

## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ СТАТЬИ

УДК 630\*6 + 630\*238

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОПЫТ ПЛАНТАЦИОННОГО ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Ю. П. Демаков<sup>1</sup>, Т. В. Нуреева<sup>1</sup>, А. С. Пуряев<sup>2</sup>, В. Г. Краснов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Поволжский государственный технологический университет  
424000, Республика Марий Эл, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

<sup>2</sup> Восточно-Европейская лесная опытная станция – филиал Всероссийского  
научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства  
420097, Республика Татарстан, Казань, ул. Товарищеская, 40

E-mail: DemakovYP@volgatech.net, NureevaTV@volgatech.net, purjaew@rambler.ru,  
KrasnovVG@volgatech.net

Поступила в редакцию 07.03.2017 г.

Разработаны концептуально-методологические и экономические основы плантационного лесовыращивания. Представлены математические модели динамики продуктивности древостоев разных пород в богатых типах лесорастительных условий Среднего Поволжья, их товарной структуры, таксовой стоимости и рыночной цены древесины. Предложен алгоритм действий при создании и выращивании лесных плантаций. Отмечено, что в условиях свежих дубрав и судубрав наибольшей производительностью обладают сосняки и лиственничники. Сделан вывод о том, что с учетом таксовой стоимости и рыночной цены древесины наиболее выгодно в этом регионе России в дубравных типах лесорастительных условий выращивать плантации дуба черешчатого *Quercus robur* L., а в судубравных – сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., лиственницы сибирской *Larix sibirica* Ledeb. и липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill. Во влажных припойменных и краткочеремных экотопах перспективно выращивать культуры ясеня обыкновенного *Fraxinus excelsior* L. и сортовых тополей *Populus*. Меньшая экономическая выгода в современных социально-экономических условиях будет при создании плантаций ели европейской *Picea abies* (L.) Н. Karst, осины *Populus tremula* L. и березы повислой *Betula pendula* Roth. Кульминация среднего годовичного прироста таксовой стоимости древостоя, свидетельствующая о наступлении возраста экономической спелости, раньше всего наступает здесь в осинниках (в 45 лет), а позднее – в ельниках (в 70 лет). В дубняках она наступает в возрасте 65 лет, в липняках и культурах лиственницы – в 60, в березняках – в 55, в культурах сосны – в 50 лет. При производстве лесосырьевых плантаций важное значение имеет исходная густота, оптимальные значения которой определяются древесной породой, сортиментом и экономической эффективностью выращивания. Повысить продуктивность насаждений и ускорить процесс лесовыращивания возможно с помощью агротехнических, мелиоративных и лесоводственных мероприятий, учитывая лесорастительные условия и целевое назначение насаждений.

**Ключевые слова:** лесные плантации, лесные культуры, производительность, древостой, таксовая и рыночная стоимость, экономическая оценка.

DOI: 10.15372/SJFS20180201

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения эколого-ресурсного потенциала территорий за счет создания на заброшенных и пустующих землях, которых в Среднем Поволжье и других регионах Российской Федерации в настоящее время довольно много, лесных плантаций различного целевого назначения, способных поддерживать устойчивое развитие экономики и улучшать качество природной среды (Шутов и др., 1984; Плантационное лесоводство, 2007; Усеня, Крук, 2009; Писаренко, Страхов, 2014). Лесные плантации в качестве интенсивного способа управления выращиванием древесины приобретают все большее значение в мировом лесном хозяйстве, имея не только узкоутилитарное значение, но и решая проблемы сохранения природных ресурсов и улучшения политики в области изменения климата (Buongiorno, Zhu, 2014; Cubbage et al., 2014; Shirong et al., 2014). По данным этих авторов, за счет плантаций снижается на 26 % заготовка древесины в естественных лесах, способствуя тем самым сохранению экологических преимуществ, таких как депонирование углерода и сохранение биоразнообразия. Лесные плантации в ряде случаев целесообразно создавать и на землях лесного фонда, а также формировать из существующих лесных культур при условии их соответствия требованиям законодательства и лесовыращивания (Желдак, 2008), так как режим их эксплуатации и проведения рубок древесостоя определяется только целевым назначением насаждений.

Ответы на многие вопросы плантационного лесовыращивания, которое, согласно Лесному кодексу, является одним из видов предпринимательской деятельности, невозможно найти без обобщения многолетнего опыта создания и выращивания лесных культур в различных климатических зонах и почвенно-экологических условиях, без изучения закономерностей их роста и развития. Необходимо использовать и применять мировой опыт плантационного лесовыращивания, учитывать как экономическую выгоду, так и риски, приводящие к снижению устойчивости насаждений и недополучению продукции (Evans, 1997). Эмпирический подход в этом деле будет еще долгое время оставаться основным в получении новых научных знаний.

Цель работы – разработка концептуально-методологических и экономических основ плантационного лесовыращивания, включающих

определенный алгоритм действий лесовладельца или лесопользователя (арендатора), математические модели динамики продуктивности древостоев разных пород в основных типах лесорастительных условий Среднего Поволжья, их товарной структуры, таксовой стоимости и рыночной цены древесины на основе обобщения литературных данных, а также многолетнего опыта создания лесных культур.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для написания статьи служили данные многочисленных литературных источников (Шинкаренко, Дзедзюля, 1983; Юодвалкис, Озолинчюс, 1987; Бузыкин и др., 2002; Собачкин и др., 2009; Усольцев, Маленко, 2014*a, б*), а также собственных многолетних исследований (Демаков и др., 2015, 2016), часть из которых проведена на стационарных опытных объектах. Исходными данными для расчетов, проведенных на персональном компьютере с использованием прикладных программ и стандартных методов математической статистики, служили таксационные описания лесов Предкамья Республики Татарстан (РТ) и Марийского Предволжья (более 115 тыс. выделов общей площадью 400 тыс. га), а также всеобщие товарные таблицы (Грошев и др., 1980) и ставки за единицу объема древесины на корню, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации № 310 от 22 мая 2007 г. (О ставках платы..., 2007). При решении задачи использовали хорошо отработанную нами методику обработки информационных данных (Демаков и др., 2015), основанную на анализе материалов массовой таксации лесного фонда региона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Создание лесных плантаций целесообразно только в том случае, если имеются определенные социальные и экономические мотивации. Требуется не просто возобновлять леса, а выращивать их для конкретного потребителя. Плантационное лесовыращивание, ориентированное на ускоренное производство большого количества древесины нужного качества, требует высокой агротехники и интенсивных лесоводственных уходов, мелиорации земель, выбора целевой древесной породы, регулирования густоты древостоев, использования селекционного посадочного материала. При этом, однако, не стоит забывать, что плантации даже быстрорастущих

пород деревьев могут дать продукцию не сразу, а только спустя много лет (10–15 и более), что неизбежно связано с определенными финансовыми рисками, так как потребности рынка за это время могут существенно измениться.

Первой и главной задачей при создании лесных плантаций является выбор конечного целевого продукта, в качестве которого могут выступать не только различные сортименты древесины (например, балансы, стройлес, пиловочник, фанерный краж и др.), но и другая продукция: новогодние ели, топливные пеллеты, ивовый прут, кора для получения лекарственного и дубильного сырья, орехи и т. д. Каждый вид целевого продукта связан, в свою очередь, с выбором наиболее подходящего вида древесной породы, лесорастительных условий для нее, технологий создания и выращивания плантаций. Обоснованный выбор целевого продукта может быть осуществлен только на основе проведения маркетинговых исследований рынка, в том числе и зарубежного, и его требований, а также анализа природных и социально-экономических условий района (степени развития и качества транспортной сети, наличия потребителей и рабочей силы), где намечается создание лесных плантаций. Ясно, что наивысшая рентабельность плантационного лесовыращивания будет обеспечена в наиболее богатых типах лесорастительных условий при хорошей транспортной доступности участков и дешевой рабочей силе.

Задачу по оптимизации выбора целевой древесной породы для создания плантаций невозможно решить без математического моделирования динамики производительности и товарной структуры древостоев разных пород в конкретных типах лесорастительных условий (ТЛУ). Для ее решения могут быть использованы два способа сбора исходной информации: 1) натурная оценка древостоев с использованием пробных площадей; 2) анализ данных таксационных описаний насаждений. Первый подход очень трудоемок и не позволяет во многих случаях получить достаточно обширный и репрезентативный материал. Второй же подход, как показали наши исследования, более предпочтителен. При большой базе исходных данных начинает действовать закон больших чисел, который позволяет использовать приемы математической статистики и выявления некорректных величин.

Плантационное лесовыращивание, как и любой другой вид хозяйственной деятельности, невозможно без его детальной экономической оценки, т. е. отображения понесенных затрат и

полученной прибыли в денежном эквиваленте, дающей возможность объективно обосновать выбор целевого назначения плантаций, целесообразной древесной породы и режимов выращивания насаждений, обеспечивающих получение наивысшего дохода. Это подтверждено F. Cabbage et al. (2014), которые проанализировали глобальные инвестиции и тенденции в развитии производства древесины за 2005–2011 гг. К решению этой задачи есть два подхода – затратный и рентный. Первый из них, основанный на определении цены лесных ресурсов исходя из учета реальных вложений труда и средств на их освоение, охрану, восстановление и улучшение и являющийся наиболее подходящим для экономической оценки плантационного лесовыращивания, имеет существенный недостаток, заключающийся в большом риске из-за нестабильности конъюнктуры рынка. Экономическую оценку лесных ресурсов, согласно рентному подходу, проводят на основе лесных такс (корневых цен), представляющих собой установленную государством цену леса на корню, которая в сложившихся экономических условиях может обеспечить наивысший размер дохода. Действительную же цену отпускаемого на корню леса можно установить дедуктивным путем исходя из рыночной цены круглой древесины, для отслеживания которой необходимо проводить маркетинговый мониторинг.

Анализ литературы и накопленного опыта позволяет предложить определенный алгоритм действий при плантационном лесовыращивании (рис. 1).

Анализ исходного материала показал, что спектр ТЛУ в Среднем Поволжье довольно широк, однако наиболее распространенными являются свежие судубравы и дубравы ( $C_2$  и  $D_2$ ). Каждый ТЛУ характеризуется определенной потенциальной производительностью лесов, которую отражает класс бонитета древостоев. Так,

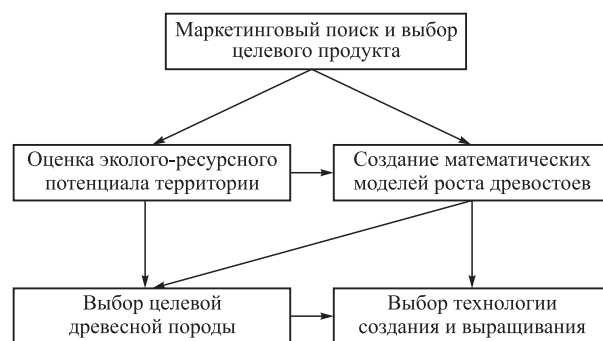


Рис. 1. Алгоритм действий при создании лесных плантаций.

**Таблица 1.** Производительность древостоев в ТЛУ  $D_2$  Марийского Предволжья и Предкамья РТ

Регион	Параметры производительности древостоев						
	сосны	ели	лиственницы	дуба	липы	березы	осины
<i>Средний класс бонитета</i>							
Марийское Предволжье	I.01	II.57	I.03	II.20	II.01	I.08	I.15
Предкамье	I <sup>a</sup> .00	II.00	I <sup>a</sup> .00	II.26	II.39	I <sup>a</sup> .60	I <sup>a</sup> .82
<i>Средняя полнота</i>							
Марийское Предволжье	0.79	0.77	0.77	0.65	0.61	0.68	0.74
Предкамье	0.75	0.73	0.74	0.62	0.62	0.69	0.74

к примеру, в Предкамье Республики Татарстан наиболее высокую потенциальную производительность имеют древостои, произрастающие в свежих судубравах, которым лишь незначительно уступают древостои в сухих судубравах. Самую низкую производительность имеют древостои в ТЛУ  $D_4$ .

Производительность древостоев в каждом ТЛУ во многом зависит от потенциальных возможностей использования древесными породами ресурсов среды. Исследования показали, что породный состав древостоев в каждом ТЛУ сугубо специфичен. Так, в свежих судубравах Предкамья РТ наиболее распространены сосняки, имеющие в основном искусственное происхождение, за которыми следуют ельники и березняки. В свежих дубравах доминируют дубняки и довольно широко распространены липняки.

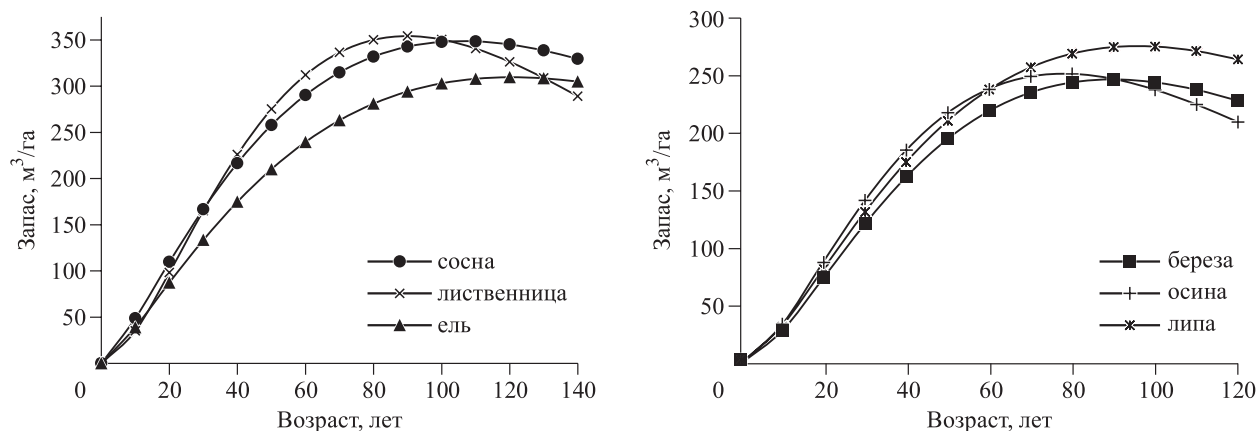
Породный состав лесных культур на территории Марийского Предволжья разнообразен и существенным образом отличается от состава древостоев естественного происхождения. Почти половину площади искусственных насаждений составляют культуры дуба черешчатого, а 1/3 – хвойных пород: сосны обыкновенной, лиственницы сибирской и ели европейской.

Наиболее высокие значения класса бонитета и полноты в ТЛУ  $D_2$  имеют искусственно созданные сосняки и лиственничники. Самые же низкие показатели имеют культуры дуба и естественные липняки (табл. 1).

Важнейшим показателем, используемым для экономической оценки леса, является наличный запас стволовой древесины, который, как показали расчеты, изменяется с возрастом насаждений в каждом ТЛУ нелинейно, достигая в определенный момент максимальной величины, а затем неуклонно снижается, что связано с изреживанием древостоя под действием естественных и антропогенных факторов.

Динамику его величины наилучшим образом описывает куполообразная функция оптимума  $M = a \cdot t^b \cdot \exp(-c \cdot 10^{-3} \cdot t)$ , значения параметров которой сугубо специфичны для каждой древесной породы и типа условий произрастания.

Исследования показали, что в свежих судубравах и дубравах, которые широко распространены в республиках и областях Среднего Поволжья, наивысшей производительностью обладают сосняки и лиственничники (рис. 2 и 3). Наименее же производительными в ТЛУ  $C_2$  являются березняки, а в ТЛУ  $D_2$  – дубняки.



**Рис. 2.** Динамика наличного запаса древостоев разных пород в ТЛУ  $C_2$  Предкамья РТ.

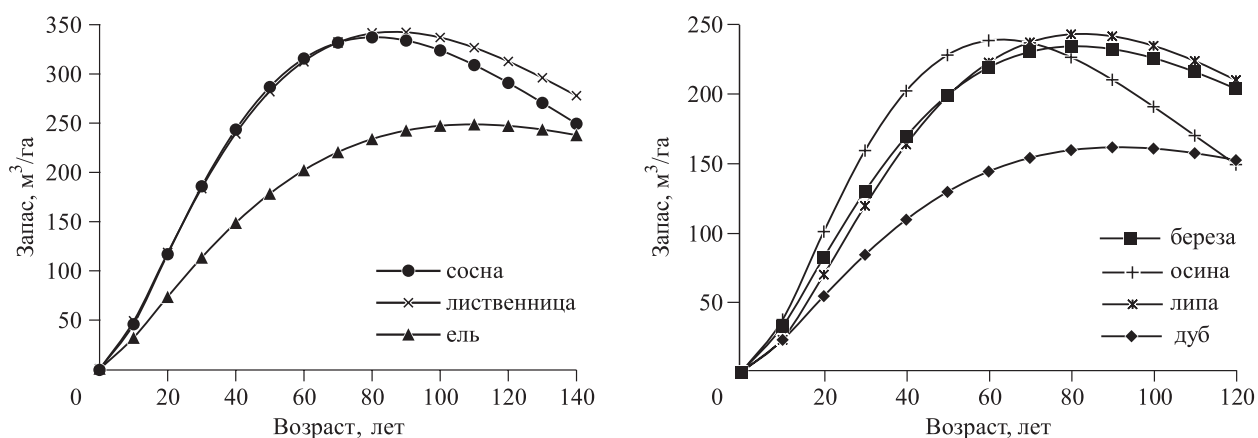


Рис. 3. Динамика наличного запаса древостоев разных пород в ТЛУ D<sub>2</sub> Предкамья РТ.

Кульминация запаса древесины, как следует из приведенных данных, раньше всех наступает в осинниках, а позднее – в ельниках. Величина наличного запаса в этот момент наибольших значений достигает в сосняках и культурах лиственницы, а наименьших – в березняках и особенно в дубняках.

Повысить продуктивность насаждений и ускорить процесс лесовыращивания можно с помощью различных агротехнических, мелиоративных и лесоводственных мероприятий (Усенья, Крук, 2009).

Выбор целевой древесной породы для лесовыращивания в различных ТЛУ может быть правомерным лишь на основе оценки динамики таксовой цены древостоев, которая определяется не только их запасом, но и товарной структурой, зависящей в основном от среднего диаметра деревьев (Туркевич, 1977; Грошев и др.,

1980; Летягин, Починков, 1998). Расчеты показали, что изменение среднего диаметра деревьев ( $D$ , см) с возрастом ( $t$ , лет) наилучшим образом описывает степенное уравнение  $D = a \cdot t^b$ , параметры которого для каждой древесной породы зависят от ТЛУ (Демаков и др., 2015, 2016). Характер распределения запаса древесины по различным категориям ее крупности ( $Q$ , %) отображают следующие математические модели:

$$Q_{\text{крупная}} = K \cdot \{1 - \exp[-a \cdot 10^{-4} \cdot (D - c)^b]\};$$

$$Q_{\text{мелкая}} = K / (a \cdot 10^{-6} \cdot D^b + 1);$$

$$Q_{\text{дрова}} = K \cdot \exp(-a \cdot 10^{-2} \cdot D) + b;$$

$$Q_{\text{средняя}} = Q_{\text{ликвид}} - Q_{\text{крупная}} - Q_{\text{мелкая}} - Q_{\text{дрова}}.$$

Параметры этих моделей сугубо специфичны для каждой древесной породы (табл. 2).

Так, доля ликвидной древесины составляет, %: в дубняках – 83, липняках – 87, сосняках и

Таблица 2. Параметры уравнений для оценки доли выхода деловой древесины и дров в древостоях разных пород в зависимости от их среднего диаметра

Параметр модели	Значения параметров модели для древостоев						
	сосны	ели	лиственницы	березы	осины	липы	дуба
<i>Крупная деловая древесина, %</i>							
$K$	90.1	92.0	60.0	89.0	92.0	87.0	85.0
$a$	10.56	68.51	63.37	36.49	11.57	147.7	36.57
$b$	2.149	1.639	1.773	1.818	1.421	1.325	1.885
$c$	15	15	16	15	14	16	16
<i>Мелкая деловая древесина, %</i>							
$K$	91	92	77	75	91	87	61
$a$	8.25	15.98	25.41	1.13	0.80	7.01	0.59
$b$	4.131	3.952	3.829	4.959	5.472	4.304	5.051
<i>Дровяная древесина, %</i>							
$K$	16.0	16.0	6.2	10.0	62.9	14.0	12.0
$a$	17.67	17.67	0.00	11.98	17.22	0.0	5.82
$b$	3.0	3.0	0.00	18.0	22.0	0.0	7.0

**Таблица 3.** Параметры математической модели для таксовой стоимости 1 м<sup>3</sup> древесины разных пород в зависимости от среднего диаметра древостоя

Параметр модели*	Значения параметров модели для древостоев*						
	сосны	ели	лиственницы	березы	осины	липы	дуба
<i>K</i>	215.47	193.67	140.35	97.35	16.20	53.34	734.30
<i>a</i>	40.89	44.71	45.04	41.51	58.37	51.06	47.23

*Примечание.* \* Параметры модели относятся к Марийско-Татарскому лесотаксовому району и 1-му разряду такс с учетом коэффициента индексирования 1.37.

**Таблица 4.** Параметры математических моделей динамики таксовой стоимости древостоев разных пород в Предкамье Республики Татарстан

Параметр модели*	Значения параметров модели для древостоев и ТЛУ						
	сосны	ели	лиственницы	березы	осины	липы	дуба
<i>Свежие сурамени (ТЛУ C<sub>2</sub>), разряд такс 1, коэффициент индексирования 1.37</i>							
<i>a</i>	35.59	14.19	4.89	4.01	0.288	2.17	–
<i>b</i>	1.936	2.087	2.511	2.316	2.715	2.316	–
<i>c</i>	15.23	15.16	23.63	22.17	31.16	20.60	–
<i>t</i> <sub>кТС</sub>	125	140	105	105	90	110	–
<i>C</i> <sub>кТС</sub>	60.84	51.19	48.64	18.76	3.53	12.03	–
<i>t</i> <sub>кПТС</sub>	60	70	65	60	50	65	–
<i>C</i> <sub>кПТС</sub>	658.9	497.4	577.5	232.0	49.7	138.3	–
<i>Свежие дубравы (ТЛУ D<sub>2</sub>), разряд такс 1, коэффициент индексирования 1.37</i>							
<i>a</i>	21.65	7.11	14.97	5.18	0.414	0.786	23.99
<i>b</i>	2.197	2.247	2.222	2.293	2.722	2.663	2.240
<i>c</i>	22.83	17.58	21.61	24.15	37.06	27.81	20.07
<i>t</i> <sub>кТС</sub>	95	125	105	95	70	95	110
<i>C</i> <sub>кТС</sub>	54.78	40.67	47.96	17.90	3.26	10.34	98.62
<i>t</i> <sub>кПТС</sub>	50	70	55	50	45	60	65
<i>C</i> <sub>кПТС</sub>	747.1	415.2	610.6	243.6	54.9	134.2	1152.1

*Примечание.* \* *K*, *a*, *b*, *c* – безразмерные коэффициенты регрессии; *t*<sub>кТС</sub> – возраст древостоя в момент наступления кульминации его таксовой стоимости, лет; *C*<sub>кТС</sub> – таксовая стоимость древостоя в момент наступления кульминации ее величины, тыс. руб. · га<sup>-1</sup>; *t*<sub>кПТС</sub> – возраст древостоя в момент кульминации среднего годовичного прироста его таксовой стоимости, лет; *C*<sub>кПТС</sub> – средний годовичный прирост таксовой стоимости древостоя в момент кульминации его величины, руб. · га<sup>-1</sup>.

березняках – 88, ельниках – 90, осинниках – 92. В культурах лиственницы ее величина зависит от среднего диаметра древостоя (*D*, см) и отображается нелинейным уравнением:

$$Q_{\text{ликвид}} = 9.9 \cdot [1 - \exp(-75.39 \cdot 10^{-4} \cdot D^{1.589})] + 73.0.$$

Таксовая цена 1 м<sup>3</sup> древесины (*C*, руб.), оцененная на основе данных уравнений и ставок за единицу объема древесины на корню, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации № 310 от 22 мая 2007 г., нелинейно увеличивается с возрастанием среднего диаметра древостоя (*D*, см), выходя в конечном итоге на плато. Эту зависимость с очень высокой точностью (*p* < 0.001) описывает функция

$C = K \cdot [1 - \exp(-a \cdot 10^{-3} \cdot D)]$ , параметры которой для различных пород деревьев представлены в табл. 3.

Для математического описания динамики таксовой цены древостоя лучше всего подходит куполообразная функция оптимума  $Y = a \cdot 10^{-3} \cdot t^b \cdot \exp(-c \cdot 10^{-3} \cdot t)$ , значения параметров которой изменяются по древесным породам и ТЛУ (табл. 4).

Анализируя графическое отображение результатов расчетов, можно сделать вывод о том, что наиболее высокую таксовую стоимость древостоя в ТЛУ *D*<sub>2</sub> Предкамья РТ имеют дубняки, а наименьшую – осинники (рис. 4).

Кульминация среднего годовичного прироста таксовой стоимости древостоя, свидетельствующая о наступлении у него возраста экономи-

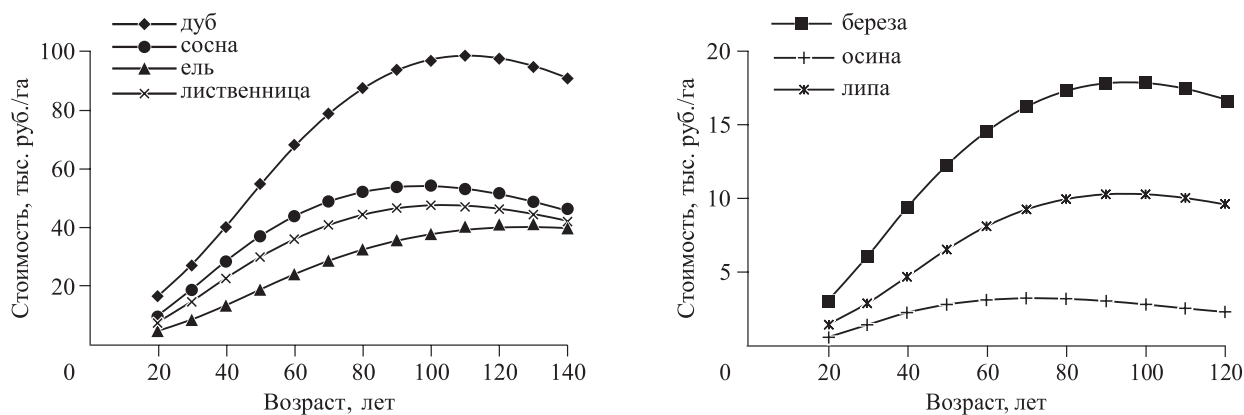


Рис. 4. Динамика таксовой стоимости древостоев в ТЛУ  $D_2$  Предкамья РТ.

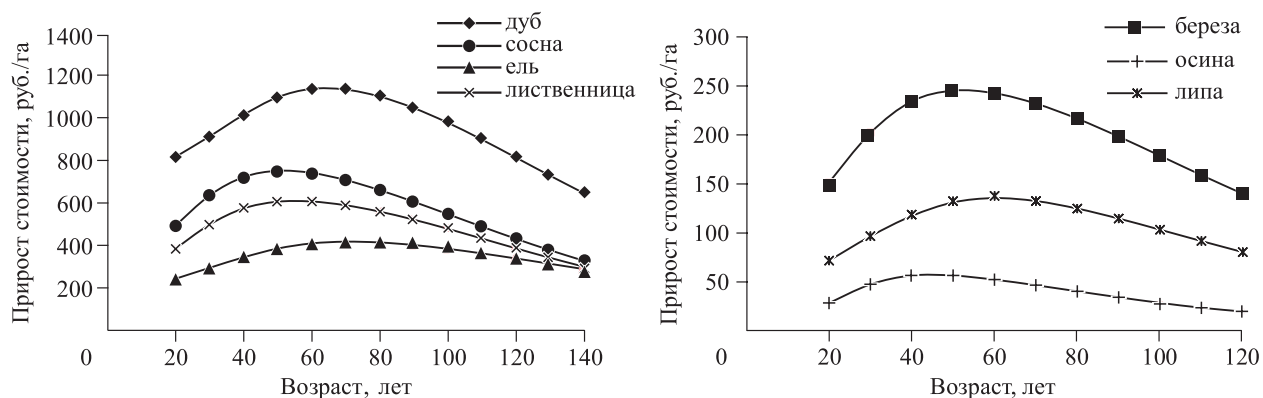


Рис. 5. Средний годичный прирост таксовой стоимости древостоев в ТЛУ  $D_2$  Предкамья РТ.

ческой спелости, раньше всего наступает здесь в осинниках (в 45 лет), а позднее – в ельниках (в 70 лет), составляя соответственно 56.7 и 415.8 руб. · га<sup>-1</sup> (рис. 5).

В дубняках кульминация среднего годового прироста таксовой стоимости древостоя наступает в возрасте 65 лет, составляя 1141.3 руб. · га<sup>-1</sup>, в липняках и культурах лиственницы – в 60 лет (135.1 и 528.0 руб. · га<sup>-1</sup>), в березняках – в 55 лет (387.9 руб. · га<sup>-1</sup>), в культурах сосны – в 50 лет (749.1 руб. · га<sup>-1</sup>). Таким образом, в ТЛУ  $D_2$  наиболее выгодно при существующих таксовых ценах выращивать культуры дуба, которые обеспечат поступление в доход государства в 1.5 раза больше денежных средств, чем культуры сосны, и в 2.7 раза больше, чем культуры ели. Наименее выгодно выращивать культуры осины, доход от которых будет в 13 раз меньше, чем от сосняков, и в 20 раз меньше, чем от дубняков. При изменении таксовой стоимости леса на корню ранговое положение древесных пород может кардинальным образом поменяться.

С позиции арендатора лесного участка, экономическую эффективность плантационного

лесовыращивания правильнее оценивать не по таксовой стоимости древесины, которая идет в доход государства, а по рыночной цене круглого леса. Анализ объявлений, представленных в сети Internet, показал, что она не является стабильной, а варьирует в определенных пределах в зависимости от соотношения спроса и предложения. При расчетах мы использовали следующие усредненные показатели для крупной и средней древесины разных пород: дуба – 10 тыс. руб./м<sup>3</sup>, липы – 3.5, сосны – 3, ели и лиственницы – 2.5, осины – 2.2, березы – 2 тыс. руб./м<sup>3</sup>. Стоимость дровяной и мелкой деловой древесины для всех пород принимали равной 0.8 тыс. руб./м<sup>3</sup>. Анализ полученных результатов показал, что наиболее выгодно выращивать в ТЛУ  $C_2$  Предкамья РТ сосняки, которым лишь незначительно уступают липняки (рис. 6).

В ТЛУ  $D_2$  первую ранговую позицию по стоимости древесины занимают дубняки, которым в 1.6–1.8 раз уступают сосняки и липняки. Наименее выгодно выращивать в обоих ТЛУ ельники, осинники и березняки. При изменении рыночной цены круглого леса ранговое положение пород может стать, конечно, другим.

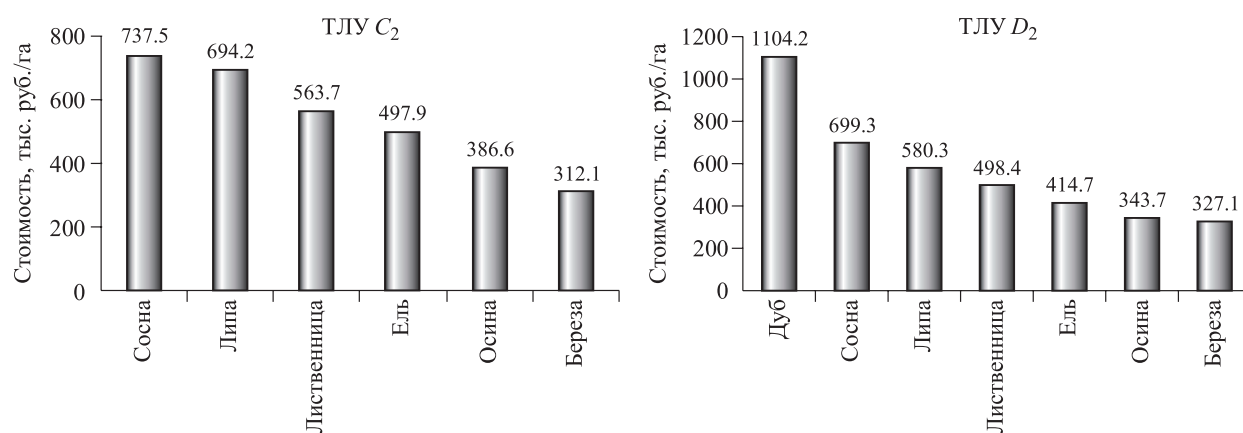


Рис. 6. Сравнительная стоимость древостоев Предкамья РТ в возрасте их экономической спелости, вычисленная по рыночной цене круглого леса.

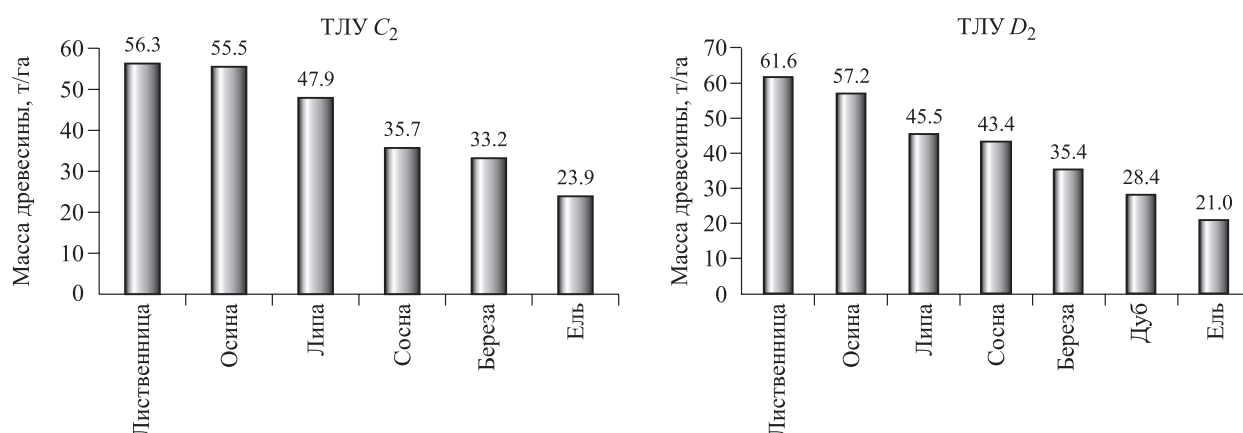


Рис. 7. Распределение древостоев Предкамья РТ по величине наличной фитомассы стволовой древесины в возрасте 15 лет.

Полученные нами результаты наводят на мысль о необоснованно низкой таксовой стоимости древесины, доля которой в рыночной цене заготовленного круглого леса составляет в дубняках 6.2 %, в ельниках и березняках – 5.9, сосняках и лиственничниках – 5.3, липняках – 1.4, осинниках – 0.7 %. Ее величина, которую необходимо регулярно корректировать, постоянно отслеживая потребности рынка лесопroduкции, должна составлять, на наш взгляд, не менее 10 % средней рыночной цены круглого леса в регионе.

Древесина на лесных плантациях может производиться не только для деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, но и для топливно-энергетических целей, что особенно актуально в современных условиях в связи со снижением запасов ископаемого топлива, добыча и использование которого приводят к истощению других необходимых для человека ресурсов (например, потери сельскохозяйствен-

ных земель в результате существенного снижения плодородия, а также образования карьеров и терриконов) и загрязнению окружающей среды. Энергетический потенциал лесных плантаций может быть достаточным для замены значительной доли ископаемых видов топлива (1 т древесины может выделить при полном сгорании 19.87 ГДж энергии, что эквивалентно 444 кг нефти), однако создание их целесообразно только в том случае, если имеется экономический или экологический эффект. Расчеты, проведенные нами по материалам натуральных исследований (Демаков и др., 2015), показали, что лидером по величине среднего годовичного прироста фитомассы стволовой древесины, максимальные значения которого отмечаются у всех древостоев в возрасте 15–20 лет, являются лиственничники, за которыми следуют осинники и липняки. Замыкают ранговый ряд березняки, ельники и дубняки, которые накапливают к этому времени в 2–3 раза меньше фитомассы, чем лидеры (рис. 7).



Высокую производительность имеют культуры тополей (Баранчугов, Иванников, 1983; Баранчугов, Струнина, 1986), средний годичный прирост фитомассы которых в возрасте 20 лет достигает 6.63 т/га, однако они требуют высокой агротехники и, следовательно, больших затрат. Одним из основных факторов, определяющих производительность и товарность насаждений, а также экономическую эффективность (рентабельность) всего процесса плантационного лесовыращивания является густота древостоев. Вопрос об ее оптимизации, имеющий большое практическое значение и давно обсуждаемый в среде лесоводов (Шинкаренко, Дзедзюля, 1983; Юодвалькис, Озолинчюс, 1987; Бузыкин и др., 2002; Собачкин и др., 2009; Усольцев, Маленко, 2014а, б; Демаков и др., 2016), не потерял своей актуальности до наших дней, что объясняется многогранностью проблемы и различием подходов исследователей к ее решению. Признано, что безотносительного оптимума исходной и текущей густоты древостоев не существует. Он определяется поставленной целью, в качестве которой может быть либо получение древесины нужного качества и в нужном количестве в минимально короткие сроки, либо увеличение комплексной продуктивности с учетом всех биологических компонентов лесных экосистем, либо повышение устойчивости и долговечности насаждений, их средообразующих и средоохраняющих функций, а также привлекательности для отдыха людей.

Добиться того, чтобы лес выполнял одновременно все функции по максимуму, ни теоретически, ни практически невозможно, поэтому необходимо заранее точно определить целевое назначение создаваемых насаждений. Оптимальная исходная густота для той или иной древесной породы не может быть единой и должна,

кроме того, дифференцироваться по природно-климатическим зонам, а в пределах последних – по эдафическим условиям. Результаты исследований показали, что снижение густоты посадки приводит к значительному увеличению среднего диаметра древостоя и улучшению его товарной структуры. Влияние ее на запас стволовой древесины проявляется в разном возрасте насаждений неодинаково: в молодом его величина возрастает с увеличением густоты посадки, затем связь между показателями постепенно становится нелинейной и отображается куполообразной кривой, описываемой функцией оптимума. Запас стволовой древесины в 47-летних испытательных культурах ели, заложенных в Республике Беларусь с исходной густотой 625 экз./га, составил 387 м<sup>3</sup>/га, что на 13 % выше, чем в варианте с густотой посадки 5 тыс. экз./га (Усеня, Крук, 2009). Выход балансовой древесины на плантациях ели с густотой посадки 2.3–3.3 тыс. экз./га к 50-летнему возрасту составил 580 м<sup>3</sup>/га, что на 25 % выше, чем в культурах с исходной густотой 6.5–8.0 тыс. экз./га. На плантации тополя волосистоплодного *Populus trichocarpa*, созданной по схеме 2 × 2 м, запас древесины в возрасте 21 года составил 500 м<sup>3</sup>/га, что на 150 м<sup>3</sup>/га выше, чем при исходном размещении растений 4 × 4 м, однако средний объем ствола деревьев во втором из вариантов опыта был в 2.4 раза больше (Баранчугов, Иванников, 1983). Все это необходимо учитывать при определении целей плантационного лесовыращивания.

Наши исследования (Демаков и др., 2016), проведенные на опытном объекте лесных культур сосны обыкновенной в ТЛУ А<sub>1</sub>, показали, что наиболее высокий запас древостоя после 30 лет отмечается в культурах густотой посадки 3 тыс. экз./га, а далее – с густотой 1 тыс. экз./га (рис. 8).

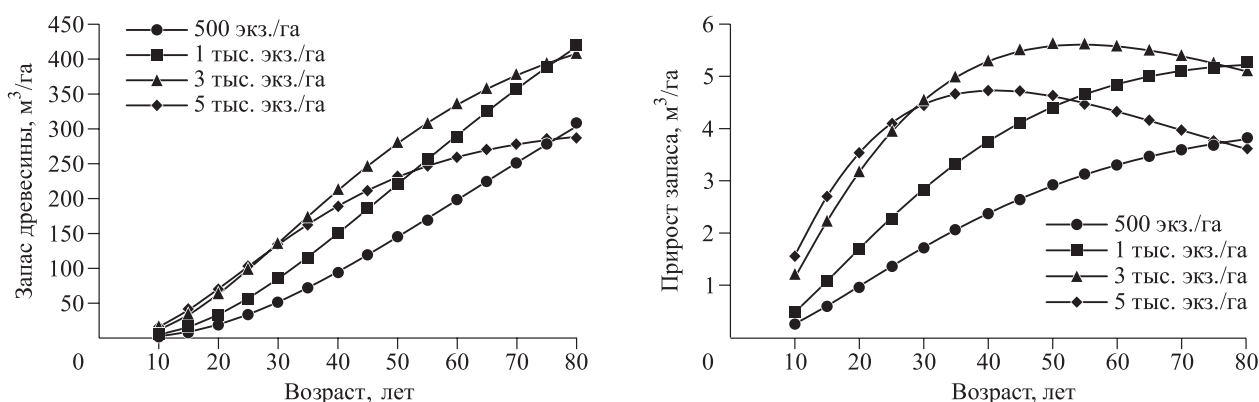
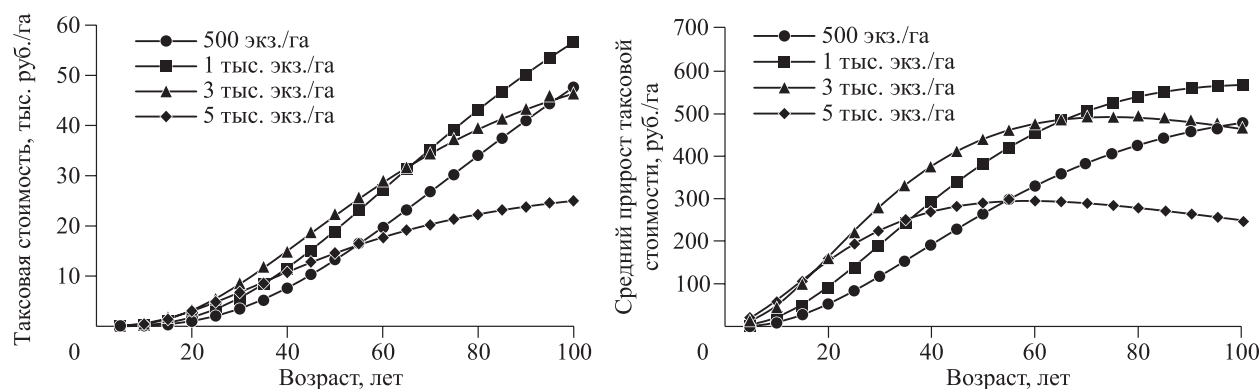


Рис. 8. Динамика запаса стволовой древесины и его среднего годичного прироста в культурах сосны разной исходной густоты.



**Рис. 9.** Динамика стоимости ствольной древесины на корню и ее среднего годовичного прироста в культурах сосны разной исходной густоты, вычисленная по второму разряду такс.

Кульминация среднего годовичного прироста запаса в культурах густотой 10 тыс. экз. · га<sup>-1</sup> отмечается в возрасте 25 лет и составляет 3.1 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup>, густотой 5 тыс. экз. · га<sup>-1</sup> – 40 лет (4.7 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup>), 3 тыс. экз. · га<sup>-1</sup> – 55 лет (5.6 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup>), 1000 и 500 экз. · га<sup>-1</sup> – 80 лет (5.2 и 3.8 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup> соответственно).

Наиболее высокую таксовую стоимость начиная с 80-летнего возраста, как показали расчеты, имеет древостой в варианте с густотой 1 тыс. экз. · га<sup>-1</sup>, в возрасте от 40 до 60 лет – с первоначальной густотой 3 тыс. экз. · га<sup>-1</sup> (рис. 9).

Величина ее среднего годовичного прироста, соответствующая оптимальному обороту рубки древостоя или возрасту его экономической спелости, обеспечивающему достижение наивысшей эффективности выращивания культур, наибольших значений достигает в культурах с исходной густотой 1 тыс. экз. · га<sup>-1</sup> при обороте рубки главного пользования 100 лет со средним годовичным приростом таксовой стоимости древесины 566 руб. с 1 га (с учетом индексации цен и курса рубля она, естественно, будет изменяться, что не отразится на соотношении различных вариантов опыта).

Чуть ниже величина прироста таксовой стоимости древесины (но при снижении оборота рубки до 60 лет) в варианте культур с первоначальной густотой 3 тыс. экз. · га<sup>-1</sup>. Дальнейшее увеличение исходной густоты культур может приводить к снижению прироста таксовой стоимости и возраста экономической спелости древостоя, но при этом увеличиваются затраты на их создание и лесоводственные уходы, проведение которых в чистых культурах сосны на бедных песчаных почвах далеко не всегда дает положительные результаты и в основном нерентабельно. Этот вывод подтверждают данные

других исследователей. Так, в работе И. В. Туркевича (1977) показано, что наиболее высокую таксовую стоимость имеет древостой в культурах сосны, созданных по схеме 2.8 × 2.1 м с исходной густотой 1.7 тыс. экз. · га<sup>-1</sup>. Увеличение исходной густоты культур снижает не только продуктивность и жизнеспособность насаждений, но и их экологические и рекреационные свойства (Демаков и др., 2016). Хотя создание насаждений с густотой более 5 тыс. экз. · га<sup>-1</sup> и является более затратным, необходимо учитывать риски зарастания лиственными породами деревьев в богатых ТЛУ, повреждения культур вредными лесными насекомыми, болезнями и копытными животными, с учетом воздействия которых и с учетом более раннего получения товарной древесины исходную густоту лесных культур плантационного типа целесообразно увеличить до 3.5–4.5 тыс. экз. · га<sup>-1</sup>.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесорастительные и социально-экономические условия Среднего Поволжья с характерным для региона интенсивным лесопользованием и крупными лесоперерабатывающими предприятиями благоприятны для плантационного лесовыращивания, которое позволяет решить проблему дефицита лесных ресурсов или, по крайней мере, существенно ослабить ее. Плантационное лесовыращивание, как и любой другой вид хозяйственной деятельности, невозможно без его экономической оценки, т. е. отображения понесенных затрат и полученной прибыли в денежном эквиваленте, позволяющей объективно обосновать выбор целевого назначения плантаций, целесообразной древесной породы и режимов выращивания насаждений, обеспечивающих получение наивысшего дохода.

В Среднем Поволжье, где широко представлены судубравные и дубравные типы лесорастительных условий, наиболее выгодно создавать плантации дуба черешчатого, которым будут несколько уступать плантации сосны обыкновенной, лиственницы сибирской и липы сердцевидной. Во влажных припойменных и краткойпойменных экотопах перспективно выращивать культуры ясеня обыкновенного и сортовых тополей. Значительно меньшую доходность приносит в современных социально-экономических условиях создание плантаций ели, осины и березы. Выбор древесной породы для создания лесных плантаций должен производиться исходя из их целевого назначения. Для получения крупной древесины и спецсортиментов целесообразно использовать дуб черешчатый и красный, ясень обыкновенный и лиственницу сибирскую, для пиловочника – сосну обыкновенную, лиственницу и липу сердцевидную, для круглого строительного леса – сосну обыкновенную, лиственницу и сортовые тополя, для балансов – ель европейскую и тополь, а для биотоплива – иву белую, тополя, сосну и лиственницу.

Одним из основных факторов, определяющих производительность и товарность насаждений, а также экономическую эффективность всего процесса лесовыращивания, является густота древостоев, которую нужно выбирать исходя из целевого назначения плантаций. Для более раннего получения крупной древесины и спецсортиментов исходная густота насаждений может составлять 2–2.5 тыс. экз. · га<sup>-1</sup>, круглого строительного леса и балансов для целлюлозно-бумажной промышленности – 3–5 тыс. экз. · га<sup>-1</sup>, биотоплива – более 10 тыс. экз. · га<sup>-1</sup>. При выборе первоначальной густоты необходимо учитывать возможность промежуточного пользования, а также качественные параметры ствола и физико-механические свойства древесины.

Повысить продуктивность насаждений и ускорить процесс лесовыращивания возможно с помощью агротехнических, мелиоративных и лесоводственных мероприятий, применяя их с учетом лесорастительных условий и целевого назначения плантаций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баранчугов Е. Г., Иванников С. П. Рекомендации по созданию и выращиванию высокопродуктивных тополевых насаждений в плантационной культуре в условиях Среднего Поволжья. М.: ВНИИЛМ, 1983. 16 с.
- Баранчугов Е. Г., Струнина Т. Ф. Исследование тополей в Татарской ЛОС // Пути внедрения достижений науки и техники в практику лесохозяйственного производства. Казань: ТатЛЮС, 1986. С. 25–27.
- Бузыкин А. И., Пшеничникова Л. С., Суховольский В. Г. Густота и продуктивность древесных ценозов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2002. 152 с.
- Грошев Б. И., Сеницын С. Г., Мороз П. И., Сиперович И. П. Лесотаксационный справочник. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 288 с.
- Демаков Ю. П., Пуряев А. С., Черных В. Л., Черных Л. В. Использование аллометрических зависимостей для оценки фитомассы различных фракций деревьев и моделирования их динамики // Вестн. Поволжск. гос. технол. ун-та. Сер.: Лес. Экол. Природопользование. 2015. № 2(26). С. 19–36.
- Демаков Ю. П., Нуреева Т. В., Пуряев А. С., Рыжков А. А. Закономерности развития древостоя в культурах сосны обыкновенной разной исходной густоты // Вестн. Поволжск. гос. технол. ун-та. Сер.: Лес. Экол. Природопользование. 2016. № 4(32). С. 19–33.
- Желдак В. И. Эколого-лесоводственные основы создания лесных плантаций различного целевого назначения // Лесохоз. инф. 2008. № 3–4. С. 67–71.
- Летягин В. И., Починков С. В. Теоретические основы корневых цен на древесину // Лесн. хоз-во. 1998. № 6. С. 27–32.
- О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности. Постановление Правительства РФ от 22 мая 2007 г. № 310.
- Писаренко А. И., Страхов В. В. Перспективы развития лесных плантаций как основы лесовосстановления // Лесн. хоз-во. 2014. № 5. С. 2–6.
- Плантационное лесоводство / Под общ. ред. И. В. Шутова. СПб.: СПб гос. политехн. ун-т, 2007. 366 с.
- Собачкин Д. С., Бенькова В. Е., Собачкин Р. С., Бузыкин А. И. Влияние густоты на таксационные показатели сосновых молодняков естественного и искусственного происхождения // Лесоведение. 2009. № 2. С. 3–9.
- Туркевич И. В. Кадастровая оценка лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 168 с.
- Усень В. В., Крук Н. К. Состояние и перспективы плантационного лесовыращивания хвойных пород // Лесн. и охотн. хоз-во. 2009. № 10. С. 21–26.
- Усольцев В. А., Маленко А. А. Лесные культуры разной начальной густоты. Сообщение 1. Оптимизационные аспекты группы и плотности // Эко-потенциал. 2014а. № 3(7). С. 23–33.
- Усольцев В. А., Маленко А. А. Лесные культуры разной начальной густоты. Сообщение 2. Анализ опытных посадок сосны обыкновенной // Эко-потенциал. 2014б. № 3(7). С. 34–47.
- Шинкаренко И. Б., Дзедзюля А. А. Оптимизация режимов густоты при целевом выращивании сосновых культур // Лесоведение и лесоводство: обзорн. инф. ЦБНТИлесхоз. 1983. № 3. С. 1–40.

- Шутов И. В., Маслаков Е. Л., Маркова И. А. Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны). М.: Лесн. пром-сть, 1984. 248 с.
- Юодвалкис А. И., Озолинчюс Р. В. Лесоводственно-биологические аспекты оптимизации первоначальной густоты сосновых насаждений // Лесн. хоз-во. 1987. № 9. С. 20–22.
- Buongiorno J., Zhu S. Assessing the impact of planted forests on the global forest economy // New Zeal. J. For. 2014. V. 44. Suppl. 1. P. 2. doi: 10.1186/1179-5395-44-S1-S2
- Cubbage F., Mac Donagh P., Balmelli G., Morales V. Global timber investments and trends in 2005–2011 // New Zeal. J. For. 2014. V. 44. Suppl. 1. P. 7. doi: 10.1186/1179-5395-44-S1-S7.
- Evans J. The sustainability of wood production in plantation forestry // FAO Corporate Document Repository, 1997. <http://www.fao.org/docrep/w7126e/w7126e07.htm#TopOfPage>
- Shirong L., Shuirong W., Wang H. Managing planted forests for multiple uses under a changing environment in China // New Zeal. J. For. 2014. V. 44. Suppl. 1. P. 3. doi: 10.1186/1179-5395-44-S1-S3

## ECONOMIC BASIS AND AN EXPERIENCE OF PLANTATION FOREST GROWING IN THE CENTRAL VOLGA REGION

Yu. P. Demakov<sup>1</sup>, T. V. Nureeva<sup>1</sup>, A. S. Puryaev<sup>2</sup>, V. G. Krasnov<sup>1</sup>

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

Ploschad' Lenina, 3, Yoshkar-Ola, Mari El Republic, 424000 Russian Federation

<sup>2</sup> East-European Forest Experimental Station – Branch of All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry

Tovarischeskaya str., 40, Kazan, Republic of Tatarstan, 420097 Russian Federation

E-mail: DemakovYP@volgatech.net, NureevaTV@volgatech.net, purjaew@rambler.ru, KrasnovVG@volgatech.net

Conceptual-methodological and economic bases of plantation forest growing are developed. The mathematical models of the dynamics of the productivity of stands of different tree species in the rich types of the forest-growing conditions of the Middle Volga region, their commodity structure, the stumpage cost and the market price of timber are presented. The algorithm of actions for managing forestry on cultivation of forest plantations is offered. It is noted that in the conditions of fresh *dubrava* (oak forest) and *sudubrava* (fresh oak and pine forest), pine and larch stands are the most productive. It is concluded that, taking into account the stumpage cost and the market price of timber, it is most profitable in this region of Russia, in oak forest types of forest conditions, to grow plantations of English oak *Quercus robur* L., in *sudubrava* conditions it's more profitable to grow plantations of Scots pine *Pinus sylvestris* L., the Siberian larch *Larix sibirica* Ledeb., and tillet *Tilia cordata* Mill. In wet, near floodplain and short-flooded ecotopes, it is promising to grow European ash *Fraxinus excelsior* L. and high-grade poplar *Populus* crops. Less economic benefit in the current socio-economic conditions will be in the creation of plantations of common spruce *Picea abies* (L.) H. Karst, aspen *Populus tremula* L., and weeping birch *Betula pendula* Roth. The culmination of the average annual increment of the stand stumpage cost, which attests to the age of economic maturity, first occurs in aspen forests (at 45 years), and later – in spruce stands (at 70 years). In oak forests it occurs at the age of 65 years, in tillet stands and in larch crops – at 60 years, in birch forests – at 55 years, in pine crops – at 50 years. In the production of forest raw material plantations, the initial density is of great importance, the optimal values of which are determined by the tree species, the assortment and the economic efficiency of cultivation. Increasing the productivity of the stands and accelerating the process of forest growing is possible with the help of agrotechnical, meliorative and silvicultural measures, applying them considering forest growing conditions and the targeted purpose of plantations.

**Keywords:** forest plantations, forest crops, productive capacity, tree stand, stumpage and market stand value, economic evaluation.

**How to cite:** Demakov Yu. P., Nureeva T. V., Puryaev A. S., Krasnov V. G. Economic basis and an experience of plantation forest growing in the Central Volga Region // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2018. N. 2. P. 3–14 (in Russian with English abstract).