

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 1(78). С. 113–121.

Buryat Agrarian Journal. 2025;1(78):113–121.

Научная статья

УДК 630*235.2.: 630*232.43.

doi: 10.34655/bgsha. 2025.78.1.014

Интегральная оценка искусственного лесовосстановления в Оренбургской области

Ж.В. Танкова¹, Д.А. Танков², А.А. Танков³, Г.Т. Бастаева⁴, А.А. Алтаев⁵

^{1,2,4} Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

³ Филиал ФБУ Российский центр защиты леса ЦЗЛ Оренбургской области, Оренбург, Россия

⁵ Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал СФНЦА, Улан-Удэ, Россия

¹ tankovazhv@yandex.ru

² den-tankov@yandex.ru

³ drewolaz@mail.ru

⁴ oren78@mail.ru

⁵ altaev@mail.ru

Аннотация. Наиболее болезненным вопросом в лесокультурном производстве считается система оценки качества лесных культур. Существующая система оценки не нацелена на конечный результат. В число критериев этой оценки в том числе входит сохранность лесных культур по площади и приживаемость по числу сохранившихся растений (или посевных мест) к общему количеству высаженных растений (или засеянных посевных мест). При этом, как ни странно, нет установленных нормативов по площади для оценки сохранности лесных культур. Это свидетельствует о том, что на практике необходимы эффективные критерии оценки применения мероприятий по повышению сохранности и интенсивности роста лесных культур в региональном аспекте. Требуется разработка критериев качества искусственного лесовосстановления в их возрастной динамике. В статье продемонстрирована возможность интегрального расчёта достигнутого уровня искусственного лесовосстановления в Оренбургской области с использованием функции желательности Харрингтона. Авторами представлены результаты оценки качества создания лесных культур в первоначальный период их выращивания – с 1 по 10 год – на примере лесного фонда Оренбургской области. Применение преобразованной функции Харрингтона для оценки достигнутых показателей качества заложенных лесных культур позволяет отразить результат в виде единого числового значения с лингвистической оценкой. Предлагаемый метод позволяет оценивать достигнутый уровень искусственного лесовосстановления в конкретном субъекте РФ. Этим подходом дополняется оценка показателей качества заложенных лесных культур, достигнутых в начальный период их выращивания в лесном фонде, а также решается важнейший вопрос оценки искусственного воспроизводства лесов в конкретном субъекте Российской Федерации.

Ключевые слова: оценка искусственного лесовосстановления, обобщенная функция желательности, функция желательности Харрингтона.

Integral assessment of artificial forest restoration in the Orenburg region

Zhanna V. Tankova¹, Denis A. Tankov², Anatoly A. Tankov³, Galiya T. Bastaeva⁴, Alexander A. Altaev⁵

^{1,2,4} Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

³ Branch of the FBI "Roslesozashchita" - "FPC of the Orenburg region", Orenburg, Russia

⁵ Buryat Research Institute of Agriculture - branch of SFSCA RAS, Ulan-Ude, Russia

¹ tankovazhv@yandex.ru

² den-tankov@yandex.ru

³ drewolaz@mail.ru

⁴ oren78@mail.ru

⁵ altaev@mail.ru

Abstract. The system of assessing the quality of forest crops is considered to be the most sensitive issue in forestry production. The existing assessment system is not aimed at the final result. The criteria for this assessment include: survival rate of forest plantations by area and survival ability by the number of survived plants (or seed beds) to the total number of planted trees (or sown seed beds). At the same time, curiously enough, there are no established standards of the area for assessing the safety of forest crops. This indicates that in reality effective criteria for assessing the implementation of measures to improve the safety and growth rate of forest crops according to the regional aspect are required. It is necessary to develop criteria of artificial forest restoration quality in their age dynamics. The article demonstrates the possibility of an integral calculation of the achieved level of artificial forest restoration in the Orenburg region using the Harrington's desirability function. The article presents the results of assessing the quality of forest crops formation during the initial period of their cultivation – from 1 to 10 years, using the example of the forest reserves of the Orenburg region. The use of the transformed Harrington's function to evaluate the achieved quality indicators of planted forest crops allows reflecting the result in the form of a single numerical value with a linguistic estimate. The proposed method makes it possible to assess the achieved level of artificial reforestation in a particular region of the Russian Federation. This approach complements the assessment of the quality indicators of planted forest crops achieved during the initial period of their cultivation in the forest reserves as well as it solves the most important issue of assessing artificial reproduction of forests in a particular region of the Russian Federation.

Keywords: evaluation of artificial reforestation, generalized desirability function, Harrington's desirability function.

Введение. В настоящее время существует точка зрения, что в нашей стране система воспроизводства лесов как существующая ранее, так и создаваемая пока не даёт желаемых результатов. Приводятся аргументы, что в России площадь лесных культур, выращенных за 60 лет, составляла 18 млн га, и это при том, что создание соответствующих площадей искусственно созданных лесных насаждений заняло в США 30 лет, а в КНР за 40 лет в лесовосстановление было вовлече-

но 77 млн га земель [1].

Отмечается, что осуществляемые объемы работ по лесовосстановлению во многих регионах европейской части РФ, где расположены прежде всего защитные леса, не ведут к соответствующему повышению степени облесённости территории. Делается вывод о низкой лесоводственной и экономической эффективности воспроизводства защитных лесов [2]. По официальной статистике более 25% культур гибнут в первые 7-10 лет¹.

¹ Рекомендации Общественной палаты Российской Федерации по итогам рабочей встречи с экспертами по вопросу реализации федерального проекта «Сохранение лесов» (18.09.2020г, г.Москва) [Электронный ресурс] // Общественная палата Российской Федерации: [сайт]. [2020]. URL: <https://files.oprf.ru/storage/documents/HGfA8jkJdExeYx231610194598.pdf> (дата обращения: 09.09.2024).

Причина этого кроется, в том числе в том, что создание лесных культур без последующего качественного ухода не позволяет обеспечить качественное воспроизводство лесов [3]. Общеизвестно, что создание искусственных насаждений – дорогостоящее мероприятие, и применяющиеся способы должны обеспечивать надежную сохранность лесных культур.

Российское лесное законодательство оговаривает делегирование существенного объёма полномочий Российской Федерации в области лесных отношений, включая и воспроизводство лесов, органам государственной власти субъектов Российской Федерации. Передача полномочий подразумевает и соответствующую ответственность за систематическое невыполнение этих функций.

Соответственно, возрастает необходимость в выработке действенных критериев оценки достигнутого уровня и эффективности мероприятий по воспроизводству лесов [4], в том числе на региональном уровне.

Следует отметить, что в настоящее время одним из критериев, характеризующих осуществление воспроизводства лесов, расположенных на землях лесного фонда, является²:

- доля площади списанных (погибших) лесных культур 5-летнего и младшего возрастов в площади созданных лесных культур за последние пять лет, процентов [6].

Однако, данный критерий даёт лишь сравнительную оценку с уровнем прошлого года – положительная оценка даётся при понижении значения по отношению к уровню, установившемуся в предыдущем отчётном году. То есть он является динамическим критерием – положительно оценивается его снижение в динамике, исходя из его сути.

Аналог данного критерия в Республике Беларусь³ имеет более строгие ограничения, так в нём указано, что предельный удельный вес погибших лесных культур в общей площади создаваемых лесных культур устанавливается в объеме не более 5% от среднегодовой площади их создания за последние 5 лет [7]. В указанный объем не включаются лесные культуры, погибшие по причине стихийных бедствий.

Обращаясь к литературным источникам, можно отметить, что для первоначального периода выращивания лесных культур стартовая оценка качества их создания осуществляется после проведения работ по посадке, по итогам технической приёмки и осенней инвентаризации на первый, третий и пятый год с момента закладки. В число критериев этой оценки в том числе входит сохранность лесных культур по площади и приживаемость по числу сохранившихся растений (или посевных мест) к общему количеству высаженных растений (или засеянных посевных мест).

При этом, как ни странно, нет установленных нормативов по площади для оценки сохранности лесных культур. Их сохранность находится в зависимости от выполнения технологии создания, метеорологических условий и иных факторов, зачастую антропогенного происхождения, и неотделима от показателя приживаемости: если приживаемость менее определённого наименьшего предела (25 %), то лесные культуры признаются утраченными и подлежат списанию.

Цель работы. На примере Оренбургской области апробировать методику интегральной оценки искусственного лесовосстановления по материалам ведомственной отчётности.

² Постановление Правительства Российской Федерации от 18.07.2024 № 981 «Об утверждении критериев оценки эффективности деятельности органов государственной власти субъектов Российской Федерации по осуществлению переданных полномочий Российской Федерации в области лесных отношений» Номер опубликования: 0001202407190006. Дата опубликования: 19.07.2024.

³ О некоторых вопросах воспроизводства лесов в области лесовосстановления и лесоразведения: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 19 декабря 2016 года, № 80 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 13.01.2017, 8/31578.

Материалы и методы. В процессе исследований проанализирован достигнутый уровень искусственного лесовосстановления в Оренбургской области. В основу исследований положен анализ показателей сохранности лесных культур, заложенных с 1993 по 2023 год.

В ведомственной отчётности по воспроизводству лесов № 10-ЛХ «Сведения о переводе лесных культур в покрытые лесом земли», № 11-ОИП (годовая) «Сведения об отнесении земель, предназначенных для лесовосстановления, к землям, занятым лесными насаждениями» (далее – Формы отчётности) имеются следующие данные:

- площади ежегодно закладываемых лесных культур, га;

- площади списанных лесных культур (нарастающим итогом с момента посадки), далее – СЛК;

- площади земель с созданными лесными культурами, отнесённых к землям, занятым лесными насаждениями (нарастающим итогом с момента посадки), далее – ПЛК;

- площади земель с созданными лесными культурами, не занятые лесными насаждениями (площадь этой категории земель закономерно уменьшается за счёт соответствующего перехода в две другие категории), далее – НЛК.

На наш взгляд, последние три показателя, отнесённые в процентах к площади лесных культур соответствующего года закладки, представляют интерес для формирования проекта системы оценки достигнутых показателей качества заложенных лесных культур в начальный период их выращивания в лесном фонде Оренбургской области. В пользу учёта последнего показателя говорит то, что существует точка зрения, что площади земель с созданными лесными культурами, не занятые лесными насаждениями, не спешат на бумаге переводить в площадь,

покрытую лесом, и на самом деле могут быть использованы для сокрытия погибших культур, идущих под списание⁴ [8].

Для оценки достигнутых показателей качества заложенных лесных культур в начальный период их выращивания в лесном фонде Оренбургской области была проведена выборка данных по заложенным лесным культурам с разбивкой по годам из Форм отчётности за период с 2002 по 2023 год. Площадь ежегодно закладываемых лесных культур была принята за 100 % и структурно состоит из вышеуказанных составляющих – СЛК, ПЛК, НЛК.

В данном случае при оценке сохранности лесных культур мы имеем дело с разноплановостью сравниваемых данных, что затрудняет принятие управленческих решений. Поэтому, приходится обращаться к приёмам обработки информации, понижающим неопределённость [5]. Для преодоления указанных сложностей можно применить частную функцию желательности d , которая преобразует реальные значения (или экспертные оценки) в единую безразмерную числовую шкалу от 0 до 1, $d \in [0, 1]$. Обобщённая функция желательности D – это процесс объединения частных функций желательности в единый критерий, который позволяет оценить и сравнить различные объекты исследования с точки зрения их привлекательности или предпочтительности ($D \in [0, 1]$).

Для оценки достигнутых показателей качества заложенных лесных культур была применена специальная вербально-числовая шкала, разработанная Е. Харрингтоном, с соответствующей функцией желательности:

$$d = \exp[-\exp(-y)] \quad (1)$$

Она определяет функцию с двумя участками насыщения (в $d \rightarrow 0$ и $d \rightarrow 1$) и линейным участком (от $d = 0,2$ до $d = 0,63$).

⁴ В регионах лесные культуры гибнут быстрее, чем создаются [Электронный ресурс] // Первый лесопромышленный портал : [сайт]. [2012]. URL: <https://www.wood.ru/ru/lonewsid-41304.html> (дата обращения: 09.09.2024).

Используется в первую очередь в случаях, когда оценки имеют субъективный характер, в рамках экспертного оценивания. Данная шкала именуется психофизической, устанавливая соответствие меж-

ду лингвистическими оценками желательности значений показателя y' и числовыми интервалами частной функции желательности $d(i)$ (таблица 1). Она включает пять диапазонов на участке от 0 до 1.

Таблица 1 – Стандартные интервалы шкалы желательности Е. Харрингтона

Лингвистическая оценка	Интервалы значений функции желательности $d(i)$
Очень хорошо	1,00-0,80
Хорошо	0,80-0,63
Удовлетворительно	0,63-0,37
Плохо	0,37-0,20
Очень плохо	0,20-0,00

Конкретные параметры сравниваемых показателей распределяются в масштабе, отвечающем предъявляемым к ним требованиям, на отрезке эффективных значений шкалы. В дальнейшем эти показатели рассчитываются в отметки на шкале желательности [6]. Для построения обобщенной функции желательности D требуется провести преобразование выбранных показателей y' в безразмерную шкалу d . Вначале следует значения y' преобразовать в безразмерные критерии y по шкале абсцисс. Обычно применяются линейные и нелинейные преобразования [7]. Рассчитанное значение $d(i)$ для i -го параметра объединяется с остальными значениями для получения обобщенного коэффициента желательности D , вычисляемого по формуле

$$D = \sqrt[n]{d(1) * d(2) * \dots * d(n)}, \quad (2)$$

где n – число используемых показателей параметров сравнения для изучаемой системы.

Был проведен регрессионный анализ зависимости y и y' . С помощью аппроксимации мы определяем взаимосвязь между нормированными значениями переменных и величиной y . После этого мы подставляем найденную зависимость в уравнение (1).

Результаты и обсуждение. Ежегодно в лесном фонде Оренбургской области фиксируются потери площадей лесных культур, составляющие до нескольких десятков процентов от площади созданных в соответствующем году лесных культур.

Это, по сути, коэффициент полезного действия (оценка качества) и эффективности вложения финансовых средств для воспроизводства леса на данный период.

Для построения прогнозной модели зависимости удельной доли списанных лесных культур в зависимости от года посадки был использован метод регрессионного анализа, где в качестве зависимой переменной была использована величина СЛК, а в качестве независимой переменной – количество лет с момента посадки лесных культур (A):

$$\text{СЛК} = (2,77632 + 2,00469 * \ln(A))^2, \quad \text{при } R^2=63,4\% \quad (3)$$

Запланированное с региональным проектом «Сохранение лесов» (Оренбургская область) [8] планомерное увеличение ежегодных объемов работ по лесовосстановлению к 2024 году должно достигнуть 1500 га, в том числе 54,6% – это лесные культуры (819 га). Оно должно сопровождаться устранением либо минимизацией причин гибели лесных культур [9, 10], на которые возможно воздействие. В противном случае при сохранении сложившихся условий из 819 га планируемых к высадке в 2024 году лесных культур через 10 лет после посадки – по итогам 2033 года – может погибнуть и в дальнейшем быть списано 48,6±6,9% [41,7%; 55,5%] площадей лесных культур, заложенных в 2024 году, это от 341 до 454 га лесных культур. Подобные проблемы гибели и списания созданных лесных культур возникают и в Республике Бурятия [11]. По-

этому необходима адекватная оценка достигнутого уровня искусственного лесовосстановления применительно к условиям региона, для реализации которого была применена функция желательности.

Полученные по итогам вычислений связи частных функций желательности $d(i)$ от величин выбранных показателей по возрастам закладки лесных культур приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимости частных функций желательности $d(i)$ от значений выбранных показателей по возрастам закладки лесных культур

Возраст заложенных лесных культур	СЛК	ПЛК	НЛК
1	$d = \exp[-\exp(-1,70941 + 0,341883 \cdot \text{СЛК}_1)]$	-	$d = \exp[-\exp(43,3665 - 0,466639 \cdot \text{НЛК})]$
2	$d = \exp[-\exp(-1,19604 + 0,0710555 \cdot \text{СЛК}_2)]$	-	$d = \exp[-\exp(25,7143 - 0,285714 \cdot \text{НЛК})]$
3	$d = \exp[-\exp(-3,38301 + 0,12512 \cdot \text{СЛК}_3)]$	-	$d = \exp[-\exp(9,12133 - 0,125546 \cdot \text{НЛК})]$
4	$d = \exp[-\exp(-3,20313 + 0,116903 \cdot \text{СЛК}_4)]$	-	$d = \exp[-\exp(8,58752 - 0,118198 \cdot \text{НЛК})]$
5	$d = \exp[-\exp(-2,15552 + 0,0630517 \cdot \text{СЛК}_5)]$	$d = \exp[-\exp(1,58829 - 0,23771 \cdot \text{ПЛК}_5)]$	$d = \exp[-\exp(-12,5581 + 0,155039 \cdot \text{НЛК}_5)]$
6	$d = \exp[-\exp(-2,19306 + 0,0633069 \cdot \text{СЛК}_6)]$	$d = \exp[-\exp(1,33333 - 0,111111 \cdot \text{ПЛК}_6)]$	$d = \exp[-\exp(-5 + 0,1 \cdot \text{НЛК}_6)]$
7	$d = \exp[-\exp(-3,71731 + 0,1 \cdot \text{СЛК}_7)]$	$d = \exp[-\exp(1,26643 - 0,0486993 \cdot \text{ПЛК}_7)]$	$d = \exp[-\exp(-2,11287 + 0,0573808 \cdot \text{НЛК}_7)]$
8	$d = \exp[-\exp(-2,98071 + 0,0720841 \cdot \text{СЛК}_8)]$	$d = \exp[-\exp(1,5324 - 0,0439669 \cdot \text{ПЛК}_8)]$	$d = \exp[-\exp(-3,05392 + 0,12837 \cdot \text{НЛК}_8)]$
9	$d = \exp[-\exp(-2,99576 + 0,0712185 \cdot \text{СЛК}_9)]$	$d = \exp[-\exp(1,95363 - 0,0467371 \cdot \text{ПЛК}_9)]$	$d = \exp[-\exp(-3,76471 + 0,235294 \cdot \text{НЛК}_9)]$
10	$d = \exp[-\exp(-3,02739 + 0,0713239 \cdot \text{СЛК}_{10})]$	$d = \exp[-\exp(3,25114 - 0,0708523 \cdot \text{ПЛК}_{10})]$	$d = \exp[-\exp(-1,74983 + 0,149966 \cdot \text{НЛК}_{10})]$

Имея отчётные данные по вышеуказанным показателям для определённого года, можно по уравнениям в таблице 2 найти величины функции желательности по формуле (1). После этого мы имеем набор частных значений d_i показателей для рассматриваемых возрастов лесных культур (одного года закладки). Для возрастного периода 1-4 года было принято решение учитывать только показатели списания лесных культур и площади земель с созданными лесными культурами, не занятые лесными насаждениями, в возрасте 5-10 лет учитывались все три показателя.

В дальнейшем, в соответствии с формулой (2), происходит свёртка частных значений (преобразованных показателей) в каждом из рассматриваемых возрастов (таблица 3).

Таким образом, мы получили частные результаты функции желательности по каждому показателю, представленные в числовом значении, интерпретируемые согласно лингвистической шкале.

В качестве примера, рассматривая значение обобщённого показателя D в таблице 3 и сравнивая с поддиапазонами шкалы желательности, можно сказать, достигнутое качество заложенных лесных культур, заложенных в 2014 году, имеет оценку «очень плохо», начиная с возраста 6 лет и до 10-летнего возраста – низкие относительные показатели площадей переведённых лесных культур вкуче с высокими относительными значениями несомкнувшихся лесных культур, превышающими граничные значения, заданные экспертным путём.

Это может свидетельствовать о недо-

Таблица 3 – Частные функции желательности и обобщенные показатели комплексной оценки достигнутых показателей качества лесных культур, заложенных в 2014 году, в начальный период их выращивания в лесном фонде Оренбургской области

Возр аст	Частные оценочные показатели						Обобщенный показатель D	Качественная оценка обобщенного показателя
	СЛК	d_1	ПЛК	d_2	НЛК	d_3		
1	4,57	0,4219	н/п	н/п	95,43	0,7321	0,5558	Удовлетворительно
2	7,64	0,5944	н/п	н/п	92,36	0,6011	0,5977	Удовлетворительно
3	17,82	0,7293	н/п	н/п	82,18	0,7389	0,7341	Хорошо
4	19,08	0,6851	н/п	н/п	80,92	0,6863	0,6857	Хорошо
5	34,95	0,3501	4,72	0,2029	60,33	0,9602	0,4086	Удовлетворительно
6	35,48	0,3484	5,03	0,1143	59,49	0,0755	0,1444	Очень плохо
7	37,44	0,3579	7,77	0,0880	54,79	0,0606	0,1240	Очень плохо
8	38,36	0,4467	10,70	0,0555	50,94	0,0000	0,0000	Очень плохо
9	38,78	0,4533	22,25	0,0826	38,98	0,0000	0,0000	Очень плохо
10	38,77	0,4634	22,77	0,0058	38,46	0,0000	0,0000	Очень плохо

Примечание: н/п – не применяется

статочности соответствующих мероприятий, направленных на повышение относительной доли переводов лесных культур, при одновременном снижении доли спиленных лесных культур и несомкнувшихся лесных культур, осуществлённых для лесных культур, заложенных в указанном году.

Заключение. Применение преобразованной функции Харрингтона для оценки достигнутых показателей качества заложенных лесных культур позволяет отра-

зить результат в виде единого числового значения с лингвистической оценкой. Таким образом, этим подходом дополняется оценка показателей качества заложенных лесных культур, достигнутых в начальный период их выращивания в лесном фонде, а также решается важнейший вопрос оценки искусственного воспроизводства лесов в конкретном субъекте Российской Федерации.

Список источников

1. Доронин М.С. Воспроизводство лесов как основа интенсивного лесного хозяйства: региональные аспекты // Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6, № 2 (22). С. 7-15. EDN: TWDCNK. doi: 10.12737/19948.
2. Кулакова Е.Н., Чернышов М.П., Дегтярева С.И. Совершенствование нормативно-правового и научно-методического обеспечения воспроизводства лесов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2016. Т. 20. № 2. С. 106-111. EDN: VYUIVF
3. Краснощеков В.Н., Ольгаренко Д.Г. Оценка эффективности реализации национального проекта «Экология» // Природообустройство. 2019 (2). 6-12. doi: 10.34677/1997-6011/2019-2-6-12.
4. Огиевский В.В. Особенности искусственного лесовосстановления в лесной зоне Сибири // Лесное хозяйство. 1977. № 10. С. 36-38.
5. Новосельцева А.И. Критерии оценки лесоводственной эффективности и достигнутого уровня воспроизводства лесов // Лесное хозяйство. 2006. № 3. С. 28-31. EDN: HTOIZL.
6. Мартынюк А.А. О концептуальных подходах к новой редакции Лесного кодекса Российской Федерации [Электронный ресурс] // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. 2020. № 2. С. 5-24. URL: <http://hi.vniilm.ru/>. doi 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.01.
7. Реконструкция малоценных лесных насаждений в Республике Беларусь: состояние и проблемы / А.М. Потапенко, М.С. Лазарева, К.М. Сторожишина [и др.], // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 55–62. doi: 10.18698/2542-1468-2021-6-55-62.
8. Зарубина Л.В., Рогозин В.Ю., Итешин Н.М. Причины изменения площади земель, на которых расположены леса // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 66–74. doi: 10.51318/FRET.2023.88.1.006.
9. Пономарев А.В., Власова Л.В., Перегон И.В. Использование функций желательности при принятии управленческих решений в минерально-сырьевом комплексе // Известия Уральского государственного горного университета. 2020. № 2 (58). С. 223-229. EDN: DPWKZC. doi 10.21440/2307-2091-2020-2-223-229.
10. Пичкалев А.В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа

технических средств // Исследования наукограда. 2012. № 1(1). С. 25-28. EDN PAPBUD.

11. Шуметов В.Г. О преобразовании социально-экономических показателей в безразмерные индексы в задачах математического моделирования // Среднерусский вестник общественных наук. 2014. №4 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-preobrazovanii-sotsialnoekonomicheskikh-pokazateley-v-bezrazmernye-indeksy-v-zadachah-matematicheskogo-modelirovaniya> (дата обращения: 05.09.2024).

12. Паспорт регионального проекта “Сохранение лесов” от 31.01.2024 // Сайт Министерства природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области. URL: https://mpr.orb.ru/upload/uf/5f1/Pasport-RP-Sokhranenie-lesov_redaktsiya-ot-28.02.2023_.pdf (дата обращения: 13.09.2024).

13. Особенности возникновения и динамика болезней леса в Оренбургской области / А.В. Кубасов, Г.Т. Бастаева, А.И. Колтунова [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2023. № 1(70). С. 91-102. EDN: AGCWYU. doi 10.34655/bgsha.2023.70.1.012.

14. Bastaeva G.T., Lyavdanskaya O.A., Koltunova A.I., Kubasov A.V., Smirnov M.S. Peculiarities of reproduction and dynamics of forests in the southern cis-Urals. // Ensuring sustainable development in the context of agriculture, energy, ecology and earth science (ESDCA-III-2023) (IOP Conference Series: Earth and Environmental Science). III Int. Sci. and Pract. Conf. Bristol, 2023. С. 12012.

15. Рыморев М.В., Алтаев А.А. Лесовосстановление в Республике Бурятия // Современные технологии в агрономии, лесном хозяйстве и приемы регулирования плодородия почв : материалы международной научно-практической конференции, Улан-Удэ, 09 июня 2017 года. Улан-Удэ: Издательство БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2017. С. 108-112. EDN: YOUWAQ.

References

1. Doronin M.S. Reproduction of forest as a basis for intensive forest management: regional aspects. *Forestry engineering journal*. 2016;Vol.6.No.2(22):7-15 (In Russ.). doi: 10.12737/19948

2. Kulakova E.N., Chernyshov M.P., Degtyareva S.I. Improvement of regulatory and scientific and methodological support for forest reproduction. *Bulletin of the Moscow State University of Forests - Lesnoy Vestnik*. 2016;Vol.20.No2:106-111 (In Russ.).

3. Krasnoshchekov V.N., Olgarenko D.G. Evaluation of the effectiveness of the national project “Ecology”. *Environmental management*. 2019;2:6-12. doi: 10.34677/1997-6011/2019-2-6-12 .

4. Ogievsky V.V. Features of artificial reforestation in the forest zone of Siberia. *Lesovedenie*. 1977;10:36-38 (In Russ.).

5. Novoseltseva A.I. Criteria for assessing forestry efficiency and the achieved level of forest reproduction. *Lesovedenie*. 2006;3:28-31.

6. Martynyuk A.A. On conceptual approaches to the new edition of the Forest Code of the Russian Federation. *Logging operations. inform. : electron. Network Journal*, 2020;2:5-24. URL: <http://hi.vniilm.ru/>. doi 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.01.

7. Potapenko M.M., Lazareva M.S., Storozhishina K.M. [et al.] Reconstruction of low-value forest plantations in the Republic of Belarus: status and problems. *Lesnoy Vestnik=Forest Bulletin*. 2021;Vol.25.No6:55-62 (In Russ.). doi: 10.18698/2542-1468-2021-6-55-62.

8. Zarubina L.V., Rogozin V.H., Iteshin N.M. The reasons for the change in the area of land on which forests are located. *Forests of Russia and economy in them*. 2024;1(88):66-74 (In Russ.). doi: 10.51318/FRET.2023.88.1.006.

9. Ponomarev A.V., Vlasova L.V., Peregon I.V. The use of desirability functions in making managerial decisions in the mineral resource complex. *Izvestia of the Ural State Mining University*. 2020;2(58):223-229 (In Russ.). doi: 10.21440/2307-2091-2020-2-223-229.

10. Pichkalev A.V. Generalized Harrington desirability function for comparative analysis of technical means. *Research of science city*. 2012;1(1):25-28 (In Russ.).

11. Shumetov V.G. On the transformation of socio-economic indicators into dimensionless indices in mathematical modeling problems. *Central Russian Bulletin of Social Sciences*. 2014;4(34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-preobrazovanii-sotsialnoekonomicheskikh-pokazateley-v-bezrazmernye-indeksy-v-zadachah-matematicheskogo-modelirovaniya> (date of application: 09/05/2024).

12. Passport of the regional project “Forest Conservation” dated 01/31/2024 Website of Ministry of Natural Resources, Ecology and Property Relations of the Orenburg region. URL: https://mpr.orb.ru/upload/uf/5f1/Pasport-RP-Sokhranenie-lesov_redaktsiya-ot-28.02.2023_.pdf (date of request: 09/13/2024).

13. Kubasov A.V., Bastaeva G.T., Koltunova A.I. [et al.] Features of the occurrence and dynamics of forest diseases in the Orenburg region. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov*. 2023;1(70):91-102 (In Russ.). doi 10.34655/bgsha.2023.70.1.012.

14. Bastaeva G.T., Lyavdanskaya O.A., Koltunova A.I., Kubasov A.V., Smirnov M.S. Peculiarities of reproduction and dynamics of forests in the southern cis-Urals. *Ensuring sustainable development in the context of agriculture, energy, ecology and earth science (ESDCA-III-2023) (IOP Conference Series: Earth and Environmental Science)*. III Int. Sci. and Pract. Conf. Bristol, 2023. P. 12012.

15. Rymorev M.V., Altaev A.A. Reforestation in the Republic of Buryatia. *Modern technologies in agronomy, forestry and methods of soil fertility regulation* : Proc. of Int. Sci. and Pract. Conf. Ulan-Ude, June 09 2017. Ulan-Ude: Publishing House of the BSAA after V.R. Philippov, 2017. Pp. 108-112 (In Russ.).

Информация об авторах

Жанна Владимировна Танкова – аспирант кафедры лесоводства и лесопаркового хозяйства, tankovazhv@yandex.ru;

Денис Александрович Танков – доцент кафедры лесоводства и лесопаркового хозяйства, den-tankov@yandex.ru;

Анатолий Александрович Танков – доцент кафедры лесоводства и лесопаркового хозяйства, drewolaz@mail.ru;

Галия Танамовна Бастаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства и лесопаркового хозяйства, oren78@mail.ru;

Александр Архипович Алтаев – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории агролесомелиорации и природных рисков, altaev@mail.ru.

Information about the authors

Zhanna V. Tankova – Postgraduate student, Chair of Forestry and Forest Park Management, tankovazhv@yandex.ru;

Denis A. Tankov – Associate Professor, Chair of Forestry and Forest Park Management, den-tankov@yandex.ru;

Anatoly A. Tankov – Associate Professor, Chair of Forestry and Forest Park Management, drewolaz@mail.ru;

Galiya T. Bastaeva – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Forestry and Forest Park Management, oren78@mail.ru;

Alexander A. Altaev – Candidate of Science (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Agroforestry and Natural Risks, altaev@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 25.09.2024; одобрена после рецензирования 18.10.2024; принята к публикации 12.11.2024.

The article was submitted 25.09.2024; approved after reviewing 18.10.2024; accepted for publication 12.11.2024.