

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

AGRICULTURAL SCIENCES

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-69-79>

УДК 630.116.64

© 2023

Поступила 13.02.2023

Received 13.02.2023



Принята в печать 06.03.2023

Accepted 06.03.2023

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

КРИТЕРИИ ОТБОРА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ

Юрий И. Сухоруких¹, Светлана Г. Биганова^{1*},
Алексей П. Глинушкин², Лариса Л. Свиридова²

¹ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»;
ул. Институт, владение 5, р.п. Большие Вяземы, Одинцовский район,
Московская область, 143050, Российская Федерация

Аннотация. На малолесных ландшафтах защитные лесные полосы являются основой экологического каркаса. Для создания таких высокопродуктивных объектов требуется отбор соответствующего генофонда, одним из представителей которого являются плюсовые деревья. Целью данной работы является разработка критериев выделения плюсовых деревьев для защитного лесоразведения, ориентированного на создание насаждений, основным параметром которых является рабочая высота. Заложено 16 пробных площадей из дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), робинии псевдоакалии (акация белая) (*Robinia pseudoacacia* L.), ясеня ланцетного (*Fraxinus lanceolata* B.), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), гледичии трехколючковой (*Gleditschia triacanthos* L.), ореха грецкого (*Juglans regia* L.). На каждой пробной площади производили сплошной пересчет высот у 100–142 особей и определяли их статистические показатели. На изучаемых объектах высоты деревьев имели нормальное или близкое к нему статистическое распределение. Обработку данных осуществляли с использованием лицензионной программы Stadia 8.0/prof. для Windows. Предложен метод выделения плюсовых деревьев, высота которых должна превышать среднюю на 25% и более. Сравнение предложенного и известного метода выявило, что предложенный позволяет повысить селекционный дифференциал при инструментальном отборе на 48,25–53,78%, глазомерно-инструментальном – 31,15–41,39%. Разработаны критерии к деревьям различных селекционных категорий. В связи

с различными условиями рекомендуется выделять плюсовые деревья отдельно в крайних и срединных рядах защитных лесных полос. При селекционной инвентаризации также необходимо учитывать санитарное состояние деревьев.

Ключевые слова: защитные лесные насаждения, плюсовые деревья, отбор, критерии выделения, высота, превышение, статистическое распределение, селекционный дифференциал, селекционные категории деревьев, санитарное состояние

Для цитирования: Критерии отбора плюсовых деревьев для защитного лесоразведения / Сухорукых Ю.И. [и др.] // Новые технологии / New technologies. 2023. Т. 19, № 1. С. 69-79. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-69-79>

CRITERIA FOR SELECTING PLUS TREES FOR PROTECTIVE FORESTRY

Yuri I. Sukhorukikh¹, Svetlana G. Biganova^{1*},
Alexey P. Glinushkin² Larisa L. Sviridova²

¹FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
191 Pervomaiskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

²Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Phytopathology»;
Institute str., estate 5, Bolshie Vyazemy work settl., the Odintsovo District,
the Moscow Region, 143050, the Russian Federation

Abstract. Protective forest strips are the basis of the environmental frame on sparsely wooded areas. To create such highly productive objects, the selection of the corresponding gene pool is required. Plus trees the representatives of this gene pool. The aim of the research is to develop criteria for highlighting plus trees for protective forestry, focused on the creation of plantings, the main parameter of which is the working height. 16 trial areas of cherry oak (*Quercus robur* L.), black locust (*Robinia Pseudoacacia* L.), green ash (*Fraxinus lanceolata* B.), European ash (*Fraxinus excelsior* L.), thorny locust (*Gleditschia triacanthos* L.), walnut (*Juglans regia* L.) have been laid out. A continuous recalculation of heights in 100–142 individuals have been recalculated on each trial area and their statistical indicators have been determined. The height of the trees had a normal or close to it statistical distribution at the studied objects. Data processing was carried out using the Stadia 8.0/Prof licensed program for Windows. The method of selecting plus trees has been proposed, the height of which should exceed the average one by 25% or more. A comparison of the proposed and well-known method has revealed that the proposed one can increase the breeding differential with instrumental selection by 48,25–53,78%, and with eye-instrumental selection by 31,15–41,39%. Criteria for trees of various selection categories have been developed. Due to different conditions, it is recommended to highlight plus trees separately in the extreme and mid-protective forest strips. With breeding inventory, it is also necessary to take into account the sanitary condition of the trees.

Keywords: protective forest stands, plus trees, selection, selection criteria, height, excess, statistical distribution, breeding differential, breeding categories of trees, sanitary condition

For citation: Criteria for selecting plus trees for protective forestry / Sukhorukikh Yu.I. [et al.] // New Technologies. 2023. V. 19, No. 1. P. 69-79. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-69-79>

Введение. Защитные лесные насаждения являются основой экологического каркаса малолесных ландшафтов и выполняют различные функции [1; 3; 9]. Они защищают объекты от неблагоприятных биотических и абиотических

воздействий, служат местом обитания дикой фауны и флоры, депонируют углерод, предохраняют от деградации и повышают плодородие почв, обеспечивают древесиной, плодовой и технической продукцией, продуцируют кислород, очищают воздух от пыли и др. [1; 3; 9; 10; 15; 16; 21].

Выращивание высокопродуктивных устойчивых насаждений из лесных видов требует наличия соответствующего исходного районированного материала [4; 6; 14; 19; 22–25]. Одним из них являются плюсовые деревья. Их отбор необходим для последующего создания лесосеменных плантаций и закладки лесных насаждений различного назначения [1; 4; 13; 16–19; 21]. В соответствии с конкретным назначением к этим объектам предъявляются определенные требования, которые по мере накопления научных знаний уточняются [15; 16; 19; 20; 22–24].

К плюсовым деревьям относятся особи, значительно превосходящие по одному или комплексу хозяйственно ценных признаков и свойств, произрастающих в аналогичных условиях других деревьев одного класса возраста, вида и фенологической формы [4; 13; 17; 18]. Нормативными документами в лесном хозяйстве предусмотрены определенные критерии для отбора таких рамет. Так, в насаждениях одного класса возраста эти деревья должны быть устойчивыми к биотическим и абиотическим стрессовым факторам, иметь значительный выход деловой части ствола и превышение над средними показателями по высоте на 10%, диаметру на 30%. В том случае, если участок пройден выборочными или постепенными рубками, показатели несколько ниже и превышение по высоте может составлять свыше 8%, диаметру – 20% [1; 13; 17]. Для специальных целей плюсовые деревья отбирают по соответствующим методикам [1; 4; 13; 15–17].

Принципы селекционной оценки деревьев для целей защитного лесоразведения несколько отличаются. Здесь

плюсовыми считаются особи с комплексом признаков, характеризующих их продуктивность по высоте, устойчивость к неблагоприятным факторам [4]. В этом случае при отборе перспективного генофонда по фенотипу применялись аналогичные требования или близкие к нему по высоте и диаметру, применяемые для целей лесного хозяйства [1; 4]. Отбор рекомендовано осуществлять в наиболее старых расстроенных насаждениях в возрасте не моложе 20 лет. Дополнительно в специальных случаях могут быть предъявлены требования к обилию и периодичности плодоношения, таксационным показателям ствола, ажурности кроны, качеству плодовой продукции и некоторым другим [4; 15; 16].

Теория отбора перспективного генофонда по фенотипу для количественных признаков базируется на теории нормального распределения [11; 18]. Сама теория учитывает среднеарифметические значения показателей [7; 20]. Согласно теории, у лесных растений в качестве кандидатов в плюсовые выделяют деревья, имеющие количественные признаки, превышающие среднее на удвоенное среднеквадратичное отклонение [11; 18].

В существующей селекционной практике для всех видов лесных растений, отбираемых на продуктивность деловой части стволов, применяется единообразный подход по критериям превышения основных показателей – высоты и диаметра [13; 17; 18]. В отношении селекционных работ в защитном лесоразведении, где отбор ведется без учета качества деловой части стволов, а основным параметром является рабочая высота насаждения, вопрос о величине превышения плюсовых растений над средними не решен окончательно [1; 4]. Поэтому уточнение этого параметра с учетом современного развития теории и практики в селекции растений для защитного лесоразведения является приоритетным. Целью данной работы является разработка критериев выделения плюсовых деревьев для целей

защитного лесоразведения, ориентированного на создание насаждений, основным параметром которых является рабочая высота.

Объекты и методы. Объектами исследований являлись полосные защитные лесные насаждения, расположенные на территории Северо-Западного Кавказа. Всего заложено 16 пробных площадей из дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), робинии псевдоакации (акация белая) (*Robinia pseudoacacia* L.), ясеня ланцетного (*Fraxinus lanceolata* B.), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), гледичии трёхколючковой (*Gleditschia triacanthos* L.), ореха грецкого (*Juglans regia* L.). Возраст растений 27–55 лет. При инструментальном способе на каждой пробной площади, соответствующей длине ряда без учета крайних 50 м с каждой стороны, сплошному перебору по высоте подвергались все особи в количестве 100–142 шт. отдельно по крайним и срединным рядам. Точность опытов составила 0,88–1,32%. Поврежденные растения (погибшие и погибающие, снеголомные, ветроломные) в перебор не включались. На основе моделей зависимости длины окружности ствола от высоты (как более точного показателя среднего диаметра ствола) на высоте 1,3 м устанавливали средний диаметр. При глазомерно-инструментальном способе среднюю длину окружности ствола устанавливали по 15, а среднюю высоту по 12 средних по показателям особей [2; 8]. Длину окружности ствола измеряли мерной лентой, высоту – высотомером в трехкратной повторности с последующим вычислением среднего для дерева. В качестве кандидатов в плюсовые по известному методу отбирали рамы, имеющие превышение по диаметру не менее чем на 30% или 20%, высоте 10% и 8% соответственно [13; 17]. Селекционный дифференциал определяли как разность между средней высотой выделенных в качестве плюсовых и средней высотой особей изучаемого ряда лесной полосы. В исследовании использовались

среднеарифметические значения показателей, что соответствует теоретическим положениям нормального статистического распределения [7; 19].

Статистическая обработка данных проведена с использованием лицензионной программы Stadia 8.0/prof. по трем критериям – Колмогорова, омега-квадрат, хи-квадрат [5]. При этом положительное заключение по любому из них предполагало, что распределение высот соответствует теоретическим положениям нормального распределения признака.

Результаты и обсуждение. Статистические показатели оценки распределения высот на изучаемых пробных площадях представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что статистическое нормальное распределение высот хотя бы по одному из критериев наблюдается везде, за исключением крайнего ряда ясеня обыкновенного. Анализируя описанную в литературных источниках закономерность распределения высот в лесных насаждениях, отметим, что по отношению к средней высокие и низкие особи могут соотноситься не только в равном количестве, но и в пределах близких 40 к 60%. Это связывается с особенностями развития растений и режимом хозяйствования [2]. В случае с ясенем обыкновенным соотношение высот по отношению к средней составило: ниже – 42,31%, выше – 57,69%, что соответствует теоретическим положениям нормального насаждения [2]. На основании этого, пробная площадь 8, заложённая в крайнем ряду лесной полосы из ясеня обыкновенного, не исключается из расчетов.

Выявить минимальные показатели высот для перспективного генофонда по количественным признакам возможно на основе увеличения среднего на удвоенное среднеквадратическое отклонение [11; 18]. В нормативных документах используются усредненные значения превышения в процентах для всех видов растений и условий произрастания [1; 13; 17].

Таблица 1

Статистические показатели оценки распределения высот в защитных лесных полосах

Table 1

Statistical indicators for assessing the distribution of heights in protective forest belts

Порода, ряд, возраст, номер пробной площади (ПП)	Асимметрия	Заключение о нормальном распределении по критериям			Коэффициент вариации
		Колмогоров	Омега- квадрат	Хи- квадрат	
Орех грецкий 2-3 ряды, 27 лет (ПП1)	0,06	–	+	+	14,01
Орех грецкий 1 ряд, 27 лет (ПП2)	–0,11	+	–	–	11,41
Гледичия трехколючковая 2-3 ряды, 33 года (ПП3)	–0,03	+	+	+	11,63
Гледичия трехколючковая 1 ряд, 41 год (ПП4)	–0,06	+	+	+	11,04
Дуб черешчатый 2–3 ряды, 31 год (ПП5)	–0,24	+	+	+	10,77
Дуб черешчатый 1 ряд, 29 лет (ПП6)	–0,09	+	+	+	13,79
Ясень обыкновенный 2–3 ряды, 36 лет (ПП7)	–0,29	+	–	–	11,30
Ясень обыкновенный 1 ряд, 36 лет (ПП8)	–0,84	–	–	–	12,80
Акация белая 2–3 ряды, 36 лет (ПП9)	0,37	+	+	+	14,20
Акация белая 1 ряд, 36 лет (ПП10)	0,31	+	+	+	11,45
Ясень ланцетный 2–3 ряд, 36 лет (ПП11)	0,06	+	+	+	9,73
Ясень ланцетный 1 ряд 36 лет (ПП12)	–0,32	+	+	+	13,32

Примечание. (+) – распределение не отличается от нормального; (–) – распределение отличается от нормального.

На основе этих положений произведены соответствующие расчеты. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 следует, что превышение по высоте для плюсовых деревьев различных видов и мест произрастания изменяется от 19,5 до 28,44, в среднем 24,58%. При этом исключение из расчетов ПП8, где статистическое распределение отличается от нормального, но само насаждение относится к

нормальному, расчетное превышение высот для плюсовых деревьев практически не изменилось и составило 24,5%. Учитывая, что в существующих нормативных документах и специальной литературе [1; 13; 15–19] такие показатели приводятся в целых числах, по правилам округления средняя величина превышения плюсовых деревьев по высоте должна составлять 25%. О превышении высоты плюсовых деревьев дуба черешчатого над средней

Таблица 2

Статистические показатели высот средних и плюсовых (теоретически рассчитанных) деревьев и величина их превышения в защитных лесных полосах

Table 2

Statistical indicators of the heights of medium and plus (theoretically calculated) trees and the magnitude of their excess in protective forest belts

Пробная площадь	Средняя высота, м	Средне-квадратическое отклонение	Минимальная расчетная высота для плюсовых деревьев, м	Превышение расчетной высоты плюсовых деревьев над средними, %
ПП1	9,92	1,39	12,7	28,03
ПП2	13,7	1,77	17,25	25,86
ПП3	18,91	2,2	23,31	23,25
ПП4	19,57	2,16	23,89	22,06
ПП5	17,44	1,95	21,33	22,35
ПП6	15,81	2,18	20,18	27,63
ПП7	21,95	2,48	26,91	22,64
ПП8	20,08	2,57	25,23	25,65
ПП9	15,21	2,16	19,54	28,44
ПП10	13,36	1,53	16,42	22,95
ПП11	17,17	1,67	20,52	19,5
ПП12	17,12	2,28	21,68	26,64
Среднее				24,58

в пределах 10–104% отмечается у других авторов, использующих для отбора другие методики [4]. На основе данных, приводимых в вышеотмеченном литературном источнике [4], нами рассчитана величина среднего превышения высот 14 плюсовых деревьев дуба черешчатого над средней высотой. Оно оказалось практически идентично рассчитанному нами для различных видов и составило 24,79%. Близкое значение 25,65% получено и для ореха грецкого [17].

Из результатов таблицы 2 следует, что высота растений в рядах защитных

лесных полос, произрастающих в аналогичных условиях, имеет свои особенности. Так, во внутренних рядах на пробных площадях ясень обыкновенный имел большие значения показателей на 1,87 м ($t_{\text{факт.}} = 5,86$, $t_{\text{теор.}} = 1,97$), а акция белая на 1,85 м ($t_{\text{факт.}} = 7,4$, $t_{\text{теор.}} = 1,97$). В отношении ясеня ланцетного такой закономерности не выявлено ($t_{\text{факт.}} = 0,19$, $t_{\text{теор.}} = 1,97$). Поскольку средние высоты в одних и тех же полосах могут быть как близкими по значению, так и существенно отличаться, для исключения нежелательных ошибок в определении средней высоты оценку и

выделение плюсовых деревьев в них необходимо производить отдельно в крайних и средних рядах.

В селекции растений при отборе важно выделять особи, обеспечивающие наибольший селекционный дифференциал [4; 11; 18]. Оценку различных показателей у лесных растений проводят на основе как инструментального, так и глазомерно-инструментального способа [8; 12].

Сравнение средних величин селекционного дифференциала при выделении перспективных растений в качестве плюсовых при отборе на высоту инструментальным глазомерно-инструментальным и способами в лесных полосах по предлагаемой и известной методике [13; 17] представлено в таблице 3.

Полученные результаты, представленные в таблице 3, указывают, что

Таблица 3

Величина селекционного дифференциала плюсовых деревьев при их выделении по различным методикам при инструментальном и глазомерно-инструментальном способах

Table 3

The value of the selection differential of plus trees when selected by various methods with instrumental and eye-instrumental methods

Пробная площадь	Селекционный дифференциал			Отличие селекционного дифференциала при отборе по предлагаемому и известному методам, %	
	предлагаемый метод	$D_{\text{ср}} + 30\%,$ $H_{\text{ср}} + 10\%$	$D_{\text{ср.}} + 20\%,$ $H_{\text{ср.}} + 8\%$	$D_{\text{ср}} + 30\%,$ $H_{\text{ср}} + 10\%$	$D_{\text{ср.}} + 20\%,$ $H_{\text{ср.}} + 8\%$
Инструментальный способ					
ПП12	5,85	3,62	3,36	61,60	74,11
ПП9	4,79	4,11	3,69	16,55	29,81
ПП5	4,56	2,91	3,01	56,7	51,5
ПП1	3,29	2,08	2,06	58,17	59,71
Среднее				48,26	53,78
Глазомерно-инструментальный способ					
Ясень ланцетный, 49 лет (ПП13)	6,63	5,39	4,79	23,01	38,41
Дуб черешчатый, 55 лет (ПП14)	6,31	5,71	5,31	10,51	18,83
Гледичия трехколючковая, 49 лет (ПП15)	5,67	4,73	4,73	19,87	19,87
Акация белая, 35 лет (ПП16)	5,05	2,95	2,68	71,19	88,43
Среднее				31,15	41,39

Примечание

1. При инструментальном способе использовались исходные данные выбранных в случайном порядке пробных площадей, представленных в таблице 2.

2. $D_{\text{ср}} + 30\%, H_{\text{ср}} + 10\%$ – превышение над средними по диаметру на 30%, высоте на 10%.

3. $D_{\text{ср}} + 20\%, H_{\text{ср}} + 8\%$ – превышение над средними по диаметру на 20%, высоте на 8%.

Таблица 4

Характеристика деревьев различных селекционных категорий

Table 4

Characteristics of trees of various breeding categories

Плюсовые	деревья хорошего и выдающегося развития, превышающие среднее значение по высоте на 25% и более, окраска и величина листьев, густота и форма, наличие сухих и усыхающих ветвей в кроне типичные для здоровых особей этой породы, возраста, сезона и условий места произрастания, прирост текущего года не снижен, повреждения стволов, ветвей вредителями и поражение болезнями отсутствуют, механических повреждений ствола, скелетных ветвей, ран, дупел нет
Минусовые	деревья слаборазвитые, имеющие высоту на 25% менее средней. Независимо от высоты – особи в активной стадии повреждения неблагоприятными факторами с явно выраженными признаками ухудшения состояния: листья менее и светлее типичных для этой породы, возраста, сезона и условий местопроизрастания, деревья частично усохшие или усыхающие, значительно суховершинные, имеющие недостаточно развитую ажурную крону, прирост слабый (менее половины обычного), наличие в кроне по причине ослабления усыхающих более 2/3 или сухих ветвей более 35%, обильные водяные побеги на стволе и ветвях, плодовые тела трутовых грибов, дупла, значительные механические повреждения ствола, сильные признаки повреждения болезнями и вредителями листьев, частые – ствола, корневых лап, ветвей, в том числе, попытки или местные поселения стволовых вредителей (входные отверстия, насечки, сокотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине), деревья в сильной степени с высокой вероятностью их усыхания в текущем или следующем вегетационном периоде, деревья усохшие в текущем вегетационном периоде и живые ветровальные в текущем году
Нормальные	Все остальные

при инструментальном способе отбора по предлагаемому методу в сравнении с известным наблюдается увеличение среднего значения селекционного дифференциала по высоте на 48,25–53,78%, а при глазомерно-измерительном на 31,15–41,39%.

На основе уточненных значений превышения высот плюсовых деревьев над средними и имеющимися нормативными документами оценки санитарного состояния деревьев и насаждений [12] составлена характеристика деревьев различных селекционных категорий (таблица 4).

Указанное в таблице 4 описание деревьев различных селекционных категорий максимально приближенно к нормативному документу [12] для однотипной оценки состояния растений. При отборе и селекционной инвентаризации

в безлиственном состоянии требования к листовому аппарату соответственно не предъявляются.

Заключение

1. Выделение плюсовых деревьев в полосных защитных лесных насаждениях следует осуществлять отдельно в крайних и срединных рядах.

2. Превышение высоты плюсовых деревьев над средними должно составлять 25% и более.

3. Предлагаемый для защитного лесоразведения метод отбора плюсовых деревьев по высоте обеспечивает большее значение селекционного дифференциала по сравнению с известным.

4. При отборе и селекционной инвентаризации учитывается превышение деревьев по высоте и их санитарное состояние.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агролесомелиорация / под ред. А.Л. Иванова, К.Н. Кулика. 5-е изд., перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. 746 с.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация. 3-е изд., испр. и доп. М.: Лесная пром-сть, 1971. 512 с.
3. Инженерная биология: учебник / под ред. Сухоруких Ю.И. 4-е изд., стер. СПб.: Лань, 2017. 344 с.
4. Крючков С.Н., Маттис Г.Я. Лесоразведение в засушливых условиях. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. 301 с.
5. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных: учебное пособие. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Форум; ИНФРА-М, 2006. 512 с.
6. Научные основы интродукции древесных видов методом родовых комплексов для обогащения дендрофлоры многофункциональных лесомелиоративных насаждений / Кулик К.Н. [и др.] // Международная научная школа «Парадигма»: сборник научных статей. Т. 8. Биология. Химия. Земледелие. Варна: Парадигма, 2015. С. 167–189.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
8. Лесоустроительная инструкция: утверждена приказом Минприроды России от 29.03.2018 г. № 122.
9. Мелихов В.В., Кулик К.Н. Защитное лесоразведение как основной элемент комплексных мелиораций и фактор экологической и продовольственной безопасности РФ // Орошаемое земледелие. 2020. № 1. С. 6–7.
10. Методические рекомендации по фитомелиоративной реконструкции деградированных и опустыненных пастбищ Российской Федерации инновационными экологически безопасными ресурсосберегающими технологиями / А.И. Беляев [и др.]. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2021. 68 с.
11. Петров С.А. Методы определения и практическое использование коэффициента наследуемости в лесоводстве. М.: Тип. ЦБНТИлесхоза, 1973. 51 с.
12. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах: Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047.
13. Об утверждении Правил создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов): Приказ Минприроды России от 20.10.2015 № 438 (зарегистрировано в Минюсте России 12.02.2016 N 41078).
14. Рулёв А.С., Пугачева А.М. Формирование новой агролесомелиоративной парадигмы // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89, № 10. С. 1044–1051.
15. Отбор ореха грецкого для защитного лесоразведения рекомендации / Ю.И. Сухоруких [и др.]. Майкоп, 2007. 23 с.
16. Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г. Селекция ореха грецкого для полезащитного лесоразведения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2003. № S12. С. 60–63.
17. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации: утв. Рослесхозом 11.01.2000. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. 198 с.
18. Царев А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В. Селекция лесных и декоративных древесных растений: учебник. М: МГУЛ, 2014. 552 с.
19. Современное состояние лесной селекции в Российской Федерации: тренд последних десятилетий / Царев А.П. [и др.] // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 6. С. 38–55.
20. Теория статистики: учебник / Р.А. Шмойлова [и др.]. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2004. 656 с.
21. Энциклопедия агролесомелиорации / сост. Е.С. Павловский. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 675 с.

22. Ahtikoski A., Pulkkinen P. Cost-Benefit Analysis of Using Orchard or Stand Seed in Scots Pine Sowing, the Case of Northern Finland. *New Forests*. 2003; 26(3): 247–262.
23. Hayatgheibi H., Berlin M., Haapanen M. [et al.] Application of Transfer Effect Models for Predicting Growth and Survival of Genetically Selected Scots Pine Seed Sources in Sweden. *Forests*. 2020; 11(12): 1337.
24. Neyko I., Kolchanova O., Monarkh V. [et al.] Seed Productivity and Variability of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Clones of Finnish Origin in Seed Orchard in the Central Part of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. 2020; 62(1): 10–12.
25. State of the World's Forests: Enhancing the Socioeconomic Benefits from Forests. Rome: FAO; 2014.

REFERENCES:

1. Agroforestry / ed. by A.L. Ivanov, K.N. Kulik. 5th ed., rev. and add. Volgograd: VNIALMI; 2006. (In Russ.)
2. Anuchin N.P. Forest taxation. 3rd ed., rev. and add. Moscow: Lesnaya promyshlennost; 1971. (In Russ.)
3. Engineering biology: a textbook / ed. By Sukhorukikh Yu.I. 4th ed., ster. St. Petersburg: Lan; 2017. (In Russ.)
4. Kryuchkov S.N., Mattis G.Ya. Afforestation in arid conditions. Volgograd: VNIALMI; 2014. (In Russ.)
5. Kulaichev A.P. Methods and means of complex data analysis: a tutorial. 4th ed. revised and add. Moscow: Forum; INFRA-M; 2006. (In Russ.)
6. Kulik K.N. [et al.] Scientific basis for the introduction of tree species by the method of generic complexes for the enrichment of the dendroflora of multifunctional forest reclamation plantations. International scientific school «Paradigm»: collection of scientific articles. V. 8. Biology. Chemistry. Agriculture. Varna: Paradigm. 2015: 167–189. (In Russ.)
7. Lakin G.F. Biometrics: a textbook. 4th ed., rev. and add. Moscow: Higher school; 1990. (In Russ.)
8. Forest management instruction: approved by order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated March 29, 2018; 122. (In Russ.)
9. Melikhov V.V., Kulik K.N. Protective afforestation as the main element of complex land reclamation and a factor of environmental and food security of the Russian Federation. *Irrigated agriculture*. 2020; 1: 6–7. (In Russ.)
10. Belyaev A.I. [et al.]. Guidelines for phytomeliorative reconstruction of degraded and desert pastures of the Russian Federation with innovative environmentally friendly resource-saving technologies. Volgograd: Federal Scientific Center of Agroecology RAS; 2021. (In Russ.)
11. Petrov S.A. Methods for determining and practical use of the heritability coefficient in forestry. Moscow: Type. TsBNTILeskhoza; 1973: 51 p. (In Russ.)
12. On the approval of the Rules for sanitary safety in forests: Decree of the Government of the Russian Federation of December 9, 2020; 2047. (In Russ.)
13. On approval of the Rules for the creation and allocation of forest seed production facilities (forest seed plantations, permanent forest seed plots and similar facilities): Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated October 20, 2015 No. 438 (registered with the Ministry of Justice of Russia on February 12, 2016 N 41078).
14. Rulev A.S., Pugacheva A.M. Formation of a new agroforestry paradigm. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2019; 89(10): 1044–1051. (In Russ.)
15. Sukhorukikh Yu.I. [et al.] Selection of walnut for protective afforestation recommendations. Maikop; 2007. (In Russ.)
16. Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G. Selection of walnut for field-protective afforestation. *News of higher educational institutions. The North Caucasian region. Natural Sciences*. 2003; S12: 60–63. (In Russ.)

17. Guidelines for forest seed production in the Russian Federation: approved by Rosleskhoz 11.01.2000. Moscow: VNIITSlesresurs; 2000: 198 p. (In Russ.)
18. Tsarev A.P., Pogiba S.P., Laur N.V. Selection of forest and ornamental woody plants: a textbook. Moscow: MGUL; 2014: 552 p. (In Russ.)
19. Tsarev A.P. [et al.] The current state of forest breeding in the Russian Federation: the trend of recent decades. *Izvestiya vuzov. Forest magazine*. 2021; 6: 38–55. (In Russ.)
20. Shmoylova R.A., Minashkin V.G., Sadovnikova N.A. [et al.] Theory of statistics: a textbook / R.A. Shmoylova 4th ed., revised and add. Moscow: Finance and statistics; 2004: 656 p. (In Russ.)
21. Encyclopedia of agroforestry / comp. by E.S. Pavlovsky. Volgograd: VNIALMI; 2004: 675 p. (In Russ.)
22. Ahtikoski A., Pulkkinen P. Cost-Benefit Analysis of Using Orchard or Stand Seed in Scots Pine Sowing, the Case of Northern Finland. *new forests*. 2003; 26(3): 247–262.
23. Hayatgheibi H., Berlin M., Haapanen M. [et al.] Application of Transfer Effect Models for Predicting Growth and Survival of Genetically Selected Scots Pine Seed Sources in Sweden. *forests*. 2020; 11(12): 1337.
24. Neyko I., Kolchanova O., Monarkh V. [et al.] Seed Productivity and Variability of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Clones of Finnish Origin in Seed Orchard in the Central Part of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. 2020; 62(1): 10–12.
25. State of the World's Forests: Enhancing the Socioeconomic Benefits from Forests. Rome: FAO; 2014.

Информация об авторах / Information about the authors

Юрий Иванович Сухоруких, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор
drsuchor@rambler.ru

Светлана Герсановна Биганова, доцент кафедры информационной безопасности и прикладной информатики ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
svetlanabiganowa@yandex.ru

Алексей Павлович Глинушкин, директор федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, академик РАН
vniif@vniif.ru

Лариса Леонтьевна Свиридова, технический секретарь диссертационного совета федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», кандидат сельскохозяйственных наук

Yury Ivanovich Sukhorukikh, a leading researcher of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, a professor
drsuchor@rambler.ru

Svetlana Gersanovna Biganova, an associate professor of the Department of Information Security and Applied Informatics, FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Agricultural Sciences, an assistant professor
svetlanabiganowa@yandex.ru

Alexey Pavlovich Glinushkin, a director of the Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Phytopathology», Doctor of Agricultural Sciences, a professor of the Russian Academy of Sciences, an academician of the Russian Academy of Sciences.
vniif@vniif.ru

Larisa Leontievna Sviridova, a technical secretary of the Dissertation Council of the Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Phytopathology», Candidate of Agricultural Sciences