

РОСТ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И СОХРАННОСТЬ ЭКОТИПОВ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ КЛИНСКО-ДМИТРОВСКОЙ ГРЯДЫ

П.Г. Мельник

ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (Мытищинский филиал), Россия, 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

melnik_petr@bk.ru

Представлены результаты исследования экотипов ели в Сенежском участковом лесничестве Клинского филиала Государственного автономного учреждения Московской области (ГАУ МО) «Мособллес», расположенном в пределах Клинско-Дмитровской гряды Смоленско-Московской возвышенности. Представленный спектр испытываемых провениенций довольно широк и в меридианном направлении охватывает ареал рода *Picea* от Калининградской области (Россия) и Прибалтики (Литва, Латвия, Эстония) до Новосибирской и Томской областей (Западная Сибирь, Россия). Установлено лидирование по высоте стволов йонишского (26,4 м), струго-красненского (26,2 м), шарангского (25,9 м), яунелгавского (25,7 м), выгодского (25,6 м) и куменского (25,5 м) экотипов, растущих по Ib классу бонитета. Определен высокий запас стволовой древесины у экотипов из Гродненской, Брестской и Минской областей Белоруссии, Псковской области России и Львовской области Украины. Зафиксирован высокий средний прирост по запасу для лидирующих по продуктивности стволовой древесины провениенций. Дана оценка лесоводственного эффекта по комплексному показателю целесообразности внедрения конкретных провениенций ели. Выявлены перспективные экотипы ели как в России, так и за рубежом.

Ключевые слова: ель, *Picea*, провениенция, экотип, географические лесные культуры, лесоводственный эффект, Клинско-Дмитровская гряда

Ссылка для цитирования: Мельник П.Г. Рост, продуктивность и сохранность экотипов ели в условиях Клинско-Дмитровской гряды // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 5. С. 98–109.
DOI: 10.18698/2542-1468-2025-5-98-109

В России первые опыты с географическими культурами ели были проведены в Подмоскowie в 1893 г. профессором М.К. Турским (1840–1899) на Лесной опытной даче Петровской земледельческой и лесной академии (ныне Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева). Закладка культур ели выполнялась сеянцами, выращенными из девяти образцов семян, главным образом западноевропейского происхождения, полученных из Франции, Германии и Норвегии [1]. Анализ этих посадок показал, что ель из Норвегии погибла вследствие заглушения ее окружающими соснами и осинами, а также навала снега [2]. В 1896 г. проведены посадки саженцами 2–4 лет из семян происхождения из Средней Франции — четыре образца, Фонтенбло (Франция) — два образца, по одному образцу из Дармштадта (Германия), Баварии (Германия), Нанси (Франция), Владимирской губернии и Кеми — всего 11 образцов. Весной 1916 г. профессором Н.С. Нестеровым (1860–1926), преемником опытов профессора М.К. Турского по изучению географической

изменчивости основных лесобразующих пород на Лесной опытной даче Петровской академии, были посажены культуры ели четырехлетними сеянцами из семенного материала происхождения из Келецкой, Сувалкской, Ломжинской, Могилевской, Виленской и Смоленской губерний и пятилетними сеянцами из Курляндской, Ковенской, Московской, Тверской и Казанской губерний на площади 1,19 га. В 1917 г. Н.С. Нестеров заложил еще один опытный объект географических культур ели, представленный шестью пунктами Европейской части России [3].

В посадках М.К. Турского лучшие показатели роста оказались у ели из Дармштадта — 7,7 м, в посадках Н.С. Нестерова — у ели из Нанси — 6,9 м, в то время как у местной ели (из Владимирской губернии) — 4,7 м. Несмотря на медленный рост, местной ели отдано решительное предпочтение. Существенными недостатками елей южного происхождения, в том числе и германской, стали кривизна ствола, а также сильный косослой, значительно снижающие техническую пригодность их древесины. Германская ель чаще страдала от морозов, кроме того, больше, чем местная, подвергалась в жердняках ветро- и снеголому [2].

Интерес европейских лесоводов к проблеме изучения географического происхождения семян возник в конце XIX в. в связи с неудачами при создании лесных культур инорайонными семенами. В географических посадках ели, заложенных в 90-х годах XIX столетия А. Цизляром в Австрии в окрестностях Вены из семян, которые были собраны в разных районах Западной Европы, в Финляндии и в России, были замечены ясно выраженные различия по ежегодному приросту [4]. В 1912 г. при осмотре одновозрастных культур ели, было установлено, что ели из местных семян имели высоту 3–4 м, а из финских — были вдвое ниже [5].

В 1938 г. Международным союзом лесных исследовательских организаций — International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) была разработана широкомасштабная программа, согласно которой географические культуры были заложены в Бельгии, Великобритании, Норвегии, Румынии, США, Финляндии, Франции, Чехословакии и Швеции. В 1964–1968 гг. в рамках работы IUFRO заложили вторую серию географических культур ели, охватившую 1100 провениенций всего природного ареала ели [6].

Термин «провениенция» характеризует изначальную принадлежность растений, объединенных по географическому происхождению, к какой-либо группе, часто употребляется зарубежными учеными [7] (далее по тексту термины «климатический экотип» или «климатип», «происхождение», «провениенция» и «вариант» употребляются как синонимы).

Самым «старым» опытом закладки географических культур ели, сохранившимися до наших дней, следует считать объект, заложенный в 1957 г. на территории Свердловского лесничества Щелковского учебно-опытного лесхоза Московского лесотехнического института в северо-восточном Подмоскowie [3]. В культурах ель представлена шестью образцами, происхождением из Котласского лесхоза Архангельской, Череповецкого лесхоза Вологодской, Шарьинского лесхоза Костромской, Алексинского лесхоза Тульской, Касимовского лесхоза Рязанской и Загорского лесхоза Московской областей.

В 1961 г. под руководством профессора М.М. Вересина опытные культуры ели различного географического происхождения заложены в Центральном Черноземье (вне ареала ели) — под Воронежем на площади 1,21 га. Для закладки опыта от Всесоюзной лесосеменной станции было получено 108 образцов семян ели, в том числе 90 образцов ели европейской, 11 — сибирской, 3 — аянской, 3 — ели Шренка и один образец ели восточной [8]. Согласно исследованиям, проведенным на данном объекте

М.М. Вересиным и С.М. Ивановым [9], установлен лучший рост и состояние потомств популяций ели из семян Центральной, Полесской, Прибалтийской и Предуральской провинций.

В 1964–1968 гг. под кураторством Всесоюзной лесосеменной станции была создана довольно представительная сеть географических культур ели, состоящая из семи пунктов в пределах Европейско-Уральского региона СССР [3]. Результаты роста 12-летних географических культур этой серии изложены в работе [10]. Во всех пунктах испытания потомства популяций ели европейской растут лучше образцов потомства елей сибирской и гибридной.

В период с 1976 по 1978 гг. по государственной программе заложена новая сеть географических культур ели, включающая в себя 17 пунктов испытания потомств 58 популяций на общей площади 228 га.

Первые результаты отечественного эксперимента по изучению географических лесных культур ели содержатся в работах Н.С. Нестерова [2], А.С. Яблокова [5], М.М. Вересина [11], А.М. Пальцева [12], Б.Н. Куракина [13], С.А. Ростовцева [14], А.Д. Дурсина [15], А.М. Шутяева [16], Г.Ш. Камалтинова [17], А.Н. Тишечкина [18], М.Д. Мерзленко [19], С.Н. Тарханова [20] и др.

На современном этапе основное внимание при изучении географической изменчивости ели уделяется в основном интенсивности роста [21–27], продуктивности [21–27], сохранности [22–27], радиальному приросту [23, 24, 28, 29], качеству древесины [23–25, 29], репродуктивному потенциалу [23, 31], устойчивости к периодическим колебаниям климата [23, 28, 31] и болезням [29, 32], пигментному составу хвои [33], филогеографии популяций [34] и другим признакам. Однако до сих пор недостаточно работ, посвященных росту, продуктивности и сохранности различных географических провениенций ели в завершающей стадии фазы приспевания.

Цель работы

Цель работы — исследование особенностей роста, продуктивности и сохранности географических экотипов ели в условиях Клиньско-Дмитровской гряды на основании изучения широкого евро-азиатского ареала происхождения в завершающей стадии фазы приспевания.

Объекты и методы исследования

В апреле 1963 г. Главлесхоз РСФСР рекомендовал для повышения продуктивности лесов наряду с общепринятыми методами внедрить

Т а б л и ц а 1

**Агрохимический анализ почвы на
площади географических культур ели в
Сенежском участковом лесничестве**

**Agrochemical analysis of soil
in the spruce planting area
in the Senezh district forestry**

Гори- зонт	рН солевой вытяжки	Содержание, мг		
		Обменный калий в 1 мг на 100 г почвы	Легкогидро- лизующий фосфор в 1 мг на 100 г почвы	Гумус
A ₀	4,10	17,40	8,60	2,16
A ₁	4,20	21,20	6,26	—
B ₁	3,90	11,60	9,88	—
B ₂	3,85	16,30	6,92	—

метод географических культур и принял следующее решение: закладку географических культур ели провести в Солнечногорском опытно-показательном леспромхозе Московской области (ныне Клинский филиал ГАУ МО «Мособллес»). В 1965–1967 гг. под руководством главного лесничего, заслуженного лесовода России, канд. с.-х. наук А.М. Пальцева (1925–1996) были выполнены географические посевы (весна 1965 г.) ели европейской, ели сибирской и их гибридов семенами, собранными в пределах ареала ели (48–70° с. ш. и 21–141° в. д.). В течение двух лет (1965–1967) проводили инвентаризацию посевов на 1 октября — 14 образцов не дали всходов. В конце апреля — начале мая 1967 г. были выкопаны двухлетние сеянцы, из них отсортированы 42 420 годных к посадке. Для каждого экотипа выделяли 500 сеянцев, для отдельных 300–450. В 1967 г. весной были заложены географические культуры ели двухлетними сеянцами в 3–4-кратной повторности на площади 8,9 га в Сенежском участковом лесничестве. При закладке учитывали однородность почвенных условий и рельефа.

Почвы участка под географическими культурами ели формировались на покровных суглинках. На всей площади географических культур преобладают дерново-слабоподзолистые, среднесуглинистые на покровном суглинке почвы. Почва на объекте географических культур в Сенежском участковом лесничестве имеет следующие характеристики (табл. 1).

Почва — сильноокислая, богата калием, фосфором обеспечена средне, малогумусирована. Тип условий местопроизрастания — свежая сложная суборь C₂. Всего механизированным способом было высажено 63 экотипа, охваты-

вающих практически весь ареал рода *Picea* от Калининградской области, Прибалтики, Белоруссии и Украины до Новосибирской и Томской областей, с размещением 2×1 м при густоте посадки 5 тыс. сеянцев на 1 га.

Собраны сведения о географическом происхождении семенного материала в разрезе лесосеменных районов и подрайонов [35] (табл. 2).

Начальные фазы роста географических культур ели: приживания, индивидуального роста, смыкания, чащи, жердняка — изучены А.М. Пальцевым и подробно изложены в его публикациях и кандидатской диссертации [36–38]. Фазы формирования стволов и приспевания исследовались другими научными коллективами под руководством П.Г. Мельника [24].

По достижении каждым экотипом ели 53-летнего возраста на пробных площадях была выполнена инструментальная таксация в соответствии с ОСТ 56-69–83 [39]. Из широкого спектра представленных в географических культурах экотипов в 2019 г. было выполнено обследование на общей площади 8,9 га и проведен сплошной пересчет на 48 постоянных пробных площадях по общепринятым в лесной таксации методикам [40]. Географический спектр испытанных в лесных культурах Сенежского лесничества экотипов ели показан на рис. 1.

В камеральных условиях для достоверной оценки по использованию семенного материала конкретных испытываемых форм и провенциций ели рассчитан обобщенный относительный показатель, выраженный в единицах (долях) стандартного отклонения, что широко используется зарубежными учеными [41–43]. Методика расчетов для географических культур сосны обыкновенной и лиственницы подробно изложена в работе [44]. Для объективной оценки роста провенциций на завершающей стадии фазы приспевания использован индекс оценки потомств [45]. Для исследуемых экотипов ели были рассчитаны индексы в 37 лет, 47 лет и 53 года.

Результаты и обсуждение

В период последнего обследования возраст географических лесных культур составил 53 года (биологический возраст ели 55 лет). В этом возрасте культуры ели по своему развитию находились на завершающей стадии фазы приспевания, для которой в целях оптимизации роста искусственного насаждения особо важное значение приобретает текущая густота древостоя. Завершение фазы приспевания совпадает с уменьшением жизненного потенциала по объему ствола до 2,0 [46].

Т а б л и ц а 2

**Материнские насаждения ели в географических посадках
Сенежского участкового лесничества**

Parent spruce stands in the provenance trial of Senezh district forestry

Номер экотипа	Географический район происхождения	Лесосеменной район	Лесосеменной подрайон
95	Россия, Мурманская обл., Полярный лесхоз	1. Кольский	
47	Россия, Республика Карелия, Петрозаводский лесхоз	4. Южно-карельский	
31	Россия, Республика Коми, Сыктывкарский лесхоз	5. Верхнедвинский	б. Вычегодский
37	Россия, Кировская обл., Куменский лесхоз	7. Вятский	а. Кировский
107	Россия, Удмуртская Республика, Ижевский лесхоз		в. Удмуртский
62	Россия, Нижегородская обл., Шарангский лесхоз	8. Ветлужский	
58	Россия, Республика Марий Эл, Сернурский лесхоз		
105	Россия, Республика Татарстан, Арский лесхоз		
40	Россия, Ленинградская обл., Волосовский лесхоз	9. Северо-Западный	а. Ленинградский
45	Россия, Псковская обл., Струго-Красненский лесхоз		б. Новгородско-Псковский
83	Россия, Московская обл., Солнечногорский лесхоз (контроль)	10. Центральный	б. Московский
63	Россия, Владимирская обл., Кольчугинский лесхоз		
69	Россия, Ивановская обл., Заволжский лесхоз		
70	Россия, Ивановская обл., Шуйский лесхоз		
77	Эстония, Таллинский лесхоз	12. Эстонский	а. Прибрежный
73	Латвия, Тукумский лесхоз	13. Латвийский	а. Западный
75	Латвия, Яунелгавский лесхоз		б. Восточный
82	Литва, Йонишкский лесхоз	14. Литовский	б. Средний
38, 39	Россия, Калининградская обл., Полесский леспромхоз	15. Калининградский	
15	Белоруссия, Витебская обл., Поставский лесхоз	16. Белорусский	а. Северный
17	Белоруссия, Гродненская обл., Сморгонский лесхоз		б. Центральный
16	Белоруссия, Минская обл., Логайский лесхоз		
13	Белоруссия, Брестская обл., Кобринский лесхоз	17. Полесский	
4	Украина, Закарпатская обл., Буштынский лесокOMBINAT	20. Карпатский	а. Высокогорный
5	Украина, Львовская обл., Сколевский лесхоззаг		б. Низкогорный
101	Украина, Черновицкая обл., Путильский лесокOMBINAT		
99	Украина, Ивано-Франковская обл., Выгодский лесокOMBINAT		
3	Украина, Волынская обл., Владимир-Волынский лесхоз	21и. Южнополесский	а. Ровенско-Житомирский
34	Россия, Пермский край, Шемейский лесхоз	26.Среднепредуральский	а. Верхнекамский
35	Россия, Пермский край, Добрянский лесхоз		б. Среднекамский
92	Россия, Республика Башкортостан, Инзерский лесхоз	27. Южноуральский	б. Горнолесной западный
55	Россия, Томская обл., Томский лесхоз	42. Приобский	г. Чулымский
56	Россия, Новосибирская обл., Новосибирский лесхоз	45. Салаиро-Кузнецкий	
Примечание. Здесь и далее названия экотипов ели даны в соответствии с актуальными названиями на год закладки географических культур.			

После детального обследования географических культур были исключены из дальнейших исследований волынский (см. табл. 2, № 3), закарпатский (№ 4), владимирский (№ 63) и ивановский (№ 69) экотипы, расположенные на южной границе объекта и выпавшие после засухи 2010 года.

Ввиду небольшого количества представленных на пробной площади деревьев строить какие-либо прогнозы по перспективности этих экотипов недопустимо [47]. В результате обработки полевого материала были получены лесоводственно-таксационные характеристики экотипов ели в географических лесных культурах

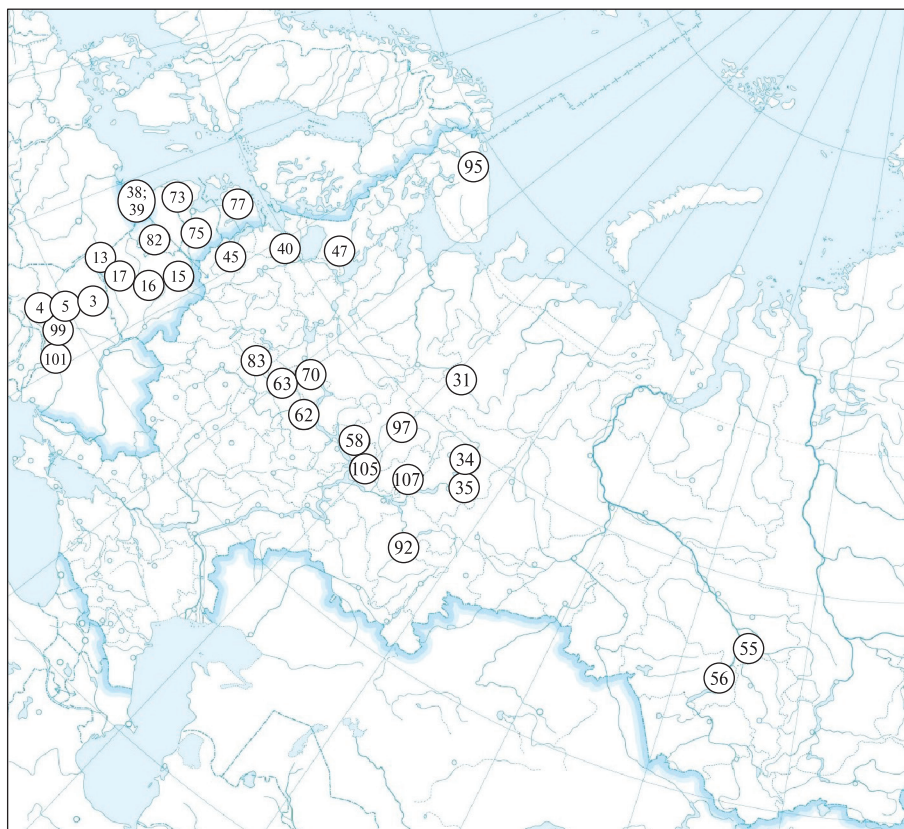


Рис. 1. Пункты сбора семян ели для географических культур Сенежского участкового лесничества Солнечногорского лесхоза Московской области (номера пунктов см. табл. 1)

Fig. 1. Spruce seed collection points in provenance trial of the Senezh district forestry of Solnechnogorsk in the Moscow region (point numbers correspond to Table 1)

Т а б л и ц а 3

**Таксационная характеристика 53-летних экотипов ели
в географических посадках Сенежского участкового лесничества**

**Inventory characteristics of 53-year-old spruce ecotypes
in provenance trial of the Senezh district forestry**

Номер экотипа	Географический район происхождения	H_{cp} , м	$D_{1,3}$, см	N , шт./га	M , м ³ /га	Z_m , м ³	$V_{ств}$, м ³
<i>e</i> — ель европейская							
77	Эстония, Таллинский лесхоз	24,9	21,8	890	437	8,2	0,491
73	Латвия, Тукумский лесхоз	23,0	20,7	694	285	5,4	0,411
75	Латвия, Яунелгавский лесхоз	25,7	21,0	834	395	7,5	0,474
82	Литва, Йонишкский лесхоз	26,4	21,4	1003	495	9,3	0,494
38, 39	Россия, Калининградская обл., Полесский леспромхоз	25,2	21,4	1036	500	9,4	0,482
15	Белоруссия, Витебская обл., Поставский лесхоз	25,2	20,6	1152	504	9,5	0,438
17	Белоруссия, Гродненская обл., Сморгонский лесхоз	24,1	22,4	1180	605	11,4	0,513
16	Белоруссия, Минская обл., Логойский лесхоз	24,0	20,2	1332	545	10,3	0,409
13	Белоруссия, Брестская обл., Кобринский лесхоз	24,7	22,0	1165	578	10,9	0,496
5	Украина, Львовская обл., Сколевский лесхоззаг	24,9	22,2	1101	552	10,4	0,501
101	Украина, Черновицкая обл., Путильский лесокombинат	24,5	21,4	846	391	7,4	0,462
99	Украина, Ивано-Франковская обл., Выгодский лесокombинат	25,6	25,7	443	311	5,9	0,702
В среднем:		24,9	21,7	973	467	8,8	0,480
В процентах относительно контрольного значения:		108,7	97,3	62,3	92,7	88,9	149,1

Окончание табл. 3

Номер экотипа	Географический район происхождения	$H_{\text{ср}}$, м	$D_{1,3}$, см	N , шт./га	M , м ³ /га	Z_m , м ³	$V_{\text{ств}}$, м ³
<i>d</i> — ель европейская с признаками гибридности							
40	Россия, Ленинградская обл., Волосовский лесхоз	23,8	20,1	1145	455	8,6	0,397
45	Россия, Псковская обл., Струго-Красненский лесхоз	26,2	21,6	1150	584	11,2	0,480
83	Россия, Московская обл., Солнечногорский опытный лесхоз (контроль)	22,9	22,3	1561	504	9,9	0,322
70	Россия, Ивановская обл., Шуйский лесхоз	24,0	20,8	890	391	6,9	0,439
В среднем:		24,2	21,2	1187	484	9,1	0,408
В процентах относительно контрольного значения:		105,7	95,1	76,0	96,0	91,9	126,7
<i>c</i> — ель гибридная							
95	Россия, Мурманская обл., Полярный лесхоз	22,6	21,2	200	84	1,6	0,420
47	Россия, Республика Карелия, Петрозаводский лесхоз	24,9	24,7	727	455	8,6	0,626
31	Россия, Республика Коми, Сыктывкарский лесхоз	23,3	21,7	853	395	7,5	0,463
37	Россия, Кировская обл., Куменский лесхоз	25,5	27,1	492	376	7,1	0,764
107	Россия, Удмуртская Республика, Ижевский лесхоз	22,7	25,7	676	411	7,8	0,608
62	Россия, Нижегородская обл., Шарангский лесхоз	25,9	22,0	798	409	7,7	0,513
58	Россия, Республика Марий Эл, Сернурский лесхоз	22,5	23,7	721	390	7,4	0,541
105	Россия, Республика Татарстан, Арский лесхоз	23,8	27,1	522	361	6,8	0,692
В среднем:		24,3	24,2	624	360	6,8	0,577
В процентах относительно контрольного значения:		106,1	108,5	40,0	71,4	68,7	179,2
<i>b</i> — ель сибирская с признаками гибридности							
34	Россия, Пермский край, Шемейский лесхоз	24,3	24,0	661	381	7,2	0,576
35	Россия, Пермский край, Добрянский лесхоз	24,4	24,3	590	358	6,8	0,607
92	Россия, Республика Башкортостан, Инзерский лесхоз	23,5	21,8	529	251	4,7	0,474
В среднем:		24,1	23,4	593	330	6,2	0,556
В процентах относительно контрольного значения:		105,2	104,9	38,0	65,5	62,6	172,7
<i>a</i> — ель сибирская							
55	Россия, Томская обл., Томский лесхоз	21,8	24,6	175	114	2,2	0,651
56	Россия, Новосибирская обл., Новосибирский лесхоз	23,8	28,2	309	258	4,9	0,835
В среднем:		22,8	26,4	242	186	3,5	0,769
В процентах относительно контрольного значения:		99,6	118,4	15,5	36,9	35,4	238,8
Примечание. $H_{\text{ср}}$ — средняя высота насаждений, м; $D_{1,3}$ — средний диаметр деревьев в насаждении, см; N — густота стояния (количество) деревьев, шт./га; M — запас стволовой древесины, м ³ /га; Z_m — средний прирост по запасу на участке за год, м ³ ; $V_{\text{ств}}$ — средний объем ствола дерева, м ³ .							

Сенежского участкового лесничества Клинского филиала ГАУ МО «Мособллес», позволяющие оценить их потенциальную продуктивность по лесорастительным зонам в условиях Клинско-Дмитровской гряды (табл. 3).

Для лесоводственной оценки и удобства выделения перспективных экотипов в работе было принято разделение популяций ели по формам: *e* — европейская; *d* — европейская с признаками гибридности; *c* — гибридная; *b* — сибирская с признаками гибридности; *a* — сибирская [48].

Анализ полученных результатов показал, что географические культуры ели различного происхождения различаются по росту в высоту. Лучший рост по высоте показали экотипы

ели европейской (*e*): йонишкский (26,4 м), яунелгавский (25,7 м) и выгодский (25,6 м), ели европейской с признаками гибридности (*d*): струго-красненский (26,2 м) и ели гибридной (*c*): шарангский (25,9 м) и куменский (25,5 м) экотипы, растущие по Ib классу бонитета. Худшие результаты (в пределах 21,8...22,6 м) свойственны экотипам ели из Томской и Мурманской областей, а также Республики Марий Эл. Среди исследуемых форм самые лучшие результаты по росту в высоту показали экотипы ели европейской (*e*), их средняя высота достигала 24,9 м, что составляет 108,7 % относительно контрольного значения, а также экотип ели из Солнечногорского опытного лесхоза Московской области.

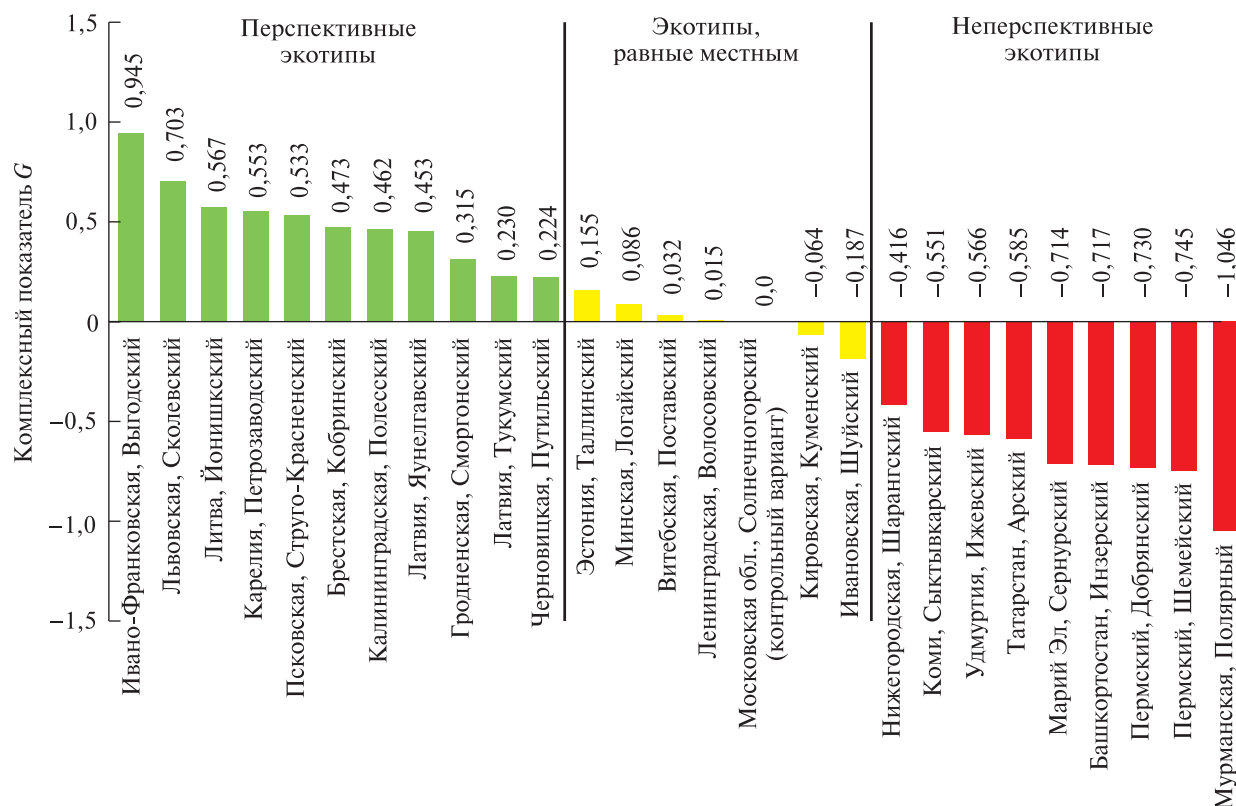


Рис. 2. Комплексная относительная оценка успешности провениенций ели в географических культурах Сенежского участкового лесничества

Fig. 2. Comprehensive relative assessment of spruce provenances vitality in the Senezh district forestry

Результаты измерения диаметра стволов показали, что экотипы ели европейской с признаками гибридности (*d*) несколько отстают от экотипов ели европейской (*e*), их средний диаметр стволов достигает 21,2 и 21,7 см соответственно, что составляет 95,1 и 97,3 % относительно контрольного значения. По показателю среднего диаметра ствола наилучший результат зафиксирован у выгодского (25,7 см) и карельского (24,7 см) экотипов. Высокое значение среднего диаметра (в пределах 24,6...28,2 см) отмечено у провениенций из Удмуртии, Татарстана, Кировской, Томской и Новосибирской областей, что вызвано сильной сбежистостью стволов при низкой сохранности деревьев 175...676 шт./га. Худшие показатели (в пределах 20,1...20,8 см) зафиксированы у экотипов ели из Ленинградской (20,1 см), Минской (20,2 см), Витебской (20,6 см) и Ивановской (20,8 см) областей, а также из Тукумского лесхоза Латвии (20,7 см).

Сохранность — это основной показатель состояния географических экотипов в лесных культурах. Хорошую сохранность показали экотипы ели европейской (*e*) — 21,6 % и ели европейской с признаками гибридности (*d*) —

26,7 %. Самой высокой сохранностью характеризуются экотипы местной (подмосковной) ели, белорусские провениенции, представленные образцами из Минской (29,6 %), Гродненской (26,2 %), Брестской (25,9 %), Витебской (25,6 %), а также Псковской (25,6 %), Ленинградской (25,4 %) областей и Львовской области Украины (24,5 %). По данным работы А.М. Пальцева [37] в I классе возраста, гродненский и брестский экотипы были также в числе лучших по сохранности наряду с экотипами местного происхождения. Наименьшая сохранность зафиксирована у экотипов гибридной (*c*) формы ели (5,7 %) и ели сибирской с признаками гибридности (*b*) (2,6 %). Относительно низкая сохранность отмечена для сибирской (*a*) формы ели, томского (3,9 %) и новосибирского (6,9 %) экотипов из Западной Сибири.

По запасу стволовой древесины лидируют экотипы ели европейской (*e*) и ели европейской с признаками гибридности (*d*), средний запас древесины у них достигает 467 и 484 м³/га соответственно. Высокой продуктивностью характеризуются экотипы из Гродненской (605 м³/га), Псковской (584 м³/га), Брестской (578 м³/га),

Львовской (552 м³/га) и Минской (545 м³/га) областей, превышающие по этому показателю контрольное значение (Московская обл., Солнечногорский опытный лесхоз — 504 м³/га, 100 %) на 108...120 %. Для лидирующих по запасу стволовой древесины провений зафиксирован также и высокий средний прирост по запасу 10,3...11,4 м³ за год. Наихудшие результаты по запасу стволовой древесины выявлены у экотипов из Мурманской (84 м³/га), Томской (114 м³/га), Новосибирской (258 м³/га) областей и Республики Башкортостан (251 м³/га), остальные провения занимают промежуточное положение.

К числу лучших провений по среднему объему ствола дерева следует отнести ель из Кировской области — 0,764 м³ и Ивано-Франковской области Украины — 0,702 м³, Пермского края (Добрянский лесхоз) — 0,607 м³, Республики Татарстан — 0,692 м³, Республики Карелия — 0,626 м³ и Удмуртской Республики — 0,608 м³. Минимальные средние объемы ствола дерева зафиксированы у провений ели из Московской — 0,322 м³, Ленинградской — 0,397 м³, Минской — 0,409 м³, Мурманской — 0,420 м³, Витебской — 0,438 м³ и Ивановской (0,439 м³) областей, а также из Латвии (Тукумский лесхоз) — 0,411 м³. Как отмечалось выше, высокие показатели среднего диаметра ствола, а также среднего объема ствола дерева у томского и новосибирского экотипов ели вызваны низкой сохранностью и сильной сбежистостью ствола, для этих экотипов в 53-летнем возрасте установлен распад насаждения, поэтому вышеназванные провения были исключены из дальнейших прогнозов.

Для получения полной картины о степени различия в росте и продуктивности инорайонных провений ели и местного (подмосковного) экотипа по модифицированной методике [44] выполнена комплексная относительная оценка успешности провений ели в географических культурах Сенежского участкового лесничества (рис. 2).

Сравнительная характеристика с использованием комплексного показателя успешности провений ели в географических посадках Сенежского участкового лесничества показала, что наиболее эффективными оказались экотипы из Украинских Карпат (№№ 5, 99, 101), северо-запада Европейской части России (№№ 38, 39, 45, 47) а также Белоруссии (№ 13 и № 17) и Прибалтики (№№ 73, 75, 82), превышающие контрольные значения более чем на 20 % ($G = 0,224...0,945$) (см. рис. 2). Экотипы из Эстонии, Минской, Витебской, Ленинградской, Кировской и Ивановской областей показали результат, близкий контрольному образцу

(местной популяции) ($G = -0,187...0,155$), у остальных провений ели итоговая относительная оценка лесоводственного эффекта по комплексному показателю оказалась ниже ($G = -0,415...-1,046$). Согласно данным работы О.В. Прониной [24], рассчитанные индексы оценки потомств для 18- и 37-летнего возраста на объекте проведенных исследований подтверждают возрастную стабильность лидерства ивано-франковского, брестского, черновицкого, гродненского, латвийского, львовского, псковского, а также литовского экотипов ели.

Выводы

1. Благодаря преимуществам в росте и высокому запасу стволовой древесины использование семян от популяций ели европейской из Псковской области, Гродненской, Брестской и Минской областей Белоруссии и Львовской области Украины позволяет повысить продуктивность лесных культур ели в зоне хвойно-широколиственных лесов до 20 % по сравнению с местными экотипами.

2. Самой высокой сохранностью характеризуются экотипы ели европейской (е) (21,6 %) и ели европейской с признаками гибридности (d) форм (26,7 %). Лучшими по сохранности являются экотипы ели местного (подмосковного) и белорусского происхождения, причем по этому показателю наблюдается возрастная стабильность на всех этапах и фазах роста географических культур.

3. Оценка лесоводственного эффекта экотипов ели по комплексному показателю способствовала выявлению преимуществ использования в условиях Клинско-Дмитровской гряды семенного материала из Псковской, Калининградской областей и Республики Карелии России, Брестской и Гродненской областей Белоруссии, Ивано-Франковской, Львовской и Черновицкой областей Украины, центральных районов Литвы и восточных районов Латвии.

Список литературы

- [1] Пальцев А.М., Мерзленко М.Д. Роль географических культур в лесокультурном деле. М.: МЛТИ, 1990. 54 с.
- [2] Нестеров Н.С. Лесная опытная дача в Петровском-Разумовском под Москвой. М.; Л.: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 1935. 560 с.
- [3] Пальцев А.М., Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт географических культур ели в зоне смешанных лесов. Обзорная информация. М.: Изд-во ВНИИЦлесресурс, 1995. 35 с.

- [4] Engler A. Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse // Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen. Zurich, 1913, bd. X, H. 3, pp. 191–386.
- [5] Яблоков А.С. Лесосеменное хозяйство. М.: Лесная пром-сть, 1965. 465 с.
- [6] Лесные генетические ресурсы России: изучение, сохранение, использование, управление: в 2 кн. / под ред. М.М. Паленова. Кн. 1. Пушкино: ВНИИЛМ, 2024. 546 с.
- [7] Paule L. Výškový a hrúbkový rast proveniencií smreka na provenienčnej pokusnej ploche Kováčova // Akta Fakultatis forestalis – Zvolen-Czechoslovakia, 1982, XXIV, pp. 53–68.
- [8] Шутяев А.М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья. М.: Изд-во НИИЛГиС, 2007. 296 с.
- [9] Вересин М.М., Иванов С.М. Экоотипы ели обыкновенной в опытных географических культурах // Лесохозяйственная информация, 1968. № 6. С. 5–6.
- [10] Правдин Л.Ф., Ростовцев С.А. Влияние происхождения семян ели обыкновенной на рост культур из них // Лесоведение, 1980. № 6. С. 3–10.
- [11] Вересин М.М. Лесное семеноводство. М.: Гослесбумиздат, 1963. 158 с.
- [12] Пальцев А.М. Географические культуры ели в Солнечногорском лесокомбинате // Лесное хозяйство, 1978. № 5. С. 62–65.
- [13] Куракин Б.Н. Рост сеянцев ели разного географического происхождения // Лесное хозяйство, 1979. № 11. С. 36–39.
- [14] Ростовцев С.А. Опыт географических культур ели обыкновенной в Европейской части СССР // Экспресс инф. ЦБНТИлесхоза, 1980. № 8. 23 с.
- [15] Дурсин А.Д. Географические культуры ели в Ленинградской области: дис. ... канд. с.-х. наук 06.03.01. Л.: Изд-во ЛЛТА, 1980. 337 с.
- [16] Шутяев А.М. Географические культуры ели в Липецкой области // Лесная интродукция. Воронеж: Изд-во ЦНИИ лесной генетики и селекции, 1983. С. 35–41.
- [17] Камалтинов Г.Ш. Особенности роста географических культур ели в Татарской АССР // Рубки и восстановление леса в Среднем Поволжье. М.: ВНИИЛМ, 1984. С. 91–99.
- [18] Тишечкин А.Н. Особенности роста и развития ели сибирской и европейской в зависимости от происхождения семян и климатических факторов на Среднем Урале: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук 06.03.01. Свердловск, 1987. 22 с.
- [19] Мерзленко М.Д. Выявление экоотипов ели лучшего роста для условий Московской области // Научные труды МЛТИ, 1989. Вып. 210. С. 33–36.
- [20] Тарханов С.Н. Изменчивость ели в географических культурах Коми АССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Москва, МЛТИ, 1990. 18 с.
- [21] Багаев С.С. Исследование географической изменчивости ели в Костромской обл. // Лесохозяйственная информация, 2014. № 4. С. 40–53.
- [22] Верас С.Н. Оценка состояния, роста и продуктивности 44-летних климатипов ели европейской в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов // Труды БГТУ. Лесное хозяйство, 2014. № 1. С. 124–126.
- [23] Наквасина Е.Н., Юдина О.А., Прожерина Н.А., Камалова И.И., Минин Н.С. Географические культуры в ген-экологических исследованиях на Европейском Севере. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. 308 с.
- [24] Пронина О.Н. Качество древесины ели разного географического происхождения в условиях Центральной России: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. М.: МГУЛ, 2008. 125 с.
- [25] Ковалевич А.И., Верас С.Н., Фомин Е.А. Особенности роста и развития провениенций ели европейской в географических культурах // Труды БГТУ. Лесное хозяйство, 2013. № 1. С. 138–140.
- [26] Николаева М.А., Крестьянов А.А., Каматов Д.Е., Ямалеев О.А. Использование географической изменчивости в селекции хвойных пород в Республике Башкортостан // Хвойные бореальной зоны, 2015. Т. XXXIII. № 1–2. С. 30–37.
- [27] Ребко С.В., Поплавская Л.Ф., Тупик П.В. Рост и состояние климатических экоотипов ели европейской в Беларуси // Природные ресурсы, 2024. № 1. С. 37–44.
- [28] Краснобаева С.Ю. Лучшие климатипы ели обыкновенной в географических культурах в Республике Татарстан // Лесотехнический журнал, 2013. № 2 (10). С. 31–37.
- [29] Наквасина Е.Н., Минин Н.С. Изменчивость структуры годичных колец и плотности древесины в географических культурах ели Архангельской области // Вестник Поморского университета. Серия: Естественные и точные науки, 2007. № 2. С. 78–85.
- [30] Демина Н.А., Наквасина Е.Н. Географическая изменчивость качества древесины ели и ее значение в целевом лесовыращивании // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки, 2013. № 2. С. 67–74.
- [31] Наквасина Е.Н., Юдина О.А., Покатило А.В. Ростовая и репродуктивная реакция *Picea abies* (L.) Karst. x *P. obovata* Ledeb. при имитации потепления климата // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки, 2016. № 1. С. 89–96.
- [32] Николаева М.А., Варенцова Е.Ю. Фитопатологическое состояние и сохранность ели в географических культурах Любанского лесничества Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2019. Вып. 228. С. 216–233. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.228.216-233
- [33] Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Щербаков А.Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны, 2021. Т. XXXIX. № 3. С. 161–166.
- [34] Potokina E.K., Kiseleva A.A., Nikolaeva M.A., Ivanov S.A., Ulianich P.S., Potokin A.F. Analysis of the polymorphism of organelle DNA to elucidate the phylogeography of norway spruce in the East European Plain // Russian J. of Genetics: Applied Research, 2015, v. 5, no. 4, pp. 430–439. DOI: 10.1134/S2079059715040176
- [35] Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. М.: Лесная пром-сть, 1982. 368 с.
- [36] Пальцев А.М. Сезонный рост географических культур ели обыкновенной в Московской области // Лесоведение, 1980. № 6. С. 11–18.
- [37] Пальцев А.М. Влияние географического происхождения семян ели на ее рост: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Москва, МЛТИ, 1984. 185 с.

- [38] Пальцев А.М. Географические культуры ели в лесокультурном деле // Лесохозяйственная информация, 1995. № 2. С. 28–37.
- [39] ОСТ 56-69–83. Пробные площади лесостроительные. Методы закладки. М.: Издательство стандартов, 1983. 59 с.
- [40] Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесная промышленность, 1971. 512 с.
- [41] Giertych M. Summary results of the IUFRO 1938 Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) provenance experiment Height growth // *Silvae Genetica*, 1976, v. 25, no. 5–6, pp. 154–164.
- [42] Giertych M. Summary of results on Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments // *Silvae Genetica*, 1979, v. 28, no. 4, pp. 136–152.
- [43] Paule L., Laffers A., Korpel S. Ergebnisse der Provenienzversuche mit der Tanne in der Slowakei // *VÜLH Zvolen (Forschungsbericht)*, 1985, pp. 137–159.
- [44] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Глазунов Ю.Б., Коженкова А.А., Перевалова Е.А. Результаты изучения географических посадок сосны и лиственницы в Серебряноборском опытном лесничестве // *Лесной вестник / Forestry Bulletin*, 2020. Т. 24. № 6. С. 34–43. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-34-43
- [45] Роне В.М. Генетический анализ лесных популяций. М.: Наука, 1980. 160 с.
- [46] Мерзленко М.Д., Бабич Н.А., Гаврилова О.И. Введение в экологию хвойных лесных культур. Архангельск: Изд-во САФУ, 2018. 379 с.
- [47] Зотов С.А., Дмитриев Е.В., Шибанов С.Ю. Оценка информационных возможностей гиперспектрального космического комплекса НПО «Лептон» и МФТИ в задаче мониторинга лесных территорий России // *Лесной вестник / Forestry Bulletin*, 2020. Т. 24. № 3. С. 26–32. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-3-26-32
- [48] Попов П.П. Ель европейская и сибирская: структура, интерградация и дифференциация популяционных систем. Новосибирск: Наука, 2005. 231 с.

Сведения об авторе

Мельник Петр Григорьевич — канд. с.-х. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (Мытищинский филиал), melnik_petr@bk.ru

Поступила в редакцию 20.07.2025.

Одобрено после рецензирования 25.08.2025.

Принята к публикации 11.09.2025.

GROWTH, PRODUCTIVITY AND PRESERVATION OF SPRUCE ECOTYPES IN KLINSK-DMITROV LOW RIDGE

P.G. Mel'nik

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institut'skaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

melnik_petr@bk.ru

The results of a study of spruce ecotypes in the Senezhsky district of the Klin forestry branch of the Mosobles State Autonomous Institution in the Moscow Region, located within the Klinsko-Dmitrov low ridge of the Smolensk-Moscow Upland, are presented. The presented range of tested provenance is quite wide and in the meridian direction covers the range of the genus *Picea* from the Kaliningrad region (Russia) and the Baltic States (Lithuania, Latvia, Estonia) to the Novosibirsk and Tomsk regions (Western Siberia, Russia). The trunks height range of the Yonishka (26,4 m), Strugo-Krasnensky (26,2 m), Sharangsky (25,9 m), Yaunelgavsky (25,7 m), Vygodsky (25,6 m) and Kumensky (25,5 m) ecotypes growing according to the Ib class of bonity has been established. Ecotypes from the Grodno, Brest and Minsk regions of Belarus, the Pskov region of Russia and the Lviv region of Ukraine have a high stock of stem wood. A high average increase in stock was recorded for the leading provenances in terms of stem wood productivity. An assessment of the forestry effect is given based on a complex indicator of the expediency of introducing specific spruce varieties. Vital ecotypes of spruce have been identified both in Russia and abroad.

Keywords: spruce, *Picea*, provenances, ecotype, geographical forest plantations, silvicultural effect, Klinsko-Dmitrov low ridge

Suggested citation: Mel'nik P.G. *Rost, produktivnost' i sokhrannost' ekotipov eli v usloviyakh Klinsko-Dmitrovskoy gryady* [Growth, productivity and preservation of spruce ecotypes in Klinsko-Dmitrov low ridge]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 5, pp. 98–109. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-5-98-109

References

- [1] Pal'tsev A.M., Merzlenko M.D. *Rol' geograficheskikh kul'tur v lesokul'turnom dele* [The role of provenances in forest breeding practice]. Moscow: MLTI, 1990, 54 p.

- [2] Nesterov N.S. *Lesnaya opytnaya dacha v Petrovskom-Razumovskom pod Moskvoy* [Forest experimental cottage in Petrovsky-Razumovsky near Moscow]. Moscow–Leningrad: Gosudarstvennoye izdatel'stvo kol'khoznoy i sovkhoznoy literatury [State Publishing House of Collective Farm and State Farm Literature], 1935, 560 p.
- [3] Pal'tsev A.M., Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Opyt geograficheskikh kul'tur eli v zone smeshannykh lesov. Obzornaya informatsiya* [The experience of geographical cultures of spruce in the zone of mixed forests]. Moscow: VNIITslesresurs, 1995, 35 p.
- [4] Engler A. Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen. Zurich, 1913, bd. X, h. 3, pp. 191–386.
- [5] Yablokov A.S. *Lesosemennoe khozyaystvo* [Forest Seed Management]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1965, 466 p.
- [6] *Lesnye geneticheskie resursy Rossii: izuchenie, sokhranenie, ispol'zovanie, upravlenie* [Forest genetic resources of Russia: study, conservation, use, management]. Ed. M.M. Palenova. V. 1. Pushkino: VNIILM, 2024, 546 p.
- [7] Paule L. Výškovy a hrúbkový rast proveniencií smreka na provenienčnej pokysnej ploche Kováčova. Akta Fakultatis forestalis – Zvolen-Czechoslovakia, 1982, t. XXIV, pp. 53–68.
- [8] Shutyaev A.M. *Izmenchivost' khvoynykh vidov v ispytatel'nykh kul'turakh Tsentral'nogo Chernozem'ya* [Variability of conifer species in test cultures of the Central Chernozem region]. Moscow: NIILGiS, 2007, 296 p.
- [9] Veresin M.M., Ivanov S.M. *Ekotipy eli obyknovennoy v opytnykh geograficheskikh kul'turakh* [Ecotypes of common spruce in experimental geographical cultures]. Lesokhozyaystvennaya informatsiya [Forestry Information], 1968, no. 6, pp. 5–6.
- [10] Pravdin L.F., Rostovtsev S.A. *Vliyanie proiskhozhdeniya semyan eli obyknovennoy na rost kul'tur iz nikh* [The influence of the origin of spruce seeds on the growth of crops from them]. Lesovedenie [Forest science], 1980, no. 6, pp. 3–10.
- [11] Veresin M.M. *Lesnoe semenovodstvo* [Forest Seed Production]. Moscow: Goslesbumizdat, 1963, 158 p.
- [12] Pal'tsev A.M. *Geograficheskie kul'tury eli v Solnechnogorskom lesokombinate* [Geographical spruce crops in Solnechnogorsk timber processing plant]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1978, no. 5, pp. 62–65.
- [13] Kurakin B.N. *Rost seyantsev eli raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya* [The growth of spruce seedlings of different geographical origin]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1979, no. 11, pp. 36–39.
- [14] Rostovtsev S.A. *Opyt geograficheskikh kul'tur eli obyknovennoy v Evropeyskoy chasti SSSR* [The experience of geographical cultures of the common spruce in the European part of the USSR]. Ekspres inf. TsBNTileskhoza, 1980, no. 8, 23 p.
- [15] Dursin A.D. *Geograficheskie kul'tury eli v Leningradskoy oblasti* [Spruce provenance trails in the Leningrad region]. Dis. Cand. Sci. (Agric.) 06.03.01. Leningrad, LTA, 1980, 337 p.
- [16] Shutyaev A.M. *Geograficheskie kul'tury eli v Lipetskoy oblasti* [Geographical spruce crops in the Lipetsk region]. Lesnaya introduktsiya. Voronezh: TsNII lesnoy genetiki i selektsii, 1983, pp. 35–41.
- [17] Kamaltinov G.Sh. *Osobennosti rosta geograficheskikh kul'tur eli v Tatarskoy ASSR* [Features of the growth of geographical spruce crops in the Tatar ASSR]. Rubki i vosstanovlenie lesa v Srednem Povolzh'e. Moscow: VNIILM, 1984, pp. 91–99.
- [18] Tishechkin A.N. *Osobennosti rosta i razvitiya eli sibirskoy i evropeyskoy v zavisimosti ot proiskhozhdeniya semyan i klimaticheskikh faktorov na Srednem Urale* [Features of the growth and development of Siberian and European spruce, depending on the origin of seeds and climatic factors in the Middle Urals]. Avtoref. Dis. ... Cand. Sci. (Agric.) 06.03.01. Sverdlovsk, 1987, 22 p.
- [19] Merzlenko M.D. *Vyyavlenie ekotipov eli luchshego rosta dlya usloviy Moskovskoy oblasti* [Identification of the best growth spruce ecotypes for the conditions of the Moscow region]. Nauch. tr. MLTI [Transactions of MLTI], 1989, iss. 210, pp. 33–36.
- [20] Tarkhanov S.N. *Izmenchivost' eli v geograficheskikh kul'turakh Komi ASSR* [The variability of spruce in the geographical cultures of the Komi ASSR]. Avtoref. Dis. ... Cand. Sci. (Agric.) 06.03.01. Moscow, MLTI, 1990, 18 p.
- [21] Bagaev S.S. *Issledovanie geograficheskoy izmenchivosti eli v Kostromskoy obl.* [A study of the geographical variability of spruce in the Kostroma region]. Lesokhozyaystvennaya informatsiya [Forestry Information], 2014, no. 4, pp. 40–53.
- [22] Veras S.N. *Otsenka sostoyaniya, rosta i produktivnosti 44-letnikh klimatipov eli evropeyskoy v podzone grabovo-dubovo-temnokhvoynnykh lesov* [Assessment of the condition, growth and productivity of 44-year-old European spruce climatypes in the hornbeam-oak-dark coniferous forests subzone]. Trudy BGTU. Lesnoe khozyaystvo [Ecology, forestry and hunting. Proceedings of BGTU. Forestry], 2014, no. 1, pp. 124–126.
- [23] Nakvasina E.N., Yudina O.A., Prozherina N.A., Kamalova I.I., Minin N.S. *Geograficheskie kul'tury v gen-ekologicheskikh issledovaniyakh na Evropeyskom Severe* [Geographical cultures in genecological research in the European North]. Arkhangelsk: Arhang. State Tech. Univ., 2008, 308 p.
- [24] Pronina O.N. *Kachestvo drevesiny eli raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyakh Tsentral'noy Rossii* [Quality of spruce wood of different geographical origin in the conditions of Central Russia]. Dis. Cand. Sci. (Agric.) 06.03.01. Moscow, MGUL, 2008, 125 p.
- [25] Kovalevich A.I., Veras S.N., Fomin E.A. *Osobennosti rosta i razvitiya provenientsiy eli evropeyskoy v geograficheskikh kul'turakh* [Features of the growth and development of Norway spruce provenance in provenance trials]. Trudy BGTU. Lesnoe khozyaystvo [Ecology, forestry and hunting. Proceedings of BGTU. Forestry], 2013, no. 1, pp. 138–140.
- [26] Nikolaeva M.A., Krest'yanov A.A., Kamatov D.E., Yamaleev O.A. *Ispol'zovanie geograficheskoy izmenchivosti v selektsii khvoynnykh porod v Respublike Bashkortostan* [The use of geographical variability in coniferous breeding in the Republic of Bashkortostan]. Khvoynnye boreal'noy zony [Conifers of the boreal area], 2015, v. XXXIII, no. 1–2, pp. 30–37.
- [27] Rebko S.V., Poplavskaya L.F., Tupik P.V. *Rost i sostoyanie klimaticheskikh ekotipov eli evropeyskoy v Belarusi* [The growth and condition of the climatic ecotypes of the European spruce in Belarus]. Prirodnye resursy [Natural resources], 2024, no. 1, pp. 37–44.
- [28] Krasnobaeva S.Yu. *Luchshie klimatipy eli obyknovennoy v geograficheskikh kul'turakh v Respublike Tatarstan* [The best climatypes of Norway spruce in provenance trails in the Republic of Tatarstan]. Lesotekhnicheskii Zhurnal [Forest engineering magazine], 2013, no. 2 (10), pp. 31–37.

- [29] Nakvasina E.N., Minin N.S. *Izmenchivost' struktury godichnykh kolets i plotnosti drevesiny v geograficheskikh kul'turakh eli Arkhangel'skoy oblasti* [Variability of the structure of annual rings and density of wood in geographical cultures of spruce of the Arkhangelsk region]. Vestnik Pomorskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tochnye nauki [Bulletin of the Primorsky University. Series: Natural and Exact Sciences], 2007, no. 2, pp. 78–85.
- [30] Demina N.A., Nakvasina E.N. *Geograficheskaya izmenchivost' kachestva drevesiny eli i ee znachenie v tselevom lesovyirashchivanii* [Importance of Geographical Variability of Spruce Quality for Target Cultivation of Forests]. Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki [Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series «Natural Sciences»], 2013, no. 2, pp. 67–74.
- [31] Nakvasina E.N., Yudina O.A., Pokatilo A.V. *Rostovaya i reproduktivnaya reaktsiya Picea abies (L.) Karst. x P. obovata Ledeb. pri imitatsii potepneniya klimata* [Growth and Reproductive Response of *Picea abies* (L.) Karst. × *P. obovata* (Ledeb.) in Climate Change Simulation]. Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki [Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series «Natural Sciences»], 2016, no. 1, pp. 89–96.
- [32] Nikolaeva M.A., Varentsova E.Yu. *Fitopatologicheskoe sostoyanie i sokhrannost' eli v geograficheskikh kul'turakh Lyubanskogo lesnichestva Leningradskoy oblasti* [Phytopathological status and preservation of spruce in provenance trials of the Lyubansky Forest District of Leningrad Region]. Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2019, iss. 228, pp. 216–233. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.228.216-233
- [33] Besschetnov V.P., Besschetnova N.N., Shcherbakov A.Yu. *Pigmentnyy sostav khvoi eli evropeyskoy (Picea abies) v geograficheskikh kul'turakh* [The pigment composition of the needles of the European spruce (*Picea abies*) in geographical cultures]. Khvoynye boreal'noy zony [Conifers of the boreal area], 2021, v. XXXIX, no. 3, pp. 161–166.
- [34] Potokina E.K., Kiseleva A.A., Nikolaeva M.A., Ivanov S.A., Ulianich P.S., Potokin A.F. Analysis of the polymorphism of organelle DNA to elucidate the phylogeography of norway spruce in the East European Plain. Russian J. of Genetics: Applied Research, 2015, v. 5, no 4, pp. 430–439. DOI: 10.1134/S2079059715040176
- [35] *Lesosemennoe rayonirovanie osnovnykh lesoobrazuyuschikh porod v SSSR* [Forest seed zoning of the main forestforming species in the USSR]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1982, 368 p.
- [36] Pal'tsev A.M. *Sezonnyy rost geograficheskikh kul'tur eli obyknovennoy v Moskovskoy oblasti* [Seasonal Growth of Spruce Provenance Trial Plantations in the Moscow Region]. Lesovedenie [Forestry], 1980, no. 6, pp. 11–18.
- [37] Pal'tsev A.M. *Vliyaniye geograficheskogo proiskhozhdeniya semyan eli na ee rost* [The influence of the geographical origin of spruce seeds on its growth]. Dis. Cand. Sci. (Agric.). Moscow, MLTI, 1984, 185 p.
- [38] Pal'tsev A.M. *Geograficheskie kul'tury eli v lesokul'turnom dele* [Geographical spruce crops in forestry]. Lesokhozyaystvennaya informatsiya [Forestry Information], 1995, no. 2, pp. 28–37.
- [39] OST 56-69-83. *Probnyye ploshchadi lesoustroitel'nye. Metody zakladki* [Industrial Standard 56-69-83. Sampling Areas of Forest Inventory. The Plantation Establishment Principles]. Moscow: Publishing house of standards, 1983, 59 p.
- [40] Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest taxation]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1971, 512 p.
- [41] Giertych M. Summary results of the IUFRO 1938 Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) provenance experiment Height growth. Silvae Genetica, 1976, v. 25, no. 5–6, pp. 154–164.
- [42] Giertych M. Summary of results on Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments. Silvae Genetica, 1979, v. 28, no. 4, pp. 136–152.
- [43] Paule L., Laffers A., Korpel S. Ergebnisse der Provenienzversuche mit der Tanne in der Slowakei. VÚLH Zvolen (Forschungsbericht), 1985, pp. 137–159.
- [44] Merzlenko M.D., Melnik P.G., Glazunov Yu.B., Kozhenkova A.A., Perevalova E.A. *Rezultaty izucheniya geograficheskikh posadok sosny i listvennitsy v Serebryanoborskom opytном lesnichestve* [Study results of pine and larch provenance trial in Serebryanoborsky experimental forest district]. Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2020, vol. 24, no. 6, pp. 34–43. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-34-43
- [45] Rone V.M. *Geneticheskyy analiz lesnykh populyatsiy* [Genetic analysis of forest populations]. Moscow: Nauka, 1980, 160 p.
- [46] Merzlenko M.D., Babich N.A., Gavrilova O.I. *Vvedeniye v ekologiyu khvoynykh lesnykh kul'tur* [Introduction to the Ecology of Coniferous Forest Crops]. Arkhangelsk: NArFU, 2018, 379 p.
- [47] Zotov S.A., Dmitriev Y.V., Shibanov S.Y. *Otsenka informatsionnykh vozmozhnostey giperspektral'nogo kosmicheskogo kompleksa NPO «Lepton» i MFTI v zadache monitoringa lesnykh territoriy Rossii* [Information capabilities evaluation of hyperspectral space complex by SPA «Lepton» and MIPT for monitoring forested territories in Russia]. Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2020, vol. 24, no. 3, pp. 26–32. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-3-26-32
- [48] Popov P.P. *El' evropeyskaya i sibirskaya: struktura, integratsiya i differentsiatsiya populyatsionnykh sistem* [European and Siberian spruce: structure, integration and differentiation of population systems]. Novosibirsk: Nauka, 2005, 231 p.

Author's information

Mel'nik Petr Grigor'evich — Cand. Sci. (Agricultural), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), melnik_petr@bk.ru

Received 20.07.2025.

Approved after review 25.08.2025.

Accepted for publication 11.09.2025.