

Ю.П. Демаков, Е.М. Романов, С.А. Денисов, В.Г. Краснов, Л.В. Черных

ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЕЛЬНИКОВ В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Введение. Леса Приволжского Федерального округа Российской Федерации (далее ПФО) занимают почти 36 млн га, среди которых 25% представлено ельниками [Восточноевропейские..., 2004]. Наиболее активная эксплуатация лесов ПФО происходила в двух последних столетиях, что сопровождалось интенсивным, в 4–5 раз [Демаков, Краснов, 2018], сокращением площадей ценных лесов, в том числе ельников. В это же время на всей территории Восточной и Центральной Европы отмечалось ослабление и отмирание ельников под влиянием целого комплекса негативных факторов [Маслов, 2010]. На фоне современных глобальных изменений климата сохранение еловых лесов является весьма актуальной практической задачей.

В России ель представлена многими видами [Горичев, 2014; Андреев, Будович, 2023]. В европейской части России распространены ель европейская и ель сибирская, ареалы которых во многом перекрываются. Для ПФО В. И. Пчелин¹ указывает, что южная граница ареала ели европейской проходит от среднего течения Камы, далее по южной границе лесной зоны доходит до Казани, пересекает Волгу и через Чувашию и юг Нижегородской области уходит севернее Саранска на Рязань. Южная граница ареала ели сибирской проходит от верховьев Камы через среднее лесное Заволжье, далее на северо-запад в сторону Карелии. На основании многолетних исследований этих елей на большей части их сплошного ареала П.П. Попов [2014] пришёл к выводу, что это один вид с большой географической изменчивостью и довольно сложной популяционно-расовой структурой.

Современные ельники ПФО, которые являются неотъемлемым и важным элементом сукцессионной системы лесов европейской части России, в лесоводственном и таксационном отношениях изучены достаточно подробно [Пчелин, 2000; Рысин, Савельева, 2002; Демаков, 2018], однако вопрос об оптимизации их воспроизводства пока чётко никем не ставился.

В связи со снижением эколого-ресурсного потенциала лесов ПФО, особенно еловых, возникла острая необходимость в пересмотре системы их

¹ Пчелин В.И. Дендрология: учебник. Йошкар-Ола: Марийский Государственный технический университет, 2007. 520 с.

воспроизводства, обеспечивающей, как это отражено в «Правилах лесовосстановления» и «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года», повышение производительности и биологической устойчивости насаждений при оптимизации затрат на их восстановление. Решить возникшие проблемы воспроизводства лесов ПФО можно лишь на основе богатейшего опыта предшествующих поколений лесоводов, прекрасно обобщённого в ряде публикаций и современных разработок [Газизуллин, 1990; Плантационное..., 2007; Романов и др., 2007; Денисов и др., 2008; Сингатуллин и др., 2020; Демаков и др., 2021; Володькин, Володькина, 2023].

Цель исследования – выбор наиболее эффективных способов воспроизводства ельников в ПФО, обеспечивающих повышение производительности и биологической устойчивости насаждений при одновременном снижении экономических затрат.

Материалы и методика исследования. Исследования основаны на анализе литературных источников по обозначенной проблеме, официальных материалов и данных государственного лесного реестра, собственных материалов, собранных на двух стационарных опытных объектах в культурах ели, созданных в Нолькинском (56°33'29,5"N 47°50'58,9"E) и Пектубаевском (57°08'38,8"N 48°31'08,4"E) лесничествах Республики Марий Эл в условиях свежей сурамени. На каждом из них проведена оценка состояния, размерной структуры и производительности древостоев в возрасте 33 и 40 лет традиционными методами лесной таксации. Собранный цифровой материал обработан статистически.

Результаты исследования и обсуждение. Как показывает государственный лесной реестр, леса ПФО распределены между 14 хозяйствующими субъектами крайне неравномерно, что связано с естественным распространением ели и особенностями ведения лесного хозяйства. Основная доля ельников сосредоточена в таёжной зоне округа: в Пермском крае ($5,24 \cdot 10^6$ га), Кировской области ($2,30 \cdot 10^6$ га), Удмуртии ($0,67 \cdot 10^6$ га). Значительно меньше ельников в Башкортостане ($0,29 \cdot 10^6$ га) и Нижегородской области ($0,25 \cdot 10^6$ га). В Оренбургской, Пензенской и Самарской областях при отсутствии естественных ельников создавались культуры ели, представленные в настоящее время 1-3 классами возраста.

Возрастная структура ельников во многом связана с лесорастительными зонами и ведением лесного хозяйства (рис. 1). Наиболее однородна она в таёжной зоне Пермского края, Кировской области, Удмуртии.

Для ели благоприятны климатические условия Нижегородского Заволжья. В Татарстане еловые леса сосредоточены в Предкамье (хвойно-широколиственная зона), тогда как в Закамье распространена лесостепь.

Пензенская, Ульяновская, Самарская, Саратовская и Оренбургская области находятся в лесостепной и степной зонах, что обусловило практически полное отсутствие здесь еловых лесов естественного происхождения.

Производительность средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных ельников связана не только с климатическими, но и с почвенными условиями. Так, наиболее велика она в Удмуртии, Татарстане, Чувашии и Нижегородской области. Здесь складываются оптимальные почвенно-климатические условия, соответствующие экологическим свойствам ели. В южнотайжной зоне – Пермском крае и Кировской области – производительность ниже. В условиях лесостепи в некоторых местоположениях при стабильной обеспеченности почвы влагой искусственные молодняки ели имеют довольно высокую производительность и высокие классы бонитета в условиях богатых почв (рис. 1, табл. 1). Однако увлечение в условиях лесостепи созданием культур ели является в значительной мере авантюрой, поскольку даже небольшое прогнозируемое изменение климата может привести к потере таких ельников уже в недалёком будущем [Сингатуллин и др., 2020; Володькин, Володькина, 2023].

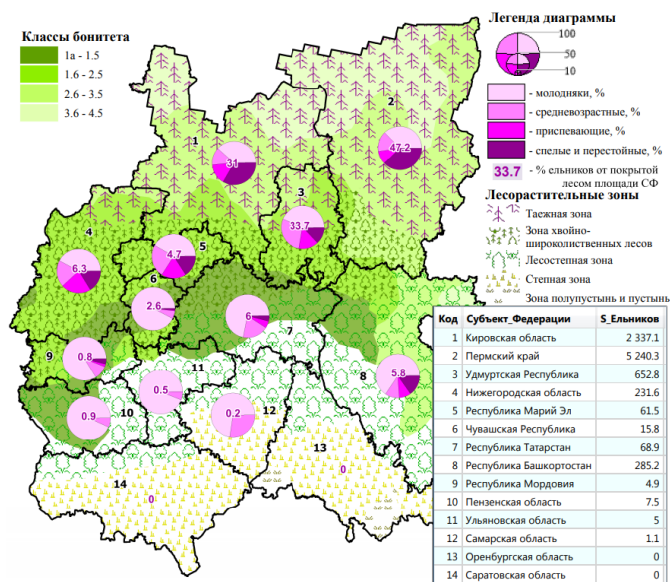


Рис. 1. Распределение ельников ПФО по производительности и возрастным группам

Fig. 1. Distribution of spruce forests in the Volga Federal District by productivity and age groups

Таблица 1

Производительность ельников разных классов возраста в субъектах ПФО**Productivity of spruce forests of different age classes in the subjects of the Volga Federal District**

Субъект региона	Средний запас стволовой древесины в ельниках разных классов возраста, м ³ /га					
	1 кл.	2 кл.	3 кл.	4 кл.	5 кл.	6 кл.
Пермский край	20	69	167	217	204	181
Кировская область	20	79	174	223	239	239
Удмуртия	25	115	224	267	267	272
Башкортостан	24	104	199	220	210	186
Нижегородская область	31	89	196	237	247	287
Татарстан	38	119	208	240	232	-
Марий Эл	27	99	195	223	227	214
Чувашия	23	106	156	300	250	-
Пензенская область	48	113	140	—	—	—
Ульяновская область	30	135	100	—	—	—
Мордовия	31	92	120	200	200	
Самарская область	33	100	67	—	—	—

Таким образом, разнообразие природно-климатических условий лесов ПФО предопределяет дифференцированное ведение как лесовосстановления, так и лесопользования.

Если в южнотаёжной зоне преимущество в лесовосстановлении обеспечивается природными процессами, то в более южных районах ПФО искусственное лесовосстановление приобретает особую актуальность.

Первым важным вопросом при создании лесных культур ели плантационного типа с ускоренным циклом их выращивания в зоне хвойно-широколиственных лесов и северной части лесостепи является выбор вида посадочного материала и его исходного размера.

На территории Учебно-опытного лесхоза ПГТУ нами проведены исследования по выявлению сохранности высаженных растений ели на хорошо окультуренных дерново-подзолистых супесчаных почвах по схеме

2,5×1,0 м с исходной густотой 4 тыс. экз./га. Наивысшая сохранность высаженных растений обеспечивается при использовании сеянцев высотой более 30 см, а особенно 5-летних саженцев (табл. 2). В этих вариантах опыта отмечается наивысшая производительность древостоя и его таксовая стоимость. Наиболее же низка сохранность высаженных растений оказалась в опыте с использованием сеянцев высотой менее 15 см, что подтверждено статистически ($F_{\text{факт.}} = 16,87 > F_{0,05} = 2,66$).

Таблица 2

**Сохранность высаженных растений и производительность
33-летних культур ели в Нолькинском лесном участке
Учебно-Опытного лесхоза ПГТУ (кв. 47, выд. 24)**

**Safety of planted plants and productivity of 33-year-old spruce crops
in the Nolkinsky forestry Educational and Experimental forestry
of PSTU (quarter 47, plot 24)**

Показатели	Варианты опыта							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	K
Текущая густота, экз./га	535	1538	1731	2289	2096	2677	2995	2460
Сохранность, %	47,0	42,9	48,3	63,8	58,4	74,6	83,5	68,6
Средний диаметр, см	18,0	15,5	15,6	15,5	15,6	15,9	15,1	14,2
Средняя высота, м	16,9	15,9	15,9	15,9	16,0	16,1	15,8	15,4
Объем ствола, м ³	0,214	0,152	0,154	0,151	0,155	0,161	0,144	0,125
Полнота абсолютная, м ² /га	13,61	29,02	33,09	43,02	40,06	52,89	53,56	38,96
Полнота относительная	0,35	0,77	0,88	1,15	1,06	1,40	1,43	1,06
Запас древесины, м ³ /га	116	239	273	354	332	440	442	316
в т.ч. крупной и средней, м ³ /га*	54,6	79,2	91,9	116,7	111,9	155,1	135,3	79,5
Средний прирост, м ³ /га×год	3,53	7,25	8,26	10,74	10,06	13,34	13,39	9,57
Масса стволов без коры, т/га*	43,7	89,1	101,5	131,9	123,6	164,1	164,3	117,1
Таксовая цена, тыс. руб./га*	12,46	23,18	26,52	34,26	32,29	43,31	41,98	28,75

Примечание. * – значения показателей вычислены по нашей методике [Демаков, 2018]. Варианты опыта: I – размер сеянцев 5-10 см; II – 10-15 см; III – 15-20 см; IV – 20-25 см; V – 25-30 см; VI – более 30 см; VII – саженцы ели (3+2) высотой > 30 см; K – стандартные несортированные 2-летние сеянцы (контроль)

Данный объект является примером создания плантационных культур, когда за короткий промежуток времени можно получить максимальное ко-

личество продукции с единицы площади. Однако следует отметить, что полнота древостоя в вариантах VI и VII достигла критического уровня, после которого начинается интенсивный распад насаждения [Саликов, Ашметков, 1985; Рогозин, Разин, 2015], свидетельствующий о его физиологической спелости и необходимости проведения сплошной рубки. Проведение искусственного изреживания древостоя не исправит создавшуюся ситуацию, а лишь усугубит её. Так, по нашим данным [Состояние..., 2007; Денисов и др., 2008; Глушкова, Денисов, 2011], в чистых еловых культурах, созданных в Пектубаевском лесничестве РМЭ с рядовой посадкой по схеме 1,7х0,6 м и исходной густотой 9,8 тыс. экз./га, изреживание в возрасте 20 лет привело через 20 лет лишь к снижению запаса и фитомассы древесины (табл. 3). Доля сухостоя на контрольных секциях опытного объекта составляла 41,8% от наличных стволов, что свидетельствует об интенсивном распаде древостоя.

Таблица 3

**Характеристика 40-летних плантационных культур ели
в Пектубаевском лесничестве**

**Characteristics of 40-year-old spruce plantation crops
in the Pektubayevsky forestry**

Вариант опыта	Количество стволов, экз. /га		Доля сухих, %	Средние		Запас древесины	
	живых	сухих		D, см	H, м	м ³ /га	т/га
Контроль	2830	2035	41,8	13,2	16,6	348	136,8
I	1372	598	30,4	16,7	17,0	276	106,2
II	1260	754	37,4	16,1	16,8	235	79,9
III	1502	760	33,6	15,6	16,9	236	82,2
IV	1698	784	31,6	15,6	17,4	279	101,5

Примечание. Варианты изреживания: I – вырубка одного ряда через ряд (интенсивность 50%); II – вырубка двух смежных рядов через один ряд (интенсивность 67%); III – вырубка двух смежных рядов через два ряда (интенсивность 50%); IV – равномерное изреживание с интенсивностью 50%

Основным фактором, определяющим производительность культур ели, является их исходная густота [Майоров, 1968; Мартынов, 1974; Стяжкин, 2005]. Весьма убедительные преимущества исходно редких насаждений ели над густыми были показаны М.В. Рогозиным и Г.С. Разиным [Разин,

1988; Рогозин, Разин, 2015]. В возрасте 45-60 лет, когда отмечается кульминация среднего годовичного прироста этих показателей и наступает хозяйственная спелость древостоя, разница между насаждениями разной густоты составляет по запасу более 200 м³/га, а по таксовой стоимости древесины – более 40 тыс. руб./га (рис. 2).

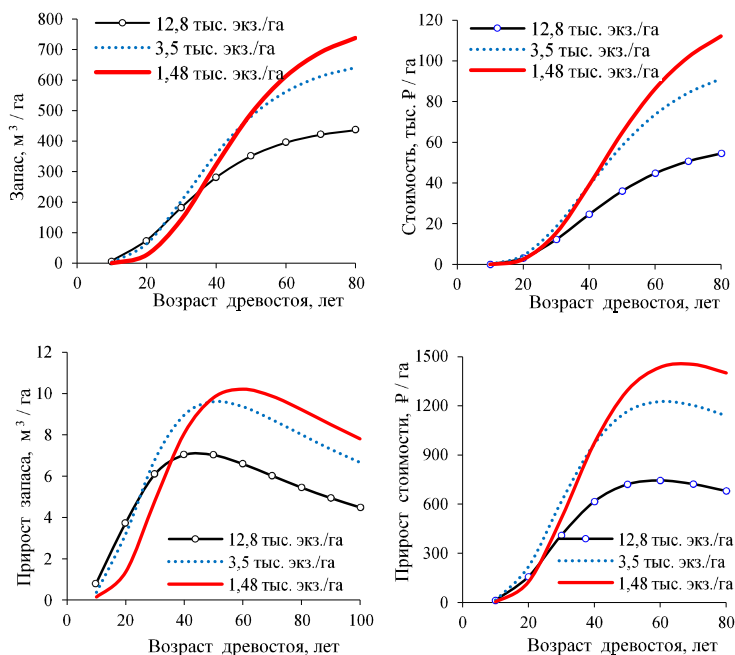


Рис. 2. Изменение запаса стволовой древесины, её среднего годовичного прироста и таксовой стоимости насаждений ели в зависимости от их возраста и исходной густоты в Пермской области

Fig. 2. Changes in the stock of stem wood, its average annual growth and the tax value of spruce plantations, depending on their age and initial density in the Perm region

Вместе с тем показатель начальной густоты необходимо рассматривать как вполне доступный и эффективный лесокультурный приём, обеспечивающий создание устойчивых насаждений целевого назначения [Плантационное..., 2007; Еремин, 2013]. «Посадки», – писал Г.Ф. Морозов, – «имеющие в виду образование леса, не должны носить садоводческого характера. Лесовод ... не обладает возможностью ни садить с такой тщательностью, ни

ухаживать за каждым деревом с такой интенсивностью, как садовод... До сих пор, пока посаженные деревца не сомкнулись своими кронами, нет ещё насаждения, нет воздействия их на занятую почву, нет поэтому гарантии или уверенности, что посадка принялась; лишь когда она сомкнётся, будущность её обеспечена» [Морозов, 1950, с. 45–49]. В ТЛУ С₂, С₃, Д₂, Д₃, где в основном и создают еловые культуры, более 50% их гибнет из-за зарастания мягколиственными породами. Поэтому здесь не обойтись без дорогостоящих агротехнических и лесоводственных уходов, которые надо проводить тем меньше, чем быстрее произойдёт общее смыкание крон.

Н.В. Ерёминим [2013] было проанализировано состояние плантационных лесных культур ели, созданных в 1983 – 1989 гг., на площади более 1000 га в Наумовском лесничестве Ковернинского мехлесхоза Нижегородской области. Посадка производилась в раскорчёванных полосах шириной 60–70 м, на которых размещалось 8 проходов плуга ПЛ-2-50 и 16 спаренных микроповышений. Тип лесорастительных условий – С₂–С₃. Посадка проводилась весной машиной СЛ-2. Густота посадки саженцами – 3560 шт./га, размещение посадочных мест – трёхразмерное (2,8–4,2–2,8–4,2 и т.д.). Установлено, что при данной густоте продолжительность периода уходов (агротехнических и лесоводственных) до достижения общей сомкнутости крон увеличивается (табл. 4). Наилучшее состояние имели культуры 1983–1986 гг. производства, на которых были выполнены все технологические операции в первые 5–6 лет после посадки. Культуры 1–6-летнего возраста посадки 1987–1989 гг. были отнесены в категорию «несомкнувшиеся». В случае сокращения периода проведения агроуходов происходит зарастание междурядий мягколиственными породами и резкое снижение доли участия ели до 5–3 единиц в составе 13-летних молодняков.

При обследовании молодняков в Нижегородской области и Республике Марий Эл оказалось, что самое худшее состояние имели как сплошные культуры ели с начальной густотой 3,5–5,0 тыс. экз./га, так и частичные с равномерным размещением саженцев (табл. 5). Лучшее состояние имели сплошные культуры с густотой 6 тыс. экз./га и более, а также частичные культуры с биогрупповым размещением. Между тем, в зоне хвойно-широколиственных лесов Правилами лесовосстановления² допускается исходная нормативная густота посадки 2–3-летними сеянцами с ОКС (диаметр корневой шейки не менее 2 мм и высота стволика не менее 12 см) 3 тыс. экз./га, а сеянцами с ЗКС, у которых высота стволика может составлять всего 8 см, – 2 тыс. экз./га.

² Правила лесовосстановления (Приказ МПР РФ № 1024 от 29.12.2021 года).

Таблица 4

**Общее состояние плантационных культур ели
в Наумовском лесничестве Ковернинского мехлесхоза
(по таксационным описаниям лесоустройства 1996 г.) [Еремин, 2013]**

**The general condition of spruce plantation crops
in the Naumovsky forestry district of the Koverninsky forestry enterprise
(according to the tax descriptions of forestry in 1996) [Еремин, 2013]**

Возраст, лет	Долевое участие культур ели в составе насаждений и их площадь, га					Итого, га
	7Е	6Е	5Е	4Е	3Е	
7–8		21,5	–	113,5	103,0	238,0
9–10			165,0	193,5	–	358,5
11–12	152,0		93,4	102,0	–	347,4
13			56,3			56,3
Итого	152,0	21,5	314,7	409,0	103,0	1000,2
%	15	2	32	41	10	100
Относительная полнота (общая сомкнутость насаждения)						
1–6					0,5	17,0
7–8		0,6		0,7	0,8	221,0
9–10			0,7	0,8		358,5
11–12	0,7		0,7	0,8		747,4
13			0,7			56,3
Итого	152,0	21,5	314,7	409,0	103,0	1000,2
%	15	2	32	41	10	100

На опытном стационаре Учебно-опытного лесхоза ПГТУ в ТЛУ С₂ при посадке саженцев (Е₃₊₂) с высотой стволика более 30 см по схеме 2,5×1 м смыкание крон в ряду произошло на третьем году [Романов и др., 2023]. В варианте с высотой стволика трёхлетних сеянцев 10–20 см смыкание наступило позже, что увеличило период проведения агротехнических уходов. Культуры, созданные трёхлетними сеянцами с высотой стволика 5–10 см, оказались расстроенными. К 14-летнему возрасту наибольшая густота за счёт минимизации отпада растений была достигнута в насаждениях, созданных крупномерными трёхлетними сеянцами высотой более 20 см и саженцами Е₃₊₂, которые обеспечивают прирост растений в высоту 45–49 см уже на 6–7-й год, что почти в 2 раза выше, чем у трёхлетних стандартных

сеянцев с высотой стволика 15–20 см. Это может иметь существенное значение в повышении жизнеспособности лесных культур, а также снижении интенсивности и кратности проведения ухода при их формировании.

Таблица 5

**Состояние культур ели в Нижегородской области
и Республике Марий Эл в ТЛЮ С₂**

**The state of spruce crops in the Nizhny Novgorod region
and the Republic of Mari El in TL C₂**

Показатели состояния лесных культур	Типы лесных культур			
	сплошные с начальной густотой, тыс. экз./га		частичные с размещением	
	3,5 – 5,0	6,0 и более	равномерным	биогрупповым
Культуры 6–8-летнего возраста				
Обследованное количество участков и их площадь, га	13/238	11/25	29/285	15/48
Доля от общего количества, %	100	100	100	100
с преобладанием ели в составе	57	90	2	37
с участием ели до 4 единиц	43	10	98	63
в т.ч. нуждающихся в освещении	43	10	98	63
Культуры 9–15-летнего возраста в 1990–1996 гг.				
Обследованное количество участков и их площадь, га	42/762	11/25	31/186	84/250
Доля от общего количества, %	100	100	100	100
с преобладанием ели в составе	54	86	9	19
с участием ели до 4 единиц	24	10	25	42
ель находится под пологом леса	20	4	66	39
Культуры 20–35-летнего возраста в 1997–2005 гг.				
Обследованное количество участков и их площадь, га	Культуры данной густоты отсутствуют	11/25	25/150	53/210
Доля от общего количества, %		100	100	100
с преобладанием ели в составе		74	3	15
с участием ели до 4 единиц		12	10	34
ель находится под пологом леса		4	87	51

В лесостепной зоне искусственные молодняки ели в Пензенской области имеют высокую производительность и классы бонитета только благодаря довольно богатым (серые лесные) почвам с близким залеганием глинистых пород при условии их стабильного увлажнения и защите от ветров окружающими лесными массивами [Володькин, Володькина, 2023]. И.К. Сингатуллин с соавторами [2020] на основании массового учёта состояния культур ели отмечают, что за последние десятилетия в Республике Татарстан погибли по природно-климатическим и иным причинам лесные культуры ели на больших площадях. При этом авторы оценивают состояние ельников за пределами естественного ареала в Татарстане как неустойчивое, что приводит их к выводу о нецелесообразности создания культур ели в лесостепной зоне.

Таким образом, всю территорию ПФО, на наш взгляд, целесообразно разделить на три природно-хозяйственных района (далее ПХР) в соответствии с географической зональностью и структурой лесного фонда, в каждом из которых установить свой режим хозяйственного использования и воспроизводства лесов.

В первый ПХР, относящийся к южно-таёжному району европейской части Российской Федерации³ входят северные части Пермского края, Кировской области, Удмуртии, Нижегородской области, где сосредоточена основная часть ельников, особенно приспевающих, спелых и перестойных.

Наиболее эффективным методом восстановления ельников в южнотаёжной зоне является регулирование численности подроста ели предварительной генерации. При исследовании естественного возобновления ели Е.И. Успенским с соавторами [2002] были выявлены особенности этого процесса. Так, при продвижении от таёжной зоны на юг все большее значение в механизме регуляции густоты подроста ели приобретает влага; абсолютная численность хозяйственно годного подроста снижается к югу. Жизнеспособность елового подроста под пологом производных типов леса выше, чем в коренных ельниках. Подростом ели на 50% обеспечены производные от ельников березняки липовые, липово-кисличные, на 70% – черничные и кисличные, на 60% – насаждения на переувлажнённых почвах. В.Г. Стороженко [2017] подтвердил роль влаги в накоплении подроста ели и показал, что разновозрастные ельники южной тайги обеспечены её подростом до 16 тыс. экз./га, количество которого зависит от типа леса, при доле мелкого подроста в 53–79%.

³ Приказ МПР РФ от 18 августа 2014 года N 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон...» с изменениями на 2 августа 2023 года

Здесь наиболее рационален режим использования и воспроизводства лесов в коренных и производных от ельников древостоях с применением зимних длительно постепенных рубок [Ведерников, 2017] и получением качественных сортиментов берёзы, комплексных рубок в производных березняках и осинниках со сплошной рубкой листовного полога и одновременным прореживанием подроста ели [Дружинин, 2014], чересполосных рубок [Грачев и др., 2008; Предеина и др., 2024], особенно при предшествующем снижении сомкнутости полога рубками ухода [Теринов и др., 2011]. При соблюдении лесоводственных требований к проведению этих рубок они эффективно обеспечивают преобразование производных древостоев в еловые за счёт подроста предварительной генерации. При этом следует стремиться к формированию одновозрастных древостоев, производительность которых на 35% выше, чем разновозрастных [Казимиров, 1971]. Необходимо обеспечивать на месте вырубок ели формирование коротко-производных березняков в качестве восстановительного этапа для формирования ельников с последующими рубками трансформации [Теринов и др., 2020]. Также необходимо вырубать имеющиеся перестойные и разновозрастные низко-производительные ельники, в которых широкое распространение получают корневые и стволовые гнили деревьев [Стороженко, 2013, 2023]. Искусственное восстановление ели целесообразно лишь на сплошных вырубках березняков и осинников, в которых отсутствовал её благонадёжный подрост. Создание плантационных культур ели с оборотом 40–60 лет в условиях южной тайги может оправдывать себя при выращивании балансовой древесины при росте ели по Ia и I классам бонитета. Для выращивания целевой крупной древесины пригодны только земли, обеспечивающие рост ели по Ia классу бонитета [Плантационное..., 2007]. К ним чаще всего относятся земли, вышедшие из-под сельскохозяйственного использования.

Во второй ПХР, включающий в себя район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации, входят части Пермского края, Кировской и Нижегородской областей, Удмуртии, Башкортостана, Татарстана, а также целиком Республики Марий Эл и Чувашия. Здесь наряду с экстенсивным режимом использования лесов должен найти место интенсивный режим с преобладанием выборочных [Штукин, 2018] и сплошнолесосечных рубок древостоев и последующим созданием на вырубках лесных культур ели целевого назначения с коротким (30–40 лет) циклом выращивания [Плантационное..., 2007; Штукин, Волович, 2018]. Плантационные культуры ели, создаваемые на одной и той же территории, потребуют пересмотра «севооборота» вплоть до создания культур берёзы повислой с по-

следующим введением в её междурядья ели, что позволит через 25-30 лет получить либо берёзовый баланс, либо энергетическую древесину [Родин, Родин, 2008], или через 50 лет крупномерные берёзовые сортименты, сократив время на выращивание следующего урожая еловых балансов. На землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования, выработанных карьерах и овражно-балочных системах можно создавать карбоновые фермы и биоэнергетические плантации, а также специализированные агролесоводственные хозяйства.

В третий ПХР ПФО, включающий лесостепной район и район степей европейской части Российской Федерации, входят Пензенская, Самарская, Саратовская и Оренбургская области, часть республик Башкортостан и Татарстан, преобладающая часть Мордовии и Ульяновской области. Выращивать еловые насаждения здесь вообще не целесообразно, а имеющиеся лучше заменять культурами сосны обыкновенной, которые в этих условиях более производительны и приспособлены к условиям среды.

Заключение. Проведённое исследование позволило выявить ключевые проблемы и определить оптимальные подходы к воспроизводству ельников в Приволжском Федеральном округе, которые должны быть дифференцированы по природно-хозяйственным районам.

В южнотаёжной зоне (Пермский край, Кировская область, Удмуртия) эффективно естественное восстановление через регулирование густоты и состава подроста ели предварительной генерации. Рекомендуются зимние длительно постепенные и комплексные рубки для трансформации производных березняков в еловые насаждения.

В зоне хвойно-широколиственных лесов (Республики Марий Эл, Чувашия, Татарстан) целесообразно сочетание разных режимов, включая создание плантационных культур ели с ускоренным циклом (30–40 лет) и использованием саженцев E_{3+2} и отобранных по высоте крупномерных трехлетних сеянцев (высотой стволика более 25 см), что сокращает период ухода и повышает устойчивость культур.

В лесостепной и степной зонах (Пензенская, Самарская, Оренбургская области) создавать культуры ели не целесообразно из-за климатических рисков. Более соответствуют засушливым условиям зоны культуры сосны обыкновенной.

В каждом природно-хозяйственном районе необходима оптимизация методов лесовосстановления, основными аспектами которой являются:

- исходная густота посадки: установлено, что редкие насаждения демонстрируют большую производительность по сравнению с густыми. Бо-

лее устойчивы культуры с густотой 6,0 тыс. экз./га, а частичные – с размещением биогруппами, что позволяет сократить объемы агротехнических и лесоводственных уходов;

- параметры посадочного материала: использование саженцев (E_{3+2}) и трехлетних крупномерных сеянцев с высотой стволика 25 см и выше обеспечивает быстрое смыкание крон, снижая риски зарастания мягколиственными породами и также минимизируя экономические затраты на уходы за посадками.

Необходимо учитывать существующие риски и ограничения. Так, в лесостепной зоне даже незначительные климатические изменения могут привести к гибели еловых культур, что подтверждается опытом Татарстана. Изреживание древостоев в чистых ельниках не улучшает их состояние, а ускоряет распад, что требует своевременных сплошных рубок при достижении физиологической спелости.

Для практики ведения хозяйства в ельниках ПФО важны: зональный подход с учётом лесорастительных условий и структуры лесного фонда; развитие плантационного лесоводства на землях, вышедших из сельскохозяйственного оборота, с акцентом на получение балансовой древесины, биоэнергетические и карбоновые проекты; совершенствование нормативов густоты посадки и стандартов посадочного материала в соответствии с региональными особенностями.

Реализация предложенных мер позволит повысить биологическую устойчивость и продуктивность ельников ПФО, сохранив их экологический и экономический потенциал в условиях глобальных климатических изменений. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку региональных нормативов по ведению хозяйства в ельниках Приволжского федерального округа, а также мониторинг эффективности внедряемых методов.

Вклад авторов. Демаков Ю.П. – концепция исследования, методология исследования, информационный поиск, составление первого варианта статьи; Романов Е.М. – участие в разработке методики исследования и ее реализации в части рассмотрения проблем искусственного лесовосстановления, подготовка исходного текста; Денисов С.А. – участие в разработке методики исследования, информационный поиск, редактирование и подготовка второго варианта статьи; Краснов В.Г. – участие в реализации методики исследований, в том числе сборе и обработке полевого материала; Черных В.Л. – участие в реализации методики исследований, анализ и обработка данных государственного лесного реестра.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Андреев А.Е., Будович М.В. Ели России: их разнообразие и распространение // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2023. № 3. С. 14–28. DOI: 10.21178/2079-6080.2023.3.14.

Ведерников Е.А. Последствия длительно-постепенных рубок в ельнике мшистом // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 4(44). С. 97-101. DOI: 10.31563/1684-7628-2017-44-4-97-101.

Володькин А.А., Володькина О.А. Опыт выращивания ели обыкновенной в лесостепной зоне среднего Поволжья // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. Пенза, 2023. С. 378-381.

Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1 / отв. ред. О.В. Смирнова. М.: Наука, 2004. 479 с.

Газиуллин А.Х. Рост и производительность культур ели в лесостепи Среднего Поволжья // Лесоведение. 1990. № 3. С. 11-16.

Глушкова Ю.П., Денисов С.А. Рекомендации по территориальному размещению плантаций ели для выращивания балансов в Республике Марий Эл. Йошкар-Ола, 2011. 44 с.

Горичев Ю.П. О ботанико-географической дифференциации Восточноевропейских широколиственно-темнохвойных лесов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1-3. С. 858-860.

Грачев В.А., Залесов А.С., Помазнюк В.А. Лесоводственная эффективность чересполосных постепенных рубок в производных березняках Урала // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2008. № 10(48). С. 28-32.

Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов Республики Марий Эл. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. 432 с.

Демаков Ю.П., Краснов В.Г. Изменение структуры и ресурсного потенциала лесов Чувашии за период с 1942 по 2014 годы // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер. Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 1 (37). С. 19-32. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.1.19.

Демаков Ю.П., Романов Е.М., Краснов В.Г., Нуреева Т.В. Опыт искусственного восстановления лесов в Среднем Поволжье и дальнейшая стратегия действий по его совершенствованию // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 1. С. 23–46. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.1.23.

Денисов С.А., Глушкова Ю.П., Туева Л.Е. Возможность и перспективы плантационного выращивания ели в Республике Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2008. № 2. С. 28-39.

Дружинин Ф.Н. К применению комплексных рубок // ИВУЗ. Лесной журнал. 2014. № 3(339). С. 17-23.

- Еремин Н.В. Ускоренное лесовосстановление и лесовыращивание (на примере восстановления ельников). Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. 164 с.
- Казимиров Н.И. Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.
- Майоров С.А. Влияние первоначальной густоты еловых культур на дальнейший рост насаждений // Лесное хозяйство. 1968. № 5. С. 26-29.
- Мартынов А.Н. Густота культур хвойных пород и ее значение // Обзорная информация ЦБНТИлесхоза. М., 1974. 59 с.
- Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. М.: ВНИИЛМ, 2010. 138 с.
- Морозов Г.Ф. Очерки по лесокультурному делу. 2е изд. М.: Гослесбумиздат, 1950. 234 с.
- Плантационное лесоводство / под общ. ред. И.В. Шутова. СПб.: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2007. 366 с.
- Попов П.П. Закономерности региональной дифференциации популяций елей европейской и сибирской. Новосибирск: Наука, 2014. 216 с.
- Предеина И.В., Башегуров К.А., Белов Л.А., Залесов С.В., Итешина Н.М. Череполосная постепенная рубка как способ переформирования производных мягколиственных насаждений в коренные хвойные // Сибирский лесной журнал. 2024. № 6. С. 59-67. DOI: 10.15372/SJFS20240608.
- Пчелин В.И. Ельники и осинники Среднего Поволжья (природные особенности, биоразнообразие и рост). Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. 220 с.
- Разин Г.С. Модели роста древостоев еловых культур разной густоты // Лесоведение. 1988. № 2. С. 41-47.
- Рогозин М.В., Разин Г.С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы: монография [Электронный ресурс]. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2015. 1 CD-ROM.
- Родин А.Р., Родин С.А. Создание лесных энергетических плантаций // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2008. № 1. С. 178-182.
- Романов Е.М., Еремин Н.В., Мухортов Д.И., Нуреева Т.В. Лесные культуры. Ускоренное лесовыращивание. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 287 с.
- Романов Е.М., Самосудов А.Е., Нуреева Т.В., Бекмансуров М.В. Дифференцированное применение посадочного материала при создании лесных культур // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2023. № 2(58). С. 6-29. DOI: 10.25686/2306-2827.2023.2.6.
- Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. М.: Наука, 2002. 335 с.
- Саликов Н.Я., Ашметков В.М. Полнота как норматив режима формирования древостоев // Лесное хозяйство. 1985. № 10. С. 52-54.
- Сингатуллин И.К., Мусин Х.Г., Мухаметишина А.Р., Петрова Г.А. Анализ состояния лесных культур ели в Республике Татарстан // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 231. С. 41-55. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.231.41-55.

Состояние лесных культур ели плантационного типа после рубок ухода // Наука в условиях современности: сб. ст. Йошкар-Ола, 2007. С. 6–9.

Стороженко В.Г. Состояние и пораженность древоразрушающими грибами коренных ельников подзоны северной тайги // Труды Карельского научного центра РАН. 2013. № 6. С. 153–158.

Стороженко В.Г. Естественное возобновление в коренных разновозрастных ельниках европейской тайги России // Сибирский лесной журнал. 2017. № 3. С. 87–92. DOI: 10.15372/SJFS20170309.

Стороженко В.Г. Санитарное состояние коренных ельников тайги европейской России // Лесной вестник. 2023. Т. 27, № 1. С. 17–25. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-17-25.

Стяжкин В.П. Возрастная динамика оптимальной густоты и максимальной производительности древостоев ели // Лесное хозяйство. 2005. № 4. С. 40–43.

Теринов Н.Н., Мехренцев А.В., Полухин А.В. Восстановление коренных темнохвойных пород после вырубki производных мягколиственных насаждений на Урале // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2011. № 5. С. 22–27.

Теринов Н.Н., Андреева Е.М., Залесов С.В., Луганский Н.А., Магасумова А.Г. Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения // ИВУЗ. Лесной журнал. 2020. № 3(375). С. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23.

Успенский Е.И., Денисов С.А., Калинин К.К., Лоскутов С.П. Естественное возобновление под пологом леса в Среднем Поволжье // ИВУЗ. Лесной журнал. 2002. № 4. С. 46–54.

Штукин С.С. Лесовосстановление вырубok усыхающих ельников // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2018. № 2(210). С. 116–120.

Штукин С.С., Волович П.И. Стандарт Республики Беларусь – новый уровень развития плантационного лесоводства // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2018. № 1(204). С. 13–19.

References

Andreev A.E. Budovich M.V. Spruce trees of Russia: their diversity and distribution. *Proceedings of St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry*, 2023, no. 3, pp. 14–28. DOI: 10.21178/2079-6080.2023.3.14. (In Russ.)

The condition of plantation-type spruce forest crops after logging. *Science in modern conditions: collection of articles*. Yoshkar-Ola, 2007, pp. 6–9. (In Russ.)

Demakov Iu.P. The structure and patterns of forest development in the Republic of Mari El. Yoshkar-Ola: VSUT, 2018. 432 p. (In Russ.)

Demakov Iu.P., Krasnov V.G. Changes in the structure and resource potential of Chuvash forests over the period from 1942 to 2014. *Bulletin of Volga State University*

of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management, 2018, no. 1 (37), pp. 19-32. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.1.19. (In Russ.)

Demakov Iu.P., Romanov E.M., Krasnov V.G., Nureeva T.V. The experience of artificial forest reforestation in the Middle Volga region and the strategy for improvement. *Bulletin of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management*, 2021, no. 1, pp. 23-46. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.1.23. (In Russ.)

Denisov S.A., Glushkova Iu.P., Tueva L.E. The possibility and prospects of plantation spruce cultivation in the Republic of Mari El. *Bulletin of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature management*, 2008, no. 2. pp. 28-39. (In Russ.)

Druzhinin F.N. To the application of complex logging. *BHEI. Russian forestry journal*, 2014, no. 3(339), pp. 17-23. (In Russ.)

Eastern European forests: history in the recent and modern period. Book 1 / ed. by O.V. Smirnova. Moscow: Science, 2004. 479 p. (In Russ.)

Eremín N.V. Accelerated reforestation and reforestation (on the example of restoring spruce forests). Yoshkar-Ola: VSUT, 2013. 164 p. (In Russ.)

Gazizullin A.H. Growth and productivity of spruce crops in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Forestry science*, 1990, no. 3, pp. 11-16. (In Russ.)

Glushkova Iu.P., Denisov S.A. Recommendations on the territorial location of spruce plantations for growing balance sheets in the Republic of Mari El. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2011. 44 p. (In Russ.)

Gorichev Iu.P. On the botanical and geographical differentiation of Eastern European broadleaf-dark coniferous forests. *Proceedings of Samara Research Center of the Russian Academy of Sciences*, 2014, vol. 16, no. 1-3, pp. 858-860. (In Russ.)

Grachev V.A., Zalesov A.S., Pomaznyuk V.A. Forestry efficiency of interlaced gradual logging in derived birch forests of the Urals. *Bulletin of Altai State Agrarian University*, 2008, no. 10(48), pp. 28-32. (In Russ.)

Kazimirov N.I. Spruce forests of Karelia. Leningrad: Science, 1971. 140 p. (In Russ.)

Martynov A.N. The density of coniferous crops and its significance. Overview of the Central Research Institute of Forestry. Moscow: Central Research Institute of Forestry, 1974. 59 p. (In Russ.)

Mayorov S.A. The influence of the initial density of spruce crops on the further growth of plantings. *Forestry*, 1968, no. 5, pp. 26-29. (In Russ.)

Maslov A.D. Bark beetle-typographer and drying of spruce forests. Moscow: VNIILM, 2010. 138 p. (In Russ.)

Morozov G.F. Essays on forest culture. 2nd ed. Moscow: Goslesbumizdat, 1950. 234 p. (In Russ.)

Pchelin V.I. Spruce and aspen forests of the Middle Volga region (natural features, biodiversity and growth). Yoshkar-Ola: MarSTU, 2000. 220 p. (In Russ.)

Plantation forestry / ed. by I.V. Shutov. St. Petersburg: St. Petersburg State Polytechnic University, 2007. 366 p. (In Russ.)

Popov P.P. Patterns of regional differentiation of European and Siberian spruce populations. Novosibirsk: Science, 2014. 216 p. (In Russ.)

Predeina I.V., Bashegurov K.A., Belov L.A., Zalesov S.V., Iteshina N.M. Interlaced gradual logging as a way to transform soft-leaved derivatives into indigenous conifers. *Siberian Forest Journal*, 2024, no. 6, pp. 59–67. DOI: 10.15372/SJFS20240608. (In Russ.)

Razin G.S. Growth models of stands of spruce crops of different densities. *Forestry*, 1988, no. 2, pp. 41–47. (In Russ.)

Rodin A.R. Rodin S.A. Establishing forest energy plantations. *Bulletin of MSUF – Forest Bulletin*, 2008, no. 1, pp. 178–182. (In Russ.)

Rogozin M.V., Razin G.S. Development of stands. Models, laws, hypotheses: monograph [Electronic resource]. Perm: Perm State National Research University, 2015. 1 CD-ROM. (In Russ.)

Romanov E.M., Eremin N.V., Mukhortov D.I., Nureyeva T.V. Forest crops. Accelerated reforestation. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2007. 287 p. (In Russ.)

Romanov E.M., Samosudov A.E., Nureeva T.V., Bekmansurov M.V. Differentiated application of planting material in the establishment of forest crops. *Bulletin of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management*, 2023, no. 2(58), pp. 6–29. DOI: 10.25686/2306-2827.2023.2.6. (In Russ.)

Rysin L.P., Savelyeva L.I. Spruce forests of Russia. Moscow: Science, 2002. 335 p. (In Russ.)

Salikov N.Ia., Ashmetkov V.M. Completeness as a standard of the regime of formation of stands. *Forestry*, 1985, no. 10, pp. 52–54. (In Russ.)

Shtukin S.S. Reforestation of deforestation of shrinking spruce forests. *Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, Nature Management and Processing of Renewable Resources*, 2018, no. 2(210), pp. 116–120. (In Russ.)

Shtukin S.S., Volovich P.I. The standard of the Republic of Belarus – a new level of development of plantation forestry. *Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, Nature Management and Processing of Renewable Resources*, 2018, no. 1(204), pp. 13–19. (In Russ.)

Singatullin I.K., Musin H.G., Mukhametshina A.R., Petrova G.A. Analysis of the condition of spruce forest crops in the Republic of Tatarstan. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicheskoy Akademii*, 2020, iss. 231, pp. 41–55. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.231.41-55. (In Russ.)

Storozhenko V.G. The state and infestation of wood-destroying fungi in the indigenous spruce forests of the northern taiga subzone. *Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2013, no. 6, pp. 153–158. (In Russ.)

Storozhenko V.G. Natural regeneration in the indigenous spruce forests of the European taiga of Russia. *Siberian Forest Journal*, 2017, no. 3, pp. 87–92. DOI: 10.15372/SJFS20170309. (In Russ.)

Storozhenko V.G. Sanitary condition of the indigenous spruce forests of the taiga of European Russia. *Forest Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 1, pp. 17-25. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-17-25. (In Russ.)

Styazhkin V.P. Age dynamics of optimal density and maximum productivity of spruce stands. *Forestry*, 2005, no. 4, pp. 40-43. (In Russ.)

Terinov N.N., Mekhrentsev A.V., Polukhin A.V. Restoration of indigenous dark coniferous species after cutting down derivatives of soft-leaved plantations in the Urals. *Bulletin of MSUF – Forest Bulletin*, 2011, no. 5, pp. 22-27. (In Russ.)

Terinov N.N., Andreeva E.M., Zalesov S.V., Luganskiy N.A., Magasumova A.G. Restoration of spruce forests: theory, domestic experience and solution methods. *BHEI. Russian forestry journal*, 2020, no. 3(375), pp. 9-23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23. (In Russ.)

Uspensky E.I., Denisov S.A., Kalinin K.K., Loskutov S.P. Natural regeneration under the forest canopy in the Middle Volga region. *BHEI. Russian forestry journal*, 2002, no. 4, pp. 46-54. (In Russ.)

Vedernikov E.A. Consequences of long-term gradual logging in the spruce stand. *Bulletin of Bashkir State Agrarian University*, 2017, no. 4(44), pp. 97-101. DOI: 10.31563/1684-7628-2017-44-4-97-101. (In Russ.)

Volodkin A.A., Volodkina O.A. The experience of growing Norway spruce in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *Regional problems of sustainable development of the agro-industrial complex in the context of digital transformation: proceedings of All-Russ. sci.-pract. conf. Penza*, 2023, pp. 378-381. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 12.03.2025

Демаков Ю.П., Романов Е.М., Денисов С.А., Краснов В.Г., Черных Л.В. Проблемы воспроизводства ельников в Приволжском Федеральном округе // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2026. Вып. 257. С. 84–106. DOI: 10.21266/2079-4304.2026.257.84-106

Ельники занимают четвертую часть лесов Приволжского Федерального округа. На фоне современных глобальных изменений и не всегда научно обоснованной хозяйственной деятельности происходит снижение занимаемой ими площади и эколого-ресурсного потенциала. Решать возникшие проблемы воспроизводства ельников ПФО можно лишь на основе богатейшего опыта предшествующих поколений лесоводов и современных разработок. Цель исследования – выбор наиболее эффективных способов воспроизводства ельников ПФО, обеспечивающих повышение производительности и биологической устойчивости насаждений при одновременном снижении экономических затрат. Полученные данные основаны на анализе литературных источников по обозначенной проблеме, данных государственного лесного реестра, материалов собственных исследований на стационарных опытных

объектах, созданных в Учебно-опытном и Пектубаевском лесничествах Республики Марий Эл. На каждом из них проведена оценка состояния, размерной структуры и производительности древостоев традиционными методами лесной таксации. Собранный цифровой материал обработан статистически. Выявлены ключевые проблемы и определены оптимальные подходы к воспроизводству ельников в ПФО, которые должны быть дифференцированы по природно-хозяйственным зонам: южнотаежной, хвойно-широколиственных лесов, степной и лесостепной. В каждой из них необходима оптимизация способов и методов лесовосстановления. Для практики ведения хозяйства в ельниках ПФО важны: зональный подход с учетом лесорастительных условий и структуры лесного фонда; развитие плантационного лесоводства на землях, вышедших из сельскохозяйственного оборота, с акцентом на получение балансовой древесины, биоэнергетические и карбоновые проекты; совершенствование густоты посадки и стандартов посадочного материала в соответствии с региональными особенностями.

Ключевые слова: воспроизводство ельников, зональный подход, устойчивость насаждений, лесные культуры, лесосырьевые плантации, сеянцы, саженцы.

Demakov Iu.P., Romanov E.M., Denisov S.A., Krasnov V.G., Chernykh L.V. Current problems of spruce stands regeneration in the Volga Federal District. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2026, iss. 257, pp. 84–106 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2026.257.84-106

Spruce stands comprise one-fourth of the total forested area in the Volga Federal District. Amid contemporary global transformations and the economic activity not consistently grounded in scientific principles, there is a reduction in the forest cover and in their ecological and resource potential. The challenges of reproducing spruce stands in the Volga Federal District can only be addressed by leveraging the extensive knowledge of past foresters alongside contemporary advancements. The research aims to identify the most efficient methods for regenerating spruce stands in the Volga Federal District, enhancing production and biological resilience of the plantations while minimising economic expenditures. The data collected are derived from the analysis of research literature, the state forest register, and our own research findings obtained at stationary experimental plots established in the Educational-experimental and Pektubayevsky forestry enterprise of the Republic of Mari El. At each location, an evaluation of the condition, size structure, and production of the stands was conducted using conventional forest inventory methods. The obtained digital data has undergone statistical analysis. The key problems have been identified, and ideal strategies for the regeneration of spruce stands in the Volga Federal District have been delineated, categorised by natural and economic zones: southern taiga, coniferous-deciduous forests, steppe, and forest-steppe. In each instance, it is essential to optimise the

methods and strategies of reforestation. In order to properly maintain the spruce stands in the Volga Federal District, the following factors are crucial: a zonal strategy that considers forest conditions and the composition of the forest stand; the advancement of plantation forestry on former agricultural lands, focusing on obtaining paper wood, bioenergy, and carbon initiatives; enhancement of planting density and standards of planting material in alignment with regional characteristics.

Keywords: reproduction of spruce stands, zonal methodology, sustainability of plantations, forest crops, resource plantations, seedlings.

ДЕМАКОВ Юрий Петрович – профессор кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии Поволжского государственного технологического университета, старший научный сотрудник, доктор биологических наук. SPIN-код: 1270-0945. ORCID: 0009-0006-1084-4700.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия.
E-mail: DemakovYP@volgatech.net

DEMAKOV Iurii P. – DSc (Biological), Professor, Department of Forest Crops, Breeding and Biotechnology, Volga State University of Technology, Senior Researcher. SPIN-code: 1270-0945. ORCID: 0009-0006-1084-4700.

424000. Lenina sq. 3. Yoshkar-Ola. Republic of Mari El. Russia. E-mail: DemakovYP@volgatech.net

РОМАНОВ Евгений Михайлович – профессор кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии Поволжского государственного технологического университета, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 8291-5546. ORCID: 0000-0003-2248-5216.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия.
E-mail: RomanovEM@volgatech.net

ROMANOV Evgenii M. – DSc (Agricultural), Professor, Department of Forest Crops, Breeding and Biotechnology, Volga State University of Technology. SPIN-code: 8291-5546. ORCID: 0000-0003-2248-5216.

424000. Lenina sq. 3. Yoshkar-Ola. Republic of Mari El. Russia. E-mail: RomanovEM@volgatech.net

ДЕНИСОВ Сергей Александрович – профессор кафедры лесоводства и лесоустройства Поволжского государственного технологического университета, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 9711-7130. ORCID: 0000-0002-8805-1253.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия.
E-mail: DenisovSA@volgatech.net

DENISOV Sergei A. – DSc (Agricultural), Professor, Department of Forestry and Forest Management, Volga State University of Technology. SPIN- code: 9711-7130. ORCID: 0000-0002-8805-1253.

424000, Lenina sq. 3, Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, Russia. E-mail: RomanovEM@volgatech.net

КРАСНОВ Виталий Геннадьевич – профессор кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии Поволжского государственного технологического университета, доцент, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 3179-8907. ORCID: 0000-0003-0742-0393.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия. E-mail: Krasnovvg@volgatech.net

KRASNOV Vitalii G. – DSc (Agricultural), Professor, Department of Forest Crops, Breeding and Biotechnology, Volga State University of Technology, Associate Professor. SPIN- code: 3179-8907. ORCID: 0000-0003-0742-0393.

424000, Lenina sq. 3, Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, Russia. E-mail: Krasnovvg@volgatech.net

ЧЕРНЫХ Леонид Валерьевич – доцент кафедры лесоводства и лесоустройства Поволжского государственного технологического университета, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 1832-1470. ORCID: 0000-0003-3428-0701.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия. E-mail: ChernyhLV@volgatech.net

CHERNYKH Leonid V. – PhD (Agricultural), Associate Professor, Department of Forestry and Forest Management, Volga State University of Technology. SPIN-code: 1832-1470. ORCID: 0000-0003-3428-0701.

424000, Lenina sq. 3, Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, Russia. E-mail: ChernyhLV@volgatech.net