


Оригинальная статья

DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.4/4>

УДК 630*232



О лучших геоэкотипах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для искусственного лесовосстановления

Мария И. Михайлова¹✉, schaxina.mary@yandex.ru  <https://orcid.org/0000-0003-4767-8233>

Михаил П. Чернышов¹, lestaks53@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0001-6360-1135>

Сергей В. Ребко², rebko@belstu.by  <https://orcid.org/0000-0002-6892-2859>

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация

²Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь

Основой для корректировки ранее установленных границ лесосеменных районов для лесобразующих пород служат результаты изучения состояния, напряженности роста и продуктивности их потомств в виде лесных географических культур, которые создавались в 1960-1970-х годах в разных регионах СССР. Лучшие геоэкотипы выявляются путем сравнения морфометрических параметров, достигнутых испытываемыми географическими потомствами к возрасту «приспевания», либо на основе многофакторного анализа при комплексной их оценке по совокупности критериев. В 2018-2021-х годах с целью выявления и отбора лучших геоэкотипов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), перемещенных в Центральное Черноземье (Воронежская область), по потенциальной хозяйственной пригодности для устойчивого воспроизводства лесов в Европейской части РФ проведены комплексные исследования в 59-61-летних древостоях, являющихся семенными потомствами разных лесостепных и степных геоэкотипов. На 32 пробных площадях по единой методике по 12 оценочным критериям были определены перспективные, средне- и неперспективные геоэкотипы сосны *P. sylvestris*. Достоверно установлено, что среди 18-ти изученных лесостепных экотипов лучшими являются только четыре. Для внедрения их в лесокультурное производство нужно оптимизировать логистику заготовки семян лучших экотипов, выращивание из них стандартного посадочного материала и его посадку в соответствующих лесорастительных условиях. Согласно прогнозам, использование семян и посадочного материала селекционно лучших геоэкотипов *P. sylvestris* в будущем обеспечит прирастающий во времени накопительный лесоводственно-хозяйственный эффект и высокую экономическую эффективность в ходе реализации планов по устойчивому воспроизводству лесов в Европейской части РФ.

Ключевые слова: сосна обыкновенная; *Pinus sylvestris* L., культуры лесные географические; комплексная оценка; состояние, рост и продуктивность; лучшие лесостепные и степные экотипы; рейтинг перспективности.

Финансирование: данное исследование не получало внешнего финансирования.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.


Благодарности: авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.


Для цитирования: Михайлова М. И. О лучших геоэкотипах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для искусственного лесовосстановления / М. И. Михайлова, М. П. Чернышов, С. В. Ребко // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 4 (52). – Ч. 1. – С. 58–71. – Библиогр.: с. 68–71 (20 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.4/4>.

Поступила 14.11.2023. Пересмотрена 04.12.2023. Принята 05.12.2023. Опубликовано онлайн 29.12.2023.

Article

About the best geocotypes of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for artificial reforestation

Maria I. Mikhailova¹✉, schaxina.mary@yandex.ru  <https://orcid.org/0000-0003-4767-8233>

Mikhail P. Chernyshov¹, lestaks53@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0001-6360-1135>

Siarhei U. Rabko², rebko@belstu.by  <https://orcid.org/0000-0002-6892-2859>

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russian Federation

²Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a, Minsk, 220006, Republic of Belarus

Abstract

The basis for adjusting the previously established boundaries of forest seed areas for forest-forming species are the results of studying the condition, growth intensity and productivity of their offspring in the form of forest geographical crops, which were created in the 60-70s of the XX century in different regions of the USSR. The best geocotypes are identified by comparing the morphometric parameters achieved by the test geographical offspring by the age of “ripening”, or on the basis of multifactor analysis with their comprehensive assessment based on a set of criteria. In 2018-2021 In order to identify and select the best geocotypes of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), moved to the Central Black Earth Region (Voronezh region), based on their potential economic suitability for sustainable forest reproduction in the European part of the Russian Federation, comprehensive studies were carried out in 59-61-year-old tree stands that are seed trees offspring of different forest-steppe and steppe geocotypes. On 32 trial plots, promising, medium and unpromising *P. sylvestris* geocotypes were determined using a unified methodology and 12 evaluation criteria. It has been reliably established that among the 18 forest-steppe ecotypes studied, only 4 are the best. To introduce them into silviculture production, it is necessary to optimize the logistics of procuring seeds of the best ecotypes, growing standard planting material from them and planting them in appropriate forest conditions. According to forecasts, the use of seeds and planting material, identified selectively the best geocotypes of *P. sylvestris* during the implementation of plans for the sustainable reproduction of future forests in the European part of the Russian Federation, will provide an accumulative silvicultural and economic effect that grows over time and high economic efficiency.

Keywords: Scots pine; *Pinus sylvestris* L., geographical forest crops; comprehensive assessment; condition, growth and productivity; the best forest-steppe and steppe ecotypes; prospect rating.

Funding: this study did not receive external funding.

Acknowledgments: authors thank the reviewers for their contribution to the peer review.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Mikhailova M. I., Chernyshov M. P., Rabko S. U. (2023). About the best geocotypes of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for artificial reforestation. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering journal], Vol. 13, No. 4 (52), part 1, pp. 58-71 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.4/4>.

Received 14.11.2023. **Revised** 04.12.2023. **Accepted** 05.12.2023. **Published online** 29.12.2023

Введение

В разных регионах СССР в середине XX века по единой методике была с целью обоснова-

ния и установления границ лесосеменных районов главных лесобразующих пород (сосна, дуб, ель, пихта, лиственница) создана обширная сеть лесных географиче-

ческих культур. В то время приоритетной задачей создания широко разветвленной плановой государственной сети географических культур главных древесных пород являлось изучение, выявление и отбор среди них лучших по параметрам семенных потомств от разных материнских насаждений, произрастающих в территориально разноудаленных георегионах, где исторически в ходе эволюции сформировались определенные клима- и экотипы. В связи с этим сохранившиеся сегодня географические культуры – это не только научно-практическая основа действующего лесосеменного районирования, но и одновременно уникальная база для селекции хозяйственно-ценных видов [1]. Ныне приоритеты изменились. Ими стали улучшение качества, состояния и породного состава создаваемых лесов будущего, а также повышение продуктивности, устойчивости и биоразнообразия существующих лесов. Научкой доказано, что, изучая потомства разных экотипов в географических культурах с многофакторной оценкой их по комплексу био-, дендро- и морфометрических признаков, можно выявить лучшие геопопуляции для их дальнейшего широкого использования при лесовосстановлении по лесорастительным зонам страны РФ [1, 2, 3].

В разные годы XX века в Воронежской области были созданы географические культуры: лиственницы сибирской (*Larix sibirica* LEDEB.) профессором Дерюжкиным Р.И., дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) профессором Шутяевым А.М., сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) профессором Вересиним М.М., березы повислой (*Betula pendula* ROTM) – профессором Поповым В.К. В Беларуси были созданы географические культуры *P. sylvestris* L. (1959 г.) и ели европейской (*Picea abies* (L.) H.KARST.) (1961 г.) под руководством доцента Манцевича Е.Д. [4-6]. Аналогичные работы и исследования проводились и за рубежом [6-8].

Исследования проводились в Воронежской области в 59-61-летних геокультурах *P. sylvestris* L. на лесокультурном полигоне «Ступинское поле» (рис. 1). Сеянцы были выращены из

семян урожая 1956 г. в местном питомнике и характеризуют разные гео-, и экопроисхождения в бывшем СССР [9, 10, 20].



Рисунок 1. Древо stand на ВПП №8-18

Figure 1. Tree stand on runway №8-18

Источник: собственная композиция авторов
Source: the authors' own photo.

С 1998 г. полигон имеет особый правовой статус: «памятник природы областного значения». К 2023 г. биологический возраст деревьев достиг 66 лет, а возраст географических культур – 64 лет.

Большинство видов рода сосен (*Pinus* L.), в том числе и сосна обыкновенная (*P. sylvestris* L.), из-за разнообразия их форм относятся к гетерогенным. Их морфологические признаки являются достаточно изменчивыми.

Предыдущие исследования показали, что часть главных компонентов или отдельные морфологические признаки не обеспечивают объективную оценку популяционной структуры и внутривидовой изменчивости геокультур [3, 12-14]. Так возникла острая потребность в комплексной их оценке на этапе приспевания по совокупности генетически обусловленных признаков, которые бы объективно отражали их текущее состояние, устойчивость и продуктивность, напряженность роста в новых по сравнению с материнскими насаждениями условиях произрастания.

Цель исследований – изучить и выявить на полигоне «Ступинское поле», включающем 245 блоков, лучшие среди лесостепных и степных экотипов потомства *P. sylvestris* на основе оценки их по 12 количественно-качественным признакам.

Материалы и методы исследования

Объект и предмет исследования

Объектом исследований служили 59-61-летние географические культуры сосны обыкновенной на полигоне «Ступинское поле», а предметом - их состояние, рост, продуктивность, селекционная и хозяйственная ценность.

Для достижения намеченной цели решали следующие задачи:

Дизайн эксперимента

Заложили на лесокультурном полигоне (51° 57' 33.5425" N, 39° 24' 26.7813" E) по единой методике [13]. в древостоях, сформировавшихся в условиях естественного отбора (без рубок ухода), серии равновеликих по размеру временных пробных площадей (ВПП).

Выполнили на ВПП сплошные перечеты деревьев по принятой в лесной таксации методике с измерением диаметров на высотах 0,0 м и 1,3 м с точностью 0,1 см вдоль и поперек их рядов. Выявили характер распределения деревьев по ступеням толщины и строения древостоев по диаметру;

Выполнили качественную, лесоводственно-хозяйственную и селекционную оценку деревьев степных и лесостепных экотипов сосны с выявлением по комплексу наиболее значимых признаков самых перспективных среди них для устойчиво-расширенного искусственного лесовосстановления в европейской части РФ.

Сравнили по экотипам ряды распределения деревьев по хозяйственно-технической годности и селекционной ценности (лучшие, нормальные, минусовые).

Изучили продуктивность и рост деревьев и древостоев степных и лесостепных экотипов *P. sylvestris*.

Оценили санитарное состояние деревьев по основным диагностическим признакам хвои, по величине текущего прироста побегов, по форме и разреженности крон, по наличию повреждений стволов, с распределением их на шесть категорий состояния согласно шкале «Правил санитарной безопасности в лесах» (утв. приказом Минприроды России от 20 мая 2017 г. № 607).

Анализ данных

Данные обмеров деревьев и оценка их состояния на 32 ВПП выполнены по действующим методикам и нормативам с использованием методов вариационной статистики и программы Microsoft Excel 2016.

Разработали квалиметрическую шкалу по комплексу оцениваемых критериев и определили ранги перспективности экотипов *P. sylvestris* для их применения при лесовосстановлении (табл. 1).

Выявили лучшие экотипы *P. sylvestris* на основе оценки их потомств по 12 критериям роста (табл. 1).

Таблица 1

Квалиметрическая шкала для оценки уровней рейтинга экотипов *P. sylvestris* L. в географических культурах

Table 1

Qualimetric scale for assessing the rating levels of *P. sylvestris* L. ecotypes in geographical cultures

Признаки для оценки уровня рейтинга лесных культур Signs for assessing the level of rating of forest crops	Изменения величин признаков древостоев лесных культур Changes in the values of characteristics of forest stands					
	Абсолютные величины признака Absolute characteristic values		Шаг между рангами Step between ranks	Значения величин признаков по уровням рейтинга, от до		
	Миним. Min.	Максим. Max.		низкий low	средний average	высокий high
Средняя высота культур, м Average height of crops, m	16,5	27,2	4,0	16-20	20,1-24	24,1-28
Бонитет, (класс по шкале М.М. Орлова) Bonus, (class on the scale of M.M. Orlov)	II	Iб	I	II и ниже II and below	I	Ia и выше Ia and above

Природопользование

Средний прирост культур по высоте, м Average growth of crops in height, m	0,27	0,48	0,07	0,27-0,33	0,34-0,40	0,41-0,48
Полнота (относительная), ед. Completeness (relative), units.	0,3	1,2	0,3	0,3- 0,59	0,6-0,89	0,9-1,2
Сохранность деревьев, % Tree preservation, %	2,5	10,2	3,0	2-5,0	5,1-8,0	8,1-11,0
Коэффициент напряженности роста культур по H/D Growth tense coefficient of crop by H/D	0,730	1,164	0,15	0,71-0,85	0,86-1,01	1,02-1,165
Средний диаметр культур (D), см Average diameter of crops (D), cm	19,8	30,9	3,5	19,0-23,8	23,9-27,4	27,5-31,0
Прирост по диаметру (средний), см Increase in diameter (average), cm	0,32	0,51	0,06	0,30-0,36	0,37-0,4	0,41-0,52
Запас сырорастающей древесины, м ³ /га Raw-growing wood stock, m ³ /ha	79	583	200	менее 200	201-400-	более 401
Средний прирост культур по запасу, м ³ /га Average crop growth by stock, m ³ /ha	1,3	9,56	3,0	3,0 и менее	3,1-7,0	более 7,1
Селекционная оценка культур, балл Selection evaluation of crops, score	1,75	2,06	0,1	1,70-1,79	1,8-1,89	1,9-2,06
Санитарное состояние культур, балл Sanitary condition of crops, score	1,2	2,6	0,5	более 2,0	1,5-2,0	менее 1,5
Сумма баллов Sum of points				16-39	40-49	50 и более

Источник: собственные вычисления авторов

Source: authors' own calculations

По окончании вегетационных периодов 2018, 2019 и 2020 гг. в географических культурах на полигоне были заложены 18 ВПП в лесостепных экотипах и 14 ВПП – в степных экотипах [12, 16, 17]. Всего было заложено 32 ВПП, где у деревьев измерили мерной вилкой (АДС-Лаб, точность 1 мм) диаметры на высоте 0,0 м и 1,3 м от уровня почвы, а также оценены по типовой методике [12] их состояние, селекционная ценность и хозяйственная годность.

При разработке матрицы оценочной шкалы на основе выявленных реальных количественных различий между минимальными и максимальными значениями у 12 оцениваемых признаков всей совокупности древостоев лесостепных и степных экотипов на 32 ВПП было установлено, что оптимальное число уровней рангов для каждого признака в рейтинге должно быть не менее трех штук. Для этого разницу между максимальными и минимальными

значениями каждого признака поделили на три равных части и определили разделительные границы трех рангов и интервалы между ними, с выделением трех статусных групп рейтинга, а именно: низкий, средний и высокий. Такой методический подход обоснования шкалы оценки позволил обеспечить как достоверность, так и объективность сравнения величин применяемых признаков в установлении рейтинга древостоев разных экотипов *P. sylvestris*, а также при определении их средневзвешенного рейтинга по совокупности всех 12-ти признаков. Вместе с тем, предстоит дополнительно установить «вес» каждого из 12-ти признаков, рассчитать поправочные коэффициенты к ним и определить их иерархическую структуру.

Теоретически, согласно предложенной шкале, максимальная сумма баллов по совокупности 12-ти признаков оценки для экотипов с высоким

уровнем рейтинга должно составить 50 баллов и более, у экотипов со средним рейтингом – 40-49 баллов и с низким – менее 40 баллов. При необходимости, в том числе из-за возможных более весомых с возрастом геокультур различий фактических минимальных и максимальных величин признаков оценки других геоэкотипов), в предложенную нами 3-ранговую шкалу оценки экотипов можно добавить промежуточные статусные группы рейтинга, например, очень высокий и очень низкий.

Текущая лесотаксационная характеристика потомств лесостепных и степных экотипов сосны, установленная при камеральной обработке данных 32 ВПП, представлена в работах [12, 16, 17]. В них отражены специфические лесоводственные особенности структурных накопительных и деструктивных процессов, произошедших в разных геоэкотипах *P. sylvestris* как на уровне вида, так и на уровне микропопуляций, которые свидетельствуют о разных по величине уровнях изменчивости хода роста семенных потомств тех или иных экотипов.

Результаты и их обсуждение

Термин «экотип» в применении к изучаемым географическим лесным культурам трактуется нами как: «Экотип – это микропопуляция или совокупность деревьев одного вида известного географического происхождения, растущая на определенном лесном участке с однородными лесорастительными условиями».

В основе семеноводства *P. sylvestris*, в том числе и популяционного, лежит групповой и массовый отбор лучших особей или их групп с оценкой перспектив использования отобранных популяций и экотипов на практике. Исходя из этого научный интерес в решении текущих задач лесного семеноводства на практике представляют собой новейшие знания по изменчивости наследственно (или генетически) предопределенных качественных и количественных показателей и признаков вида в той или иной геопопуляции. По мнению П.Г. Мельника и др. [18, 19] к числу таких признаков относятся: качество и урожайность семян *P. sylvestris*, качество стволов деревьев и технические свойства древесины, устойчивость к разным факторам среды, продуктивность биомассы и др. При анализе всех упомянутых выше показателей важно, чтобы сравниваемые экотипы

произрастали в одинаковых типах лесорастительных условий. Этому важному и непреложному научно-методическому требованию полностью соответствуют исследуемые нами геокультуры *P. sylvestris*.

Характеристики основных количественных и качественных признаков геокультур сосны на ВПП [12, 13, 16, 17] позволяют выделить следующие их специфические лесоводственные особенности.

Во-первых, разная сохранность деревьев к 65 годам из-за начально чрезмерной перегущенности культур при их создании ($\approx 13,0$ тыс. семян/га). До и после смыкания культуры формировались в ходе естественного отбора (лесоводственные уходы не проводили, удаляли лишь усохшие деревья).

Во-вторых, установлено, что к 59-61-летнему возрасту в семенных потомствах лесостепных экотипов, занимающих аналогичные со степными экотипами условия местопроизрастания, максимальной сохранность деревьев составила 3,5 % (Хреновской из Воронежской обл.) и 0,2 % (Б. Сталинский из Курской обл.). Соответственно сохранность деревьев в степных экотипах равна 7,5 % (Б. Михайловский из Днепропетровской обл.) и 2,5 % (Рахинский из Волгоградской обл.).

В-третьих, для величин морфометрических признаков древостоев лесостепных и степных экотипов *P. sylvestris* в геокультурах характерно достаточно высокое их варьирование. Так, в лесостепных экотипах средние приросты деревьев по диаметру на 1,3 м от поверхности почвы в абсолютных величинах составили 0,15-0,50 мм, а в степных экотипах – диапазон уже - 0,32-0,51 мм. Статистически различия в приростах ощутимые.

В-четвертых, сложившаяся в оценке текущего санитарного состояния семенных потомств групп лесостепных и степных экотипов *P. sylvestris* ситуация неоднозначна. Так, баллы оценки состояния первых превосходят баллы у вторых. Для лесостепных экотипов средний балл санитарного состояния равен 1,5 (варьируя от 1,2 до 2,2 балла), а для степных – 1,8 балла (варьируя от 1,2 до 2,6 балла).

В-пятых, на 32-х ВПП в геоэкотипах *P. sylvestris* встречались древостои Ia, I и II классов бонитета, но в разных сочетаниях. Установлено, что на 1-ной ВПП у лесостепных экотипов потомства растут

по Ib классу бонитета, на 15-ти – по Ia классу и на 2-х – по I классу бонитета. У степных экотипов потомства на 4-х ВПП характеризуются Ia классом, на 6-ти – I, на 4-х – II классом бонитета.

В-шестых, у лесостепных экотипов абсолютные величины средних высот меняются от 21,9 до 27,2 м, а средние приросты по высоте – от 0,32 м до 0,46 м. Относительная полнота варьирует от 0,6 до 1,2 единиц. В степных экотипах на 14-ти ВПП средняя высота древостоев колеблется от 16,5 до 25,3 м, средний прирост по высоте – от 0,27 до 0,48 м, относительная полнота – от 0,3 до 1,2 ед.

В-седьмых, выявленные различия абсолютных величин главных морфометрических показателей комплексной оценки древостоев лесостепных и

степных экотипов, переходящих с возрастом в стадию их «приспеивания», а также их изменчивость обусловили разные перспективы их использования при организации и осуществлении искусственного лесовосстановления в Европейской части РФ.

В табл. 2 показаны суммарные рейтинги первого поколения семенных потомств 18-ти лесостепных и 14-ти степных экотипов *P. sylvestris* по совокупности 12-ти главных оценочных признаков, характеризующих их потенциал и перспективность использования при осуществлении искусственного лесовосстановления при создании лесов будущего.

Таблица 2

Сравнительный рейтинг перспективности разных экотипов сосны обыкновенной (*P. sylvestris* L.) в геокультурах по комплексу оценочных признаков

Table 2

Comparative rating of the prospects of different ecotypes of Scots pine (*P. sylvestris* L.) in geographical forest cultures by a set of evaluation features

№ВПП и год их закладки Runway and the year they were laid	№ блока экотипа на полигоне No. of ecotype block at the land-fill	Места заготовки семян экотипов <i>P. sylvestris</i> L. (область, лесхоз, лесничество бывшего СССР на 1.01.1957 г.) Places of harvesting seeds of <i>P. sylvestris</i> L. ecotypes (region, forestry, forestry of the former USSR on 01.01.1957)	Рейтинг перспективности экотипов для искусственного лесовосстановления (сумма баллов по убыванию) Rating of the prospects of ecotypes for artificial reforestation (the sum of points in descending order)		
			высокий high	средний average	низкий low
Семенные потомства лесостепных экотипов Seed progeny of forest-steppe ecotypes					
14-19	82	Орловская обл., Сталинское л-во Orel region, Stalinist l-vo	56 (●+++)	-	-
4-18	75	Липецкая обл., Колодезское л-во Lipetsk region, Kolodezskoe l-vo	54 (●++)	-	-
5-20	76	Липецкая обл., Балашовское л-во Lipetsk region, Balashovskoe l-vo	52 (●++)	-	-
7-20	68	Белгородская обл., Уразовское л-во Belgorod region, Urazovskoe l-vo	52 (●++)	-	-
9-18	70	Курская обл., Б. Сталинское л-во Kursk region, B. Stalinskoe l-vo	52 (●++)	-	-
10-18	185	Брянская обл., Краснослободское л-во Bryansk region, Krasnoslobodskoe l-vo	52 (●++)	-	-
2-18	74	Воронежская обл., Бычковское л-во Voronezh region, Bychkovskoe l-vo	50 (●+)	-	-
16-20	60	Черкасская обл., Совиевское л-во Cherkasy region, Sofiyivskoe l-vo	50 (●+)	-	-
18-20	64	Сумская обл., Грузское л-во Sumy region, Georgian l-vo	50 (●+)	-	-

Природопользование

№ВПП и год их закладки Runway and the year they were laid	№ блока экотипа на полигоне No. of ecotype block at the landfill	Места заготовки семян экотипов <i>P. sylvestris</i> L. (область, лесхоз, лесничество бывшего СССР на 1.01.1957 г.) Places of harvesting seeds of <i>P. sylvestris</i> L. ecotypes (region, forestry, forestry of the former USSR on 01.01.1957)	Рейтинг перспективности экотипов для искусственного лесовосстановления (сумма баллов по убыванию) Rating of the prospects of ecotypes for artificial reforestation (the sum of points in descending order)		
			высокий high	средний average	низкий low
12-19	102	Пензенская обл., Монастырское л-во Penza region, Monastic l-vo	-	48 (●-)	-
15-20	84	Рязанская обл., Мурманское л-во Ryazan region, Murmansk l-vo	-	46 (●-)	-
8-18	88	Тамбовская обл., Платоновское л-во Tambov region, Platonovskoe l-vo	-	46 (●-)	-
13-19	81	Орловская обл., Хатынецкое л-во Oryol region, Khotynets, l-vo	-	46(●-)	-
6-18	69	Белгородская обл., Шаталовское л-во Belgorod region, Shatalovskoe l-vo	-	44 (●--)	-
1-18	72	Воронежская обл., Хреновское л-во Voronezh region, Khrenovskaya l-vo	-	44 (●--)	-
3-20	74	Воронежская обл., Борское л-во Voronezh region, Borskoe l-vo	-	42 (●---)	-
11-19	262	Московская обл., Каширский л-з Moscow region, Kashirsky l-z	-	-	38 (●)
17-20	259	Полтавская обл., Зеньковское л-во Poltava region, Zenkovskoe l-vo	-	-	38 (●)
Семенные потомства степных экотипов Seed progeny of steppe ecotypes					
23-20	13	Луганская обл., Песчаное л-во Luhansk region, Sandy lake	-	48 (●-)	-
31-20	219	Краснодарский край, Мезмайское л-во Krasnodar Territory, Mezmayskoye l-vo	-	48 (●-)	-
26-20	8	Днепропетровская обл., Б-Михайловское л-во Dnepropetrovsk region, B-Mikhailovskoe l-vo	-	46 (●-)	-
29-20	9	Донецкая обл., Александровское л-во Donetsk region, Alexandrovskoe l-vo	-	42 (●---)	-
25-20	7	Днепропетровская обл., Кировское л-во Dnepropetrovsk region, Kirovskoe l-vo	-	42 (●---)	-
24-20	14	Луганская обл., Ново-Айдаровское л-во Luhansk region, Novo-Aidarovo l-vo	-	-	38 (●)
30-20	51	Киевская обл., Жукинское л-во Kiev region, Shchukinskoe l-vo	-	-	38 (●)
32-18	22	Южно-Осетинская АО, Гуфта-Гихатурское л-во South Ossetian JSC, Gufta-Gihaturskoe l-vo	-	-	38 (●)
27-19	6	Днепропетровская обл., Новомосковское л-во Dnepropetrovsk region, Novomoskovskoe l-vo	-	-	36 (●)
22-20	26	Волгоградская обл., Арчединский л-з Volgograd region, Archedinsky l-z	-	-	32 (●)
19-20	260	Саратовская обл., Петровский л-з Saratov region, Petrovsky l-z	-	-	30 (●)
28-20	4/5	Херсонская обл., Цурюпинское л-во	-	-	30 (●)

№ВПП и год их закладки Runway and the year they were laid	№ блока экотипа на полигоне No. of ecotype block at the land-fill	Места заготовки семян экотипов <i>P. sylvestris</i> L. (область, лесхоз, лесничество бывшего СССР на 1.01.1957 г.) Places of harvesting seeds of <i>P. sylvestris</i> L. ecotypes (region, forestry, forestry of the former USSR on 01.01.1957)	Рейтинг перспективности экотипов для искусственного лесовосстановления (сумма баллов по убыванию) Rating of the prospects of ecotypes for artificial reforestation (the sum of points in descending order)		
			высокий high	средний average	низкий low
		Kherson region, Tsurupinskoe l-vo			
20-20	261	Саратовская обл., Дьяковское л-во Saratov region, Dyakovskoe l-in	-	-	26 (●)
21-20	87	Волгоградская обл., Рахинское л-во Volgograd region, Rakhinskoe l-vo	-	-	16 (●)

Примечание: л-во – лесничество; (●) – экотип рекомендован для искусственного лесовосстановления, (●) – нежелательно использовать, (●) – запрещается; кол-во знаков «+» – степень предпочтительности экотипа, кол-во знаков «-» – степень нежелательности.

Примечание: l-vo – forestry; (●) – ecotype is recommended for artificial reforestation, (●) – it is undesirable to use, (●) – prohibited; quantity «+» – degree of preference, quantity «-» – degree of undesirability;

Источник: собственные вычисления авторов.

Source: own calculations

Структурно-качественное соотношение величин рейтингов перспективности потомств лесостепных и степных экотипов *P. sylvestris* по сумме баллов в их группах разное. Так, установлено, что среди изученных 18 лесостепных экотипов *P. sylvestris* высокий рейтинг, оцениваемый в 50-56 баллов, имеют 9 экотипов, средний (42-48 баллов) – 7 экотипов и низкий (16-38 баллов) – всего 2 экотипа. В группе из 14-ти изученных степных экотипов семенные потомства с высоким рейтингом вообще отсутствуют, но имеется 5 экотипов со средним рейтингом перспективности (42-48) и 9 экотипов с низким рейтингом (16-38 баллов). Использовать эти геоэкоотипы для осуществления искусственного лесовосстановления не целесообразно.

На рис. 2 в виде статистической Boxplot- диаграммы представлены текущие различия оценок рейтинга семенных потомств для групп лесостепных и степных экотипов *P. sylvestris*.

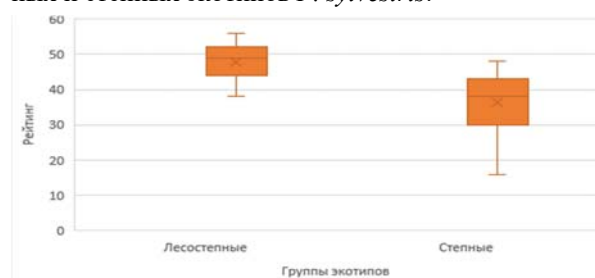


Рисунок 2. Обобщенные по 12 оценочным признакам средние рейтинги перспективности групп экотипов *P. sylvestris* L.

Figure 2. Average ratings of the prospects of groups of *P. sylvestris* L ecotypes summarized by 12 assessment characteristics

Источник: собственные вычисления авторов.

Source: own calculations

Различия рейтингов двух групп экотипов по 12 признакам (таблица 2) статистически достоверны ($t = 4,20 > 1.98$). а их характер отражает сложившаяся ситуация в 59-61-летних древостоях.

Выявленные на функционирующем полигоне в Воронежской области лучшие среди лучших по перспективности инорайонные и местные экотипы *P. sylvestris* – залог успеха растущего увеличения накопительного эффекта при устойчиво-расширенном создании в Европейской части РФ рукотворных сосновых лесов будущего с заданными свойствами.

В условиях глобального потепления климата лесоводам-практикам нужно всегда помнить как о ежегодной профилактике губительных лесных пожаров, так и неукоснительно соблюдать пожарную безопасность в хвойных лесах на требуемом высоком уровне.

В лесничествах Европейской части РФ с экономической и практической точек зрения недопустимо на землях фонда лесовосстановления в границах лесостепной лесорастительной зоны использовать семена *P. sylvestris* массового сбора, а также семена, заготовленные на плантациях средней и наихудшей селекционной ценности, либо в географических культурах из экотипов с недостаточной перспективностью, либо посадочный материал, выращенный из них.

С лесоводственно-хозяйственной и экономической точки зрения для создания в Европейской части РФ программно-целевых лесов будущего, а также для стабильного увеличения площади набирающих популярность карбоновых углерододепонирующих полигонов, либо для организации специализированных лесных фермерских хозяйств, равно как и для создания их инфраструктуры целесообразно использовать семена и посадочный материал только от лучших по перспективности экотипов *P. sylvestris*.

При дальнейшем продолжении исследований на полигоне географических культур желательно дополнительно определить текущий рейтинг экотипов сосны, перемещенных из других лесных районов и лесорастительных зон РФ (хвойно-широколиственные леса, южная тайга и др.), а также оптимизировать существующую логистику производственных связей между лесничествами всей триады звеньев лесовосстановления: начиная от прогноза целевого сбора качественных семян, последующего выращивания жизнеспособного посадочного материала до создания на незанятых лесом землях лесных культур на основе лучших отобранных экотипов.

Выводы

1. Сравнив абсолютные значения величин 12 оценочных признаков, установленных у разных геоэкоотипов *P. sylvestris*, оказалось, что лучшими из них являются только несколько. Это следующие экотипы (по уменьшению суммы набранных баллов оценки):

- группа из 18 лесостепных: Сталинский из Орловской обл. (P = 56 баллам) и Колодезский из

Липецкой обл. (P = 54 баллам), а также из Б. Сталинский из Курской обл. и Краснослободский экотип из Брянской обл. (их рейтинги = 52 баллам);

- группа из 14 степных: Песчаный экотип из Луганской обл. и Мезмайский из Краснодарского края (их рейтинги = 48 баллам). В группу лучших степные геоэкоотипы по сумме баллов не попали.

Худшие оценки на полигоне имеют потомства следующих экотипов:

- в группе лесостепных: Зеньковский экотип из Полтавской обл. и Каширский экотип из Московской обл. (их рейтинги по 38 баллов);

- в группе степных: Рахинский экотип из Волгоградской обл. (P = 16 баллов).

2. Для успешного достижения намеченных Правительством РФ на период до 2030 г. целей и эффективного решения текущих задач в сфере воспроизводства лесов в европейской части РФ рекомендуется использовать семена только лучших среди выявленных перспективных экотипов *P. sylvestris*, а также выращенный из них в лесных питомниках посадочный материал, включая сеянцы с открытой и с закрытой корневой системами.

3. Для оптимизации заготовки и переброски семян с учетом темпов происходящего глобального потепления климата можно ранее установленные границы лесосеменных районов на территории европейской части РФ сместить в северном направлении для лесостепных экотипов *P. sylvestris* на 70-100 км, а для степных экотипов – на 50-80 км.

Список литературы

1. Тараканов, В.В. Лесная селекция в России: достижения, проблемы, приоритеты (обзор) / В.В. Тараканов, М.М. Паленова, О.В. Паркина, Р.В. Роговцев, Р.А. Третьякова // Лесохозяйственная информация. -2021. №1. - С.100-143. DOI: <http://doi.org/10.24419/LHI2304-3083.2021/1/19>. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44850953>
2. Михайлова, М.И. Особенности строения географических лесных культур сосны обыкновенной по диаметру / М.И. Михайлова, М.П. Чернышов // Лесотехнический журнал. - 2021. - Т. 11, № 1 (41). - С. 46-55. - DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2021.1/4. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44938463>
3. Ахметов А. Р., О влиянии фрагментации широколиственных лесов на генетические ресурсы *Asper platanooides* L. в Республике Башкортостан / Боронникова С. В., Янбаев Ю. А, Нечаева Ю. И // Сибирский лесной журнал. 2021. № 4. С. 64–72. DOI: 10.15372/SJFS20210406 Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/>
4. Поплавская, Л. Ф. Оценка качества семенного и посадочного материала сосны обыкновенной, полученного на гибридно-семенной плантации / Л. Ф. Поплавская, С. В. Ребко, П. В. Тупик // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2018. – № 1(204). – С. 20-24. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/YPNZXK>.
5. Rabko, S. Comparative assessment of some physical and mechanical properties of wood of different Scots pine climatypes / S. Rabko, A. Kozel, I. Kimeichuk, V. Yukhnovsky // Scientific Horizons. – 24(2). – P. 27–36. DOI: [http://doi.org/10.48077/scihor.24\(2\).2021.27-36](http://doi.org/10.48077/scihor.24(2).2021.27-36).
6. Ребко, С.В. Рост географических культур ели европейской в условиях Белорусского лесосеменного района / С.В. Ребко, Л.Ф. Поплавская, П.В. Тупик // Лесное хозяйство: материалы 86-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 233–235. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48269316>.
7. Matisons, R., Jansone, D., Bāders, E., Dubra, S., Zeltiņš, P., Schneck, V., & Jansons, Ā. (2021). Weather-growth responses show differing adaptability of scots pine provenances in the south-eastern parts of baltic sea region. *Forests*, 12(12) doi:10.3390/f12121641
8. Bose, A. et al. The growth and resistance of Scots pine to extreme droughts in Europe depend on the growth conditions that preceded the drought // *Biology of global changes*. 2020; 26: 4521-4537. DOI: <http://doi.org/10.1111/gcb.15153>.
9. Yurttimaa, T. Performing ground-based laser scanning to characterize stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) grown under growing conditions depends on structural changes / T. Yurttimaa, N. Saarinen, V. Kankare, J. Heininen, S. Huuskonen, M. Holopainen, M. Huippa and M. Vastaranta // *Forest Journal of Photogrammetry Isprs and Remote*. 2020; 168: 277-287. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.08.017>.
10. Yrttimaa T., Multisensorial close-range sensing generates benefits for characterization of managed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands / T. Yrttimaa, N. Saarinen, V. Kankare, N. Viljanen, J. Hynynen, S. Huuskonen, M. Holopainen, J. Huypä, E. Honkavaara and M. Vastaranta // *ISPRS Int. J. Geo-Information*. 2020; 9: 1–14. DOI: <http://doi.org/10.3390/ijgi9050309>.
11. Pritzel J., Falk V., Reger B. and Ul Pretsch G., Zimmermann L. Half a century of monitoring the ecosystem of the common pine forest reveals the long-term consequences of atmospheric deposition and climate change // *Biology of global changes*. 2020; 26: 5796-5815. DOI: <http://doi.org/10.1111/gcb.15265>.
12. Михайлова, М.И. Рост и продуктивность лесостепных и степных экотипов сосны обыкновенной в географических культурах / М.И. Михайлова // Актуальные направления научных исследований XXI века теория и практика. – 2019. - №3. - С. 166-171. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41567917>
13. Михайлова, М.И. Особенности роста и состояние лесостепных и степных экотипов сосны обыкновенной в географических культурах Воронежской области / М.И. Михайлова, М.П. Чернышов //

Лесотехнический журнал. - 2020. - Т. 10, № 2 (38). - С. 60-69. DOI: <http://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2020.2/6>.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43171813>

14. Stavrova, N., Gorshkov V., Katjutin P. and Bakkal I. The structure of northern siberian spruce–scots pine forests at different stages of post-fire succession / *Forests* 2020. 11(5) 558 doi: [org/10.3390/f11050558](https://doi.org/10.3390/f11050558)

15. Кулаков, Е.Е., Сиволапов, В.А., Воробьёва, Е.А., 2018 Генетическая изменчивость лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Djil.) в географических культурах под Воронежем *Лесотехнический журнал* 1 (29) с. 35-42 DOI: [10.12737/article_5ab0dfbc03a703.71494463](https://doi.org/10.12737/article_5ab0dfbc03a703.71494463)

16. Chernyshov, M. The structure in diameter and sanitary condition of geographical cultures of Scots pine and. / M. Chernyshov, M. Mikhailova / *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 875 (2021) 012054 doi:[10.1088/1755-1315/875/1/012054](https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012054)

17. Кузьмин, С.Р. Отбор перспективных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах разных лесорастительных условий / С.Р. Кузьмин, Н.А. Кузьмина // *Лесоведение*. – 2020. – № 5. – С. 451–465 DOI: [10.31857/S0024114820050083](https://doi.org/10.31857/S0024114820050083)

18. Мерзленко, М.Д., Динамика роста сосны в старовозрастных древостоях сложного бора / М.Д. Мерзленко, Ю.Б. Глазунов, Ю.Г. Львов, Е.А. Перевалова // *Лесной журнал*. – 2018. - № 4 (364). – С.31-39. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: [10.17238/issn0536-1036.2018.4.31](https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.4.31)

19. Мельник, П.Г. Рост и производительность Удмуртского климатипа сосны обыкновенной в условиях Подмосковья. / П.Г. Мельник, Ю.Б. Глазунов, М.Д. Мерзленко // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2018. – №4 (51). – С. 66-71. DOI: [http://doi.org/10.12737/article_5c3de388d42682.75659629](https://doi.org/10.12737/article_5c3de388d42682.75659629). Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36916337>

20. Галдина, Т.Е. Внутривидовое разнообразие *Pinus sylvestris* L. в географических культурах Центральной лесостепи. / Т.Е. Галдина, А.И. Чернодубов, М.И. Михайлова // *Изв. вузов. Лесн. журн.* 2023. № 3. С. 84–98. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-3-84-98>. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53987625>

References

1. Tarakanov V. V., Palenova M.M., Parkina O.V., Rogovtsev R.V., Tretyakova R.A. Lesnaya selekciya v Rossii: dostizheniya, problemy, priority (obzor) [Forest breeding in Russia: achievements, problems, priorities (review)] *Lesnohozyajstvennaya informaciya [Forestry information]* 2021. No.1. – pp. 100-143. doi:[org/10.24419/LHI2304-3083.2021/1/19](https://doi.org/10.24419/LHI2304-3083.2021/1/19)

2. Mihajlova M. I., Chernyshov M. P. Osobennosti stroeniya geograficheskikh lesnyh kul'tur sosny obyknovnoy po diametru [Features of the structure of geographical forest crops of scots pine in diameter] *Lesotekhnicheskij zhurnal [Lesotechnicheskij zhurnal]*. - 2021. - Vol. 11, No. 1 (41). - pp. 46-55. DOI: [10.34220/issn.2222-7962/2021.1/4](https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.1/4).

3. Ahmetov A. R., Boronnikova S. V., Yanbaev YU. A., Nechaeva Y.U. O vliyani fragmentatsii shirokolistvennykh lesov na geneticheskie resursy *Acer platanoides* L. v Respublike Bashkortostan [On the effect of fragmentation of broad-leaf forests on the genetic resources of *Acer platanoides* L. in the Republic of Bashkortostan] *Sibirskij lesnoj zhurnal [Siberian Forest Journal]*. – 2021. - No. 4. - pp. 64-72. DOI: [10.15372/SJFS20210406](https://doi.org/10.15372/SJFS20210406)

4. Rebko S.V., Poplavskaya L.F., Tupik P.V. Sravnitel'naya harakteristika rosta geograficheskikh kul'tur sosny obyknovnoy (*Pinus sylvestris* L.) [Comparative characteristics of the growth of geographical cultures of scots pine (*Pinus sylvestris* L.)] *Molodezh' v nauke – 2007 : pril. k zhurn. «Vesci Nacyyanal'naj akademii navuk Belarusi» : v 4-h ch. [Youth in Science - 2007: adj. to the journal. "News of the National Academy of Sciences of Belarus": in 4 hours]* Belarusian Science, 2008 – Part 1: Series of Biological Sciences. Series of Medical Sciences. – pp. 231-236. <https://elib.belstu.by/handle/123456789/24536>

5. Rabko, S. Comparative assessment of some physical and mechanical properties of wood of different Scots pine climatotypes / S. Rabko, A. Kozel, I. Kimeichuk, V. Yukhnovsky // *Scientific Horizons*. – 24(2). – P. 27–36. DOI: [10.48077/scihor.24\(2\).2021.27-36](https://doi.org/10.48077/scihor.24(2).2021.27-36).

6. Rebko S.V., Poplavskaya L.F., Tupik P.V. Rost geograficheskikh kul'tur eli evropejskoj v usloviyah Belorusskogo lesosemennogo rajona [The growth of geographical cultures of European spruce in the conditions of the Belarusian forest-seeding area] *Lesnoe hozyajstvo: materialy 86-j nauchno-tekhnicheskoy konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnyh sotrudnikov i aspirantov* [Forestry: Materials of the 86th Scientific and Technical Conference of the teaching staff, researchers and postgraduates] Minsk, January 31 – February 12, 2022 – Minsk: BSTU, 2022. – pp. 233-235. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48269316>
7. Matisons, R., Jansone, D., Bādērs, E., Dubra, S., Zeltiņš, P., Schneck, V., & Jansons, Ā. (2021). Weather–growth responses show differing adaptability of scots pine provenances in the south-eastern parts of baltic sea region. *Forests*, 12(12) doi:10.3390/f12121641
8. Bose, A. et al. The growth and resistance of Scots pine to extreme droughts in Europe depend on the growth conditions that preceded the drought / *Biology of global Changes* 2020. 2020 8 Pp. 4521-4537 DOI: 10.1111 / gcb. 15153
9. Yurttimaa, T. Performing ground-based laser scanning to characterize stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) grown under growing conditions depends on structural changes. *Forest Journal of Photogrammetry Isprs and Remote. / T. Yurttimaa, N. Saarinen, V. Kankare, J. Heininen, S. Huuskonen, M. Holopainen, M. Huippa and M. Vastaranta / 2020/ Sensing* 168. pp. 277-287. DOI:10.1016/j.isprsjprs.2020.08.017
10. Yrttimaa T. Multisensorial close-range sensing generates benefits for characterization of managed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. *ISPRS Int. J. Geo-Information. / T. Yrttimaa, N. Saarinen, V. Kankare, N. Viljanen, J. Hynynen, S. Huuskonen, M. Holopainen, J. Hyypä, E. Honkavaara and M. Vastaranta / 2020/ 9, pp. 1–14, doi:10.3390/ijgi9050309.*
11. Pritzel J., Falk V., Reger B. and Ul Pretsch G., Zimmermann L. Half a century of monitoring the ecosystem of the common pine forest reveals the long-term consequences of atmospheric deposition and climate change *Biology of global changes*. 2020 26 10 Pp. 5796-5815 DOI: 10.1111 / gcb .15265
12. Mihajlova M. I., Rost i produktivnost' lesostepnyh i stepnyh ekotipov sosny obyknovennoj v geograficheskikh kul'turah [Growth and productivity of forest-steppe and steppe ecotypes of scots pine in geographical cultures] / M. Mikhailova /. *Current directions of scientific research of the XXI century theory and practice. – Voronezh, 2019. №3. - pp.166-171. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41567917>*
13. Mihajlova M. I., Chernyshov M. P . Osobennosti rosta i sostoyanie lesostepnyh i stepnyh ekotipov sosny obyknovennoj v geograficheskikh kul'turah Voronezhskoj oblasti [Features of growth and the state of forest-steppe and steppe ecotypes of scots pine in geographical cultures of the Voronezh region] *Lesotekhnicheskij zhurnal [Lesotechnicheskiy zhurnal]*. - 2020. - Vol. 10, No. 2 (38). - pp. 60-69. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/6
14. Stavrova, N I, The structure of northern siberian Spruce-Scots pine forests at different stages of post-fire succession. / N.I Stavrova, V.V. Gorshkov, P.N. Katjutin, I.J. Bakka / .-*Forests*. 2020. 11 (5). -558. doi: org/10.3390/f11050558
15. Kulakov, E.E., Sivolapov, V.A., Vorob'yova, E.A. Geneticheskaya izmenchivost' listvennicy Sukacheva (*Larix sukaczewii* Djil.) v geograficheskikh kul'turah pod Voronezhem oblasti [Genetic variability of Sukachev's larch (*Larix sukaczewii* Djil.) in geographical cultures near Voronezh] *Lesotekhnicheskij zhurnal [Lesotechnicheskiy zhurnal]*. – 2018 1 (29) c. 35-42 DOI: 10.12737/article_5ab0dfbc03a703.71494463
16. Chernyshov, M. The structure in diameter and sanitary condition of geographical cultures of Scots pineand. / M. Chernyshov, M. Mikhailova /. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 875 (2021) 012054 doi:10.1088/1755-1315/875/1/012054
17. Kuz'min S.R. ., Kuz'mina N.A. Otbor perspektivnyh klimatipov sosny obyknovennoj v geograficheskikh kul'turah raznyh lesorastitel'nyh uslovij [Selection of promising climatetypes of Scots pine in geographical cultures of different forest conditions] *Lesovedenie [Forest science]* 2020. No. 5. pp. 451-465. DOI: 10.31857/S0024114820050083

18. M.D. Merzlenko, YU.B. Glazunov, YU.G. L'vov, E.A. Perevalova Dinamika rosta sosny v starovozrastnykh drevostoyah slozhnogo bora [Dynamics of pine growth in old-age stands of complex forest] Lesn. zhurn. [Lesn. zhurn.] 2018. No. 4. pp. 31-39. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.31

19. Melnik P.G., Glazunov Yu.B. Merzlenko M.D. Rost i proizvoditel'nost Udmurtskogo klimatipa sosny obyknovnoy v usloviyakh Podmoskovya [Growth and productivity of the Udmurt climatype of Scotch pine in the Moscow region] Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Kazan State Agrarian University] – 2018. – No 4 (51). – pp. 66-71. DOI 10.12737/article_5c3de388d42682.75659629

20. Galdina T.E., Chernodubov A.I., Mihajlova M.I. Vnutrividovoe raznoobrazie Pinus sylvestris L. v geograficheskikh kul'turah Central'noj lesostepi [Intraspecific diversity of Pinus sylvestris L. in geographical cultures of the Central forest-steppe] Izv. vuzov. Lesn. zhurn. [Izv. universities. Lesn. zhurn.] 2023. No. 3. pp. 84-98. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-3-84-98>.

Сведения об авторах

✉ *Михайлова Мария Игоревна* – кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель кафедры ботаники и физиологии растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: 0000-0003-4767-8233, e-mail: schaxina.mary@yandex.ru.

Чернышов Михаил Павлович – доктор с.-х. наук, профессор кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: 0000-0001-6360-1135, e-mail: lestaks53@mail.ru.

Рибко Сергей Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесных культур и почвоведения, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь; <https://orcid.org/0000-0002-6892-2859>, e-mail: rebko@belstu.by.

Information about the authors

✉ *Maria I. Mikhailova* – Lecturer of the Department of Botany and Plant Physiology of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, RCID: 0000-0003-4767-8233, e-mail: schaxina.mary@yandex.ru.

Mikhail P. Chernyshov – Professor of the Department of forestry, forest taxation and forest management, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: 0000-0001-6360-1135 e-mail: lestaks53@mail.ru.

Siarhei U. Rabko – Cand. Sci. (Forestry), Docent, Head of the Department of Forest Crops and Soil Science, Educational Institution "Belarusian State Technological University", Sverdlova str., 13a, Minsk, 220006, Republic of Belarus, <https://orcid.org/0000-0002-6892-2859>, e-mail: rebko@belstu.by.

✉ – Для контактов | Corresponding author