. Особенности лесообразовательного процесса в липовых лесах Среднего Предуралья // Тр. Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. 2016. № 1. С. 55-63.
34. Султанова Р.Р., Мартынова М.В. Рубки в спелых и перестойных насаждениях липы мелколистной // Вестн. БашГАУ. Уфа: БГАУ. 2013. № 1. С. 99-103.

Поступила в редакцию 14.10.16

Yu.P. Demakov, I.P. Kurnenkova, V.G. Krasnov

RESOURCE POTENTIAL AND LAWS OF DEVELOPMENT OF LINDEN FORESTS IN THE REPUBLIC OF MARI EL

The results of studies that reflect the modern structure, performance, and development patterns of lime-tree forests of the Republic of Mari El. It is shown that by composition they are mostly mixed, consisting of 3-4 tree species, of which the most common are birch and aspen. The proportion of heart-shaped linden (*Tilia cordata* Mill.) steadily increases with the age of forest stands, and this species is becoming dominant, fully defining their functioning and further development. It is concluded that the linden forests of the Republic of Mari El do not fully realize their potential productivity and that, to improve their resource potential, it is necessary to increase the area of thinning the forest and to raise their quality.

Keywords: *tilia cordata*; forest stands; structure; development.

REFERENCE

1. Vasil'ev I.V. [Family fake], in *Derev'ja i kustarniki SSSR*, vol. IV, M.-L.: AN SSSR, 1958, pp. 659-726 (in Russ.).
2. Haritonovich F.N. *Biologija i ekologija drevesnyh porod* [Biology and ecology of tree species], M.: Lesnaja promyshlennostj, 1968. 304 p. (in Russ.).
3. Polozhij A.V. [Tiliaceae-Linden], in *Flora Krasnojarskogo kraja*, Tomsk: Tomskij gos. un-t, 1977. iss. 7, 18 p. (in Russ.).
4. Murahtanov E.S. *Lipa* [Linden], M.: Lesnaja promyshlennostj, 1981. 80 p. (in Russ.).
5. Pchelin V.I. *Dendrologija* [Dendrology], Joshkar-Ola: MarGTU, 2007, 519 p. (in Russ.).
6. Usol'cev V.A. *Lesnye arabeski, ili etjudy iz zhizni nashih derev'ev* [Forest arabesque, or sketches of the lives of our trees], Ekaterinburg: Ural'skij gos. leso-tehn. un-t, 2014, 161 p. (in Russ.).
7. Hlonov Ju.P. *Lipy i lipnjaki Zapadnoj Sibiri (rasprostranenie, lesovodstvennye svoystva, tipy lesov, iskusstvennye posadki)* [Linden linden and Western Siberia (distribution, silvicultural characteristics, types of forests, artificial planting)], Novosibirsk: Nauka, 1965, 155 p. (in Russ.).
8. Murahtanov E.S. *Osnovy organizacii kompleksnogo hozjajstva v lipnjakah Srednej Volgi* [Fundamentals of integrated management in linden Middle Volga], L.: Izd-vo LGU, 1972. 302 p. (in Russ.).
9. Murahtanov E.S. *Pchelovodstvo v lipnjakah* [Beekeeping in linden], M.: Lesnaja prom., 1977, 105 p. (in Russ.).
10. Sokolov P.A. *Sostojanie i teoreticheskie osnovy formirovanija lipnjakov* [The state and the theoretical foundations of the formation of lime-tree], Joshkar-Ola: Marijskoe kn. izd-vo, 1978, 208 p. (in Russ.).
11. Degtareva M.B. [About linden and linden in the Tyumen region], in *Problemy vzaimodejstvija cheloveka i prirodnoj sredy*, 2001, no. 2, pp. 110-113 (in Russ.).
12. Zajnullov I.A. [Small-leaved lime in the conditions of the Tyumen region Nizhnetavdinsky forestry], in *Lesy Urala i hozjajstvo v nih: sb. nauch. tr.*, iss. 24, Ekaterinburg: Ural'skij gos. lesotehn. un-t, 2004, pp. 101-105 (in Russ.).
13. Haritonov B.S., Sharafutdinova M.S. and Haritonov A.B. [Features of lime-tree forests of the south of Western Siberia], in *Vestn. Tobol'skoj gosudarstvennoj social'no-pedagogicheskoj akademii im. D. I. Mendeleeva*, 2013, no. 5, pp. 118-125 (in Russ.).
14. *Lesnoj fond Rossii: Spravochnik* [Forest Fund of Russia: A Handbook], M.: Gosudarstvennaja lesnaja sluzhba, 2003, 637 p. (in Russ.).
15. Burmistrov A.N. and Nikitina V.A. *Medonosnye rastenija i ih pyl'ca* [Honey plants and their pollen], M.: Rosagropromizdat, 1990, 192 p. (in Russ.).
16. Gabdelhakov A.K. *Ekologo-lesovodstvennye osnovy formirovanija vysokoproduktivnyh lipnjakov* [Ecological and silvicultural bases of formation of high-lime-tree] / A. K. Gabdelhakov, K. M. Gabdrahimov, S. I. Konashova, R. R. Fattahova and A. F. Hajretdinov, Ufa: MLH Respubliki Bashkortostan, 1998, 190 p.

17. Zhuravleva G. A. and Alekseev I. A. *Lipnjaki Srednego Povolzh'ja: resursnaja i sanitarnaja ocenka* [Linden Middle Volga region: resource and sanitary assessment], Yoshkar-Ola: MarGTU, 2003, 171 p. (in Russ.).
18. Sultanova R.R. *Ekologo-lesovodstvennye osnovy vedenija hozjajstva v lipnjakah Juzhnogo Urala* [Ecological and silvicultural bases of housekeeping in the lime-tree of the Southern Urals], M.: MGUL, 2006, 237 p. (in Russ.).
19. Kurnaev S.F. *Lesorastitel'noe rajonirovanie SSSR* [Forest vegetation zoning of the USSR], M.: Nauka, 1973, 201 p. (in Russ.).
20. *Agroklimaticheskie resursy Marijskoj ASSR* [Agro-climatic resources of the Mari ASSR], L.: Gidrometeoizdat, 1972, 107 p. (in Russ.).
21. Demakov Ju.P. and Isaev A.V. [Dynamics performance and composition of the forest stands in various ecotopes command--Reserves "Big Kokshaga"], in *Nauchnye trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Bol'shaja Koksha-ga"*, iss. 4, Yoshkar-Ola: MarGTU, 2009, pp. 24-67 (in Russ.).
22. Demakov Ju.P. and Medvedkova E.A. [Structure and dynamics of natural forest ecosystems Botanical Garden MarSTU], in *Vestn. Marijskogo gos. tehn. un-ta. Serija: Les. ekologija. Prirodopol'zovanie*, 2010, iss. 1, pp. 16-28 (in Russ.).
23. Demakov, Ju.P., Smykov A.E. and Gavrickova N.N. [Structure, productivity and dynamics of aspen forests of the Republic of Mari El], in *Vestn. Marijskogo gos. tehn. un-ta. Serija: Les. ekologija. Prirodopol'zovanie*, 2011, no. 2, pp. 24-38 (in Russ.).
24. Demakov Ju.P. and Simanova A.A. [The structure of the spruce forests of the Republic of Mari El and regularities of the genus Picea spruce in its forest resources], in *Hvojnye boreal'noj zony*, 2014, no. 5-6, pp. 29-35 (in Russ.).
25. Demakov Ju.P., Isaev A.V. and Simanova A.A. [Laws of development stands in suramenyah Mari Zavolzhja], in *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2015, no. 1, pp. 43-57 (in Russ.).
26. Demakov Ju.P. and Isaev A.V. [Laws of development stands in the Pinetum compositum Mari Zavolzhja], in *Vestn. Udm. univ. Serija: Biologija. Nauki o Zemle*, 2015, vol. 25, iss. 2, pp. 58-70 (in Russ.).
27. Purjaev A.S. and Demakov Ju.P. [Age-related changes in forest composition suramenyah Predkamja Republic of Tatarstan], in *Lesohozjajstvennaja informacija*, 2015, no. 3, pp. 13-21 (in Russ.).
28. Demakov Ju.P., Krasnov V.G. and Isaev A.V. [Laws of development of forest stands with oak forests Mariyskogo Predvolzhja], in *Vestn. Udm. univ. Serija: Biologija. Nauki o Zemle*, 2015, vol. 25, iss. 4, pp. 53-62 (in Russ.).
29. Demakov Ju.P. [Status floodplain forests of Mari El and the biological stability of the constituent in the genus], in *Rubki i vosstanovlenie lesa v Srednem Povolzh'e* / Ju.P. Demakov, A.F. Agafonov, E.K. Kudrjavcev and A.V. Ivanov, M.: VNIILM, 1992, pp. 58-72 (in Russ.).
30. Isaev A.V. and Demakov Ju.P. [Dynamics stands in floodplain forests of the reserve "Big Kokshaga"], in *Vestn. Povolzhskogo gos. tehnologicheskogo un-ta. Serija: Les. ekologija. Prirodopol'zovanie*, 2013, no. 4, pp. 64-75 (in Russ.).
31. Mustafin R.M. [Features care nectarine plantations linden] / R.M. Mustafin, R.R. Sultanova, R.B. Nabiullin, S.V. Baranov and Z.Z. Rahmatullin, in *Vestn. Bashkirskogo un-ta*, 2007, vol. 12, no. 1, pp. 47-50 (in Russ.).
32. Mustafin R.M., Sultanova R.R., Rahmatullin Z.Z. and Hajretidinov A.F. [Thinning in plantations linden nectar], in *Lesnoe hozjajstvo*, 2007, no. 3, pp. 26-27 (in Russ.).
33. Martynova M.V., Sultanova R.R. and Hajretidinov A.F. [Features of forest forming process linden forests of the Middle Urals], in *Trudy Sankt-Peterburgskogo NII lesnogo hozjajstva*, 2016, no. 1, pp. 55-63 (in Russ.).
34. Sultanova R.R. and Martynova M.V. [Thinning in mature and over-mature stands linden], in *Vestnik BashGAU*, Ufa: BGAU, 2013, no. 1, pp. 99-103 (in Russ.).

Демаков Юрий Петрович,
доктор биологических наук, профессор кафедры
лесных культур, селекции и биотехнологии
E-mail: DemakovYP@volgatech.net

Курненькова Ирина Павловна,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры
экологии и природопользования
E-mail: KurninkovaIP@volgatech.net

Краснов Виталий Геннадьевич,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесных культур, селекции
и биотехнологии
E-mail: KrasnovVG@volgatech.net

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
технологический университет»
424000, Россия, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Demakov Yu.P.,
Doctor of Biology, Professor at Department
of forest plantation, breeding and biotechnology
E-mail: DemakovYP@volgatech.net

Kurninkova I.P.,
Candidate of Agriculture, Associate Professor
at Department of ecology and environmental sciences
E-mail: KurninkovaIP@volgatech.net

Krasnov V.G.,
Candidate of Agriculture, Associate Professor
at Department of forest plantation, breeding
and biotechnology
E-mail: KrasnovVG@volgatech.net

Volga State Technological University
pl. Lenina, 3, Yoshkar-Ola, Russia, 424000