

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ДРЕВЕСИНЫ КЛИМАТИПОВ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ ПОДМОСКОВЬЯ

П.Г. Мельник<sup>1,2</sup>, А.С. Тишков<sup>2</sup>, П.А. Аксенов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

<sup>2</sup>ФГБУН Институт лесоведения РАН (ИЛАН РАН), 140030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, д. 21

melnik\_petr@bk.ru

Исследованы 47-летние географические культуры ели в Сенежском участковом лесничестве, расположенном на территории Клинско-Дмитровской гряды в северо-западной части Московской обл. Спектр испытываемых провениенций довольно широк и в меридианном направлении охватывает ареал рода *Picea* от Закарпатья (Центральная Европа, Украина) до Новосибирской обл. (Западная Сибирь, Россия). По высоте лидируют экотипы из Карелии, Ивано-Франковской, Волынской, Львовской областей Украины, Брестской, Минской областей Белоруссии, Черновицкой обл. Украины, Калининградской и Псковской областей России (23,1...24,4 м). Определен показатель среднего диаметра, наилучший результат — у ели из Ивано-Франковской обл. Украины, ее средний диаметр равен 25,3 см, незначительно уступают экотипы ели из Волынской и Закарпатской обл. Украины (24,2 см и 23,0 см соответственно). Приведен высокий показатель среднего диаметра — у провениенции из Томской обл. России (25,6 см), вызванный сильной сбежистостью стволов при низкой сохранности деревьев. Показано, что высоким запасом стволовой древесины характеризуются экотипы из Закарпатской обл. Украины (587 м<sup>3</sup>/га), Псковской обл. России (577 м<sup>3</sup>/га), Брестской обл. Белоруссии (553 м<sup>3</sup>/га), Калининградской обл. России (542 м<sup>3</sup>/га), Гродненской обл. Белоруссии (530 м<sup>3</sup>/га), а также из Эстонии (549 м<sup>3</sup>/га), Латвии (571 м<sup>3</sup>/га), Литвы, Волынской, Львовской обл. Украины и Минской обл. Белоруссии, превышающие по этому показателю процент относительно контроля (Московская обл. Солнечногорский лесхоз — 469 м<sup>3</sup>/га — 100 %) на 100...125 %. Наилучшими физико-механическими свойствами обладают экотипы из Гродненской обл. Белоруссии, Черновицкой, Волынской областей Украины и Республики Марий Эл (Россия). Это обеспечило их перспективность для выращивания на плантациях в целях получения древесины повышенной прочности, которую в дальнейшем можно будет использовать в мебельной промышленности или в производстве пиломатериалов. Древесину экотипов ели из Томской и Владимирской областей России, а также из Карелии (Россия) можно применять в целлюлозно-бумажной промышленности.

**Ключевые слова:** ель, *Picea*, географические лесные культуры, провениенция, экотип, качество древесины

**Ссылка для цитирования:** Мельник П.Г., Тишков А.С., Аксенов П.А. Продуктивность и качество древесины климатипов ели в условиях Подмосковья // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 3. С. 66–73. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-3-66-73

**П**овышение продуктивности лесов — важная задача лесного хозяйства. В ее успешном решении важное значение имеет изучение влияния происхождения семян на рост, устойчивость и качество древесины выращиваемых насаждений. На это неоднократно указывали крупнейшие лесоводы и древесиноведы нашей страны [1–5].

Ель, произрастая в обширном ареале, в процессе эволюции оказалась дифференцирована по своим наследственным свойствам. Испытание различных экотипов ели в географических культурах позволяет выявить формы, перспективные для создания плантаций определенного назначения. Подбор форм ели для создания плантаций в целях выращивания древесины для нужд целлюлозно-бумажной промышленности, строительства, получения биотоплива также может быть дифференцированным [6–8].

### Цель работы

Цель исследований — изучение роста и продуктивности экотипов ели, выявление взаимосвязи физико-механических свойств древесины и

особенностей формирования ствола в условиях Клинско-Дмитровской гряды (Подмосковье) на основании широкого евроазиатского ареала происхождения.

### Объекты и методы исследований

Исследования модельных популяций ели проведены в 2013–2017 гг. на объекте географических культур, созданных в 1967 г. в Сенежском лесничестве Солнечногорского опытного лесхоза Московской обл. Работы по созданию географических культур ели начаты заслуженным лесоводом России канд. с.-х. наук А.М. Пальцевым в 1965 г., когда были получены семена из 107 пунктов СССР, в том числе 80 образцов семян ели из европейской части СССР [9, 10]. Сеянцы выращивались в питомнике Поваровского лесничества, и в 1967 г. в возрасте 2-х лет были высажены на участке площадью 8,9 га в Сенежском лесничестве в кв. 97 с размещением 2,2×1 м при густоте посадки — 4500 шт./га [11].

Дерново-слабоподзолистые среднесуглинистые на покровном суглинке почвы преобладают

на всей площади участка географических культур. Покровный суглинок — безвалунная мелкоземлистая порода, состоит преимущественно из частиц меньше 0,05 мм в диаметре, имеет окраску буровато-желтую, большей частью обладает мелкой пористостью и плотным сложением. Механический состав почв однороден и представлен средними суглинками, которые содержат около 30 % физической глины. Фракция крупной пыли преобладает (около 50 %), песок составляет 17 %, ил — 12 %. Физические и агрохимические свойства средне-суглинистых почв благоприятны для произрастания ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst).

Для получения таксационных характеристик на пробных площадях была выполнена инструментальная таксация по достижении лесными культурами ели 49-летнего биологического возраста. В основу методов исследований географических культур ели положены принятые в лесоводстве и лесной таксации приемы изучения насаждений [12, 13]. Для объективной оценки изучаемых провениенций их средние высоты, диаметры, а также запасы стволовой древесины оценивались в долях стандартного отклонения по методике, опубликованной ранее [14]. Ударная твердость определялась по методу А.Х. Певцова на прямоугольных образцах сечением 20×20 мм и длиной вдоль волокон 150 мм, согласно ГОСТ 16483.16–81, при влажности древесины 10...12 % [15]. Качество формирования ствола в географических культурах ели оценивали по 6-балльной системе, руководствуясь методикой ВНИИЛМ, но с некоторыми уточнениями [16]. Данная работа является продолжением ранее выполненных исследований по изучению влияния географической изменчивости на продуктивность и физико-механические свойства древесины ели [17].

## Результаты и обсуждение

В результате обработки полевого материала 2013 г. была получена таксационная характеристика географических лесных культур ели в 47-летнем возрасте, когда культуры по своему развитию вступили в начальную стадию фазы приспевания. Для этой фазы в целях оптимизации роста искусственного насаждения особо важное значение приобретает густота стояния. Начало фазы приспевания совпадает со значением жизненного потенциала по высоте, уменьшившегося до 1,0, а завершение фазы — со значением жизненного потенциала по объему ствола, уменьшившегося до 2,0 [18].

Согласно полученным данным, все экотипы ели отличаются между собой по успешности роста (табл. 1). Наибольшую высоту имеют экотипы из Карелии (Россия), Ивано-Франковской, Волынской, Львовской областей Украины, Брестской,

Минской обл. Белоруссии, Черновицкой обл. Украины, Калининградской и Псковской областей (Россия) (23,1...24,4 м). Худшие показатели у Инзерского экотипа ели из Республики Башкортостан (Россия) — 19,6 м. Похожая тенденция наблюдается при оценке экотипов по диаметру.

По показателю среднего диаметра наилучший результат зафиксирован у ели из Ивано-Франковской обл. Украины, ее средний диаметр равен 25,3 см. Незначительно уступают по результатам роста по диаметру экотипы ели из Волынской и Закарпатской областей Украины (24,2 см и 23,0 см соответственно). Высокое значение среднего диаметра у провениенции из Томской области России (25,6 см), вызванное сильной сбежистостью стволов при низкой сохранности деревьев.

Высоким запасом стволовой древесины характеризуются экотипы из Закарпатской обл. Украины (587 м<sup>3</sup>/га), Псковской обл. России (577 м<sup>3</sup>/га), Брестской обл. Белоруссии (553 м<sup>3</sup>/га), Калининградской обл. России (542 м<sup>3</sup>/га), Гродненской обл. Белоруссии (530 м<sup>3</sup>/га), Эстонии (549 м<sup>3</sup>/га), Латвии (571 м<sup>3</sup>/га), Литвы, Волынской, Львовской областей Украины и Минской обл. Белоруссии, превышающие по этому показателю процент относительно контрольного значения (Московская обл. (Солнечногорский лесхоз) — 469 м<sup>3</sup>/га — 100 %) на 100...125 %. Необходимо отметить, что согласно исследованиям, выполненным на объектах географических культур ели в Московской и Ленинградской областях, закарпатский экотип на разных фазах роста лесных культур также показал один из лучших результатов по продуктивности стволовой древесины [4, 6, 7, 9–11, 17, 19, 20].

К числу лучших провениенций как по объему ствола дерева, так и по значениям средних высот и диаметров следует отнести ель из Выгодского лесхоза Ивано-Франковской обл., Владимир-Волынского лесхоза Волынской обл., Сколевского лесхоза Львовской обл. Украины и Карелии (Россия).

Для объективного суждения о сравнительной успешности роста и продуктивности испытываемых провениенций ели по модифицированной методике [14] рассчитывался показатель целесообразности внедрения экотипа —  $G$  как среднеарифметическое относительных значений высоты ( $Q_h$ ), диаметра ( $Q_d$ ), запаса ( $Q_m$ ), выраженных в долях стандартного отклонения. За контроль взят климатип из Сенежского лесничества Московской обл. ( $G = 0$ ). Такой подход дает возможность получить информацию о пластичности климатипов, т. е. их способности к адаптации в новых географических пунктах.

В результате по ранговому распределению показателя  $G$  экотипы выстроились в большей

Т а б л и ц а 1

**Таксационная характеристика 47-летних экотипов ели  
в географических культурах Сенежского лесничества**

**Taxation characteristics of 47-year-old spruce ecotypes in the provenance trial plantations of Senezh forestry**

Номер экотипа	Географический район происхождения	$H_{ср}$ , м	$D_{ср}$ , см	Класс бонитета	$N$ , шт./га	$M_{47}$ , м <sup>3</sup> /га	$V_{ств}$ , м <sup>3</sup>
13	Белоруссия, Брестская обл., Кобринский лесхоз	23,8	19,6	Ia	1463	553	0,38
11	Белоруссия, Витебская обл., Диснянский лесхоз	22,9	19,5	Ia	1082	394	0,36
3	Украина, Волынская обл., Владимир-Волынский лесхоз	24,4	24,2	Ia	838	492	0,59
83	Россия, Московская обл., Солнечногорский лесхоз (контроль)	21,8	20,4	Ia	2149	485	0,23
17	Белоруссия, Гродненская обл., Сморгоньский лесхоз	22,8	19,9	Ia	1427	530	0,37
3	Украина, Закарпатская обл., Буштынский лесхоз	21,5	23,0	Ia	1200	587	0,49
99	Украина, Ивано-Франковская обл., Выгодский лесхоз	24,4	25,3	Ia	586	389	0,66
5	Украина, Львовская обл., Сколевский лесхоз	24,1	22,9	Ia	1010	511	0,50
16	Белоруссия, Минская обл., Логайский лесхоз	23,6	18,9	Ia	1382	491	0,36
101	Украина, Черновицкая обл., Путильский лесхоз	23,2	19,2	Ia	1053	369	0,35
39	Украина, Калининградская обл., Полесский лесхоз	23,3	20,3	Ia	1367	542	0,39
76	Литва, Лудзенский лесхоз	22,9	18,2	Ia	1611	519	0,32
73	Латвия, Тукумский лесхоз	22,6	20,6	Ia	1442	571	0,40
72	Эстония, Котла-Ярвский лесхоз	23,0	19,6	Ia	1120	549	0,49
41	Россия, Псковская обл., Стругаокрасненский лесхоз	23,1	20,0	Ia	1488	577	0,39
40	Россия, Ленинградская обл., Волосовский лесхоз	24,0	18,5	Ia	1280	431	0,34
63	Россия, Владимирская обл., Кольчугинский лесхоз	22,0	18,0	Ia	1222	367	0,30
62–65	Россия, Нижегородская обл., Уренский лесхоз	22,5	21,2	Ia	979	416	0,42
70	Россия, Ивановская обл., Шуйский лесхоз	21,8	19,1	Ia	1290	431	0,44
58	Россия, Республика Марий Эл, Сернурский лесхоз	21,7	22,5	Ia	880	396	0,45
92	Россия, Республика Башкортостан, Инзерский лесхоз	19,6	20,8	I	643	238	0,37
47	Россия, Республика Карелия, Петрозаводский лесхоз	24,4	23,9	Ia	820	481	0,59
18	Россия, Республика Коми, Сыктывкарский лесхоз	21,2	19,4	Ia	900	361	0,40
101	Россия, Мурманская обл., Полярный лесхоз	22,2	20,1	Ia	288	108	0,38
56	Россия, Новосибирская обл., Новосибирский лесхоз	22,9	22,9	Ia	688	340	0,49
55	Россия, Томская обл., Томский лесхоз	22,1	25,6	Ia	342	210	0,61

части по природно-климатическим зонам, т. е. сгруппированы по географическим областям исходного произрастания. Так, значительно хуже контроля растут климатипы ели из Новосибирской, Томской и Мурманской областей, республик Башкортостан и Коми (Россия). Показатель  $G$  у них составляет от  $-0,230$  до  $-2,301$ . На уровне с контролем растут экотипы из Уренского лесхоза Нижегородской обл. России и Литвы. Наилучший рост показали провениенции из Ивано-Франковской, Волынской, Львовской, Закарпатской областей Украины и Псковской обл., Республик Карелии и Марий Эл (Россия), из Латвии, превышающие контроль более чем на 20 % ( $G = 1,165...2,756$ ).

Определение показателей механических и физических свойств древесины, характеризующих ее как материал, проводится для конкретных насаждений. Эти испытания позволяют учесть влияние совокупности лесоводственных факторов на показатели физико-механических свойств чистой, т. е. без видимых пороков, древесины. Всего было исследовано семь экотипов ели широкого географического спектра. По каждому из экотипов установлена ударная твердость по радиальной ( $H_r$ ) и по тангенциальной ( $H_t$ ) стороне. Установлено, что наибольшей ударной твердостью характеризуются экотипы из Гродненской обл. Белоруссии, Черновицкой обл. Украины и Республики Марий Эл (Россия).

Т а б л и ц а 2

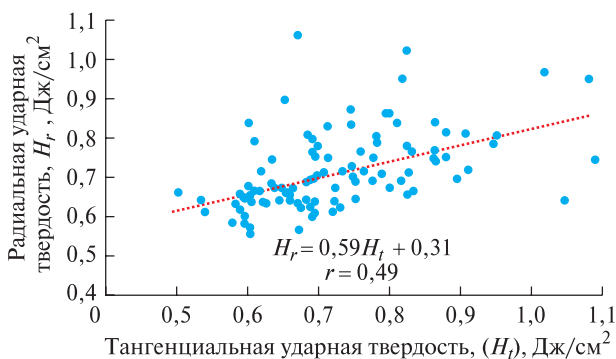
**Показатели ударной твердости экотипов ели**  
**Impact hardness indices of spruce ecotypes**

Номер экотипа	Географический район происхождения	Твердость				Коэффициент неоднородности ударной твердости образца ( $\beta$ )
		Радиальная $H_r$		Тангенциальная $H_t$		
		Дж/см <sup>2</sup>	%	Дж/см <sup>2</sup>	%	
17	Белоруссия, Гродненская обл., Сморгонский лесхоз	0,82	100	0,75	100	1,14
58	Россия, Республика Марий Эл, Сернурский лесхоз	0,75	91,5	0,72	96,0	1,16
101	Украина, Черновицкая обл., Путильский лесхоз	0,74	90,2	0,72	92,2	1,14
3	Украина, Волынская обл., Владимир-Волынский лесхоз	0,7	85,4	0,69	84,8	1,15
47	Россия, Республика Карелия, Петрозаводский лесхоз	0,68	82,9	0,66	74,6	1,12
63	Россия, Владимирская обл., Кольчугинский лесхоз	0,67	81,7	0,69	68,6	1,13
55	Россия, Томская обл., Томский лесхоз	0,66	80,5	0,69	63,2	1,13
Среднее по экотипам		0,71	87,4	0,7	82,8	1,14

Т а б л и ц а 3

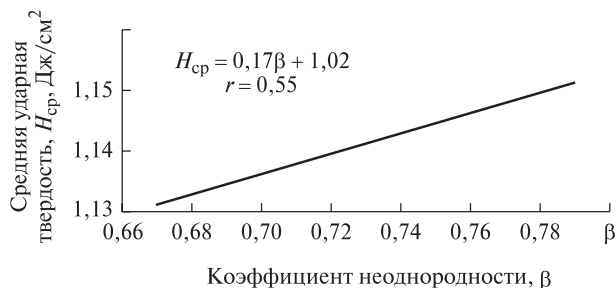
**Физико-механические свойства древесины экотипов ели**  
**Physical-mechanical properties of spruce ecotypes wood**

Номер экотипа	Географический район происхождения	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Содержание поздней древесины в годичном кольце, в 47 лет, %	Сопротивление статическому изгибу $\sigma$ , МПа	Средняя ударная твердость $H_{cp} \pm m_{H_{cp}}$ , Дж/см <sup>2</sup> ( $N = 510$ )	Ударная твердость на поверхности ( $N = 510$ ), Дж/см <sup>2</sup>		Коэффициент неоднородности ударной твердости образца $\beta \pm m_\beta$ ( $N = 510$ )
						Радиальная $H_r \pm m_{H_r}$	Тангенциальная $H_t \pm m_t$	
17	Белоруссия, Гродненская обл., Сморгонский лесхоз	459,9	24,9	81,6	$0,79 \pm 0,03$	$0,82 \pm 0,04$	$0,75 \pm 0,03$	$1,14 \pm 0,02$
58	Россия, Республика Марий Эл, Сернурский лесхоз	415,5	20,3	72,6	$0,74 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,02$	$0,72 \pm 0,02$	$1,16 \pm 0,02$
101	Украина, Черновицкая обл., Путильский лесхоз	451,2	31,9	70,6	$0,74 \pm 0,02$	$0,74 \pm 0,03$	$0,72 \pm 0,02$	$1,14 \pm 0,02$
3	Украина, Волынская обл., Владимир-Волынский лесхоз	452,0	24,5	80,3	$0,70 \pm 0,03$	$0,70 \pm 0,03$	$0,69 \pm 0,03$	$1,15 \pm 0,02$
47	Россия, Республика Карелия, Петрозаводский лесхоз	388,8	21,9	63,4	$0,67 \pm 0,02$	$0,68 \pm 0,03$	$0,66 \pm 0,02$	$1,12 \pm 0,01$
63	Россия, Владимирская обл., Кольчугинский лесхоз	411,6	21,2	67,9	$0,68 \pm 0,02$	$0,67 \pm 0,02$	$0,69 \pm 0,02$	$1,13 \pm 0,01$
55	Россия, Томская обл., Томский лесхоз	378,8	22,4	58,7	$0,68 \pm 0,04$	$0,66 \pm 0,05$	$0,69 \pm 0,03$	$1,13 \pm 0,03$



**Рис. 1.** Зависимость ударной твердости радиальной поверхности древесины от ударной твердости тангенциальной поверхности

**Fig. 1.** The dependence of the wood radial surface hardness impact from tangential surface hardness impact



**Рис. 2.** Зависимость средней ударной твердости древесины от коэффициента неоднородности

**Fig. 2.** The dependence of the average impact hardness of wood from the coefficient of heterogeneity

Установлено, что в большинстве результатов проведенных измерений, повышение радиальной ударной твердости приводит к увеличению тангенциальной твердости.

Кроме этого, было установлено процентное варьирование радиальной и тангенциальной твердости (табл. 2). Эти показатели важны, к примеру, для мебельной промышленности.

Также была рассчитана зависимость радиальной ударной твердости от тангенциальной (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что связь между радиальной и тангенциальной твердостью есть ( $r = 0,49$ ), но она слабо выражена ввиду сильной внутренней изменчивости древесины.

Кроме того, был рассчитан квадрат отношения диаметров отпечатков шарика, дающий дополнительную характеристику свойств древесины — коэффициент неоднородности ударной твердости  $\beta$ . Он определяется отклонением от круглой формы и объясняется тем обстоятельством, что по длине ствола волокна связаны между собой чрезвычайно прочно, и поэтому при ударе они изгибаются и шарик соприкасается с ними по длине несколько меньшей, чем поперек волокон, где связь с волокнами значительно слабее. Таким образом, при ударе большее их количество,

так сказать, вовлекается в работу. Следовательно коэффициент  $\beta$  характеризует разницу сил связи древесины вдоль и поперек волокон.

В табл. 3 приведены основные физико-механические показатели экотипов ели: плотность, процент поздней древесины в годичном кольце и сопротивление статическому изгибу, взятые из ранее полученных данных [17]. Рассчитана стандартная ошибка средней, радиальной и тангенциальной ударной твердости, а также коэффициента неоднородности ударной твердости.

Различия по твердости согласовываются с различиями по проценту поздней древесины и плотности. Четко видна следующая тенденция: при увеличении процента поздней древесины увеличивается и плотность, одновременно возрастает показатель ударной твердости как в радиальном, так и в тангенциальном направлении.

Таким образом, наилучшими физико-механическими свойствами обладают экотипы из Гродненской обл. Белоруссии, Черновицкой, Вольнской областей Украины и Республики Марий Эл (Россия), что делает их перспективными для выращивания на плантациях в целях получения древесины повышенной прочности, которую в дальнейшем можно будет использовать в мебельной промышленности или в производстве пиломатериалов. Древесину экотипов ели из Томской и Владимирской областей России, а также Карелии (Россия) можно применять в целлюлозно-бумажной промышленности ввиду того, что все ее свойства хуже, чем у вышеперечисленных экотипов.

Большинство анализируемых признаков взаимосвязаны один с другим. При возрастании плотности древесины степень сцепления между ее структурными элементами поперек волокон возрастает, что отражает коэффициент корреляции между плотностью  $\rho$  и коэффициентом неоднородности ударной твердости  $\beta$ . График зависимости средней ударной твердости от коэффициента неоднородности ударной твердости (рис. 2) показывает наличие связи между этими признаками.

Коэффициент неоднородности ударной твердости  $\beta$  характеризует связь структурных элементов поперек волокон, а также и сопротивляемость древесины к расслоению при ударных нагрузках. Чем ближе этот коэффициент к единице, тем больше сопротивляемость расслоению и, как следствие, тем больше сопротивление расколу вдоль волокон (например, при рубке дров).

Построенные графики зависимости показателей ударной твердости от плотности древесины показывают, что все параметры аппроксимируются линейной функцией, связь при этом — положительная. Большая положительная тенденция

наблюдается в порядке увеличения степени связи  $H_{cp}$ ,  $H_r$  и  $H_t$  с плотностью (рис. 3). Связи с плотностью достаточно высокие, коэффициент корреляции Пирсона  $r$  в среднем составляет около 0,7. Коэффициент неоднородности ударной твердости имеет средние показатели связи с плотностью древесины (рис. 4) и со средней ударной твердостью (0,53 и 0,55 соответственно). Получены линейные уравнения, которыми можно воспользоваться для расчета показателей твердости при известных значениях плотности, и наоборот.

Поскольку ударная твердость и коэффициент  $\beta$  очень хорошо связаны с плотностью, то по ним можно проводить оценку качества древесины, например, в деревообрабатывающей промышленности. Следовательно, эти показатели применимы для текущего контроля качества древесины на складах.

При определении лидирующих экотипов по качеству формирования ствола предпочтительнее отдавалось прямоствольным насаждениям с наименьшей долей кривоствольных деревьев. Лучшим качеством ствола обладают экотипы из Ивано-Франковской, Закарпатской областей Украины, Ивановской обл. России, Львовской, Черновицкой областей Украины, Витебской, Минской, Гродненской областей Белоруссии, Владимирской, Калининградской областей России, Республика Башкортостан и Коми (Россия) — от 97,6 % прямых одноствольных деревьев до 90,7 %. Ближе к лидирующим экотипы из Волынской обл. Украины, Брестской обл. Белоруссии и Псковской обл. России — более 89 % прямых одноствольных деревьев. Отстающими по показателю качества ствола оказались экотипы из Эстонии, Томской и Мурманской областей России, в которых доля одноствольных прямых деревьев составляет от 68,8 до 71,4 %.

## Выводы

1. В целях повышения продуктивности и ускоренного выращивания лесов в Центральном лесосеменном районе Московском подрайоне необходимо ввести поправку в Лесосеменное районирование по использованию семян из Белоруссии (Брестской, Гродненской, Минской и Витебской областей) и Украины (Волынской, Ивано-Франковской, Закарпатской, Львовской и Черновицкой областей).

2. Анализ корреляции ударной твердости, коэффициента неоднородности ударной твердости и плотности древесины показал наличие связей между этими признаками; наиболее сильная связь между ударной твердостью и плотностью.

3. По качеству ствола лучшими являются экотипы из Ивано-Франковской, Закарпатской областей Украины, Ивановской обл. России, Львов-

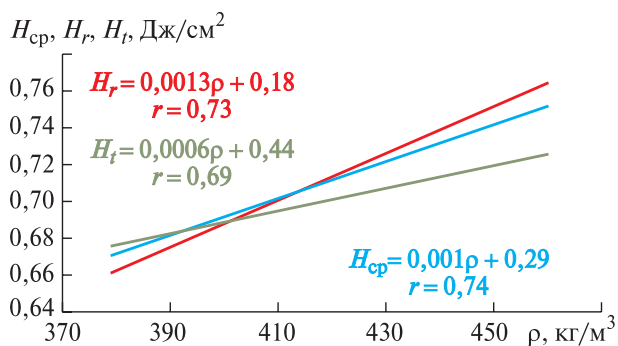


Рис. 3. Зависимость показателей ударной твердости от плотности древесины

Fig. 3. The dependence of hardness on the density of wood

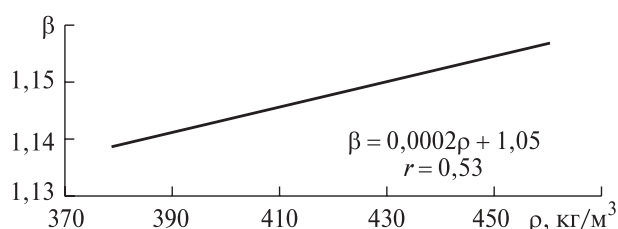


Рис. 4. Зависимость коэффициента неоднородности ударной твердости от плотности древесины

Fig. 4. The dependence of heterogeneity coefficient of impact hardness on the density of wood

ской, Черновицкой областей Украины, Витебской, Минской, Гродненской областей Белоруссии, Владимирской, Калининградской областей России, Республика Башкортостан и Коми (Россия).

## Список литературы

- [1] Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. М.: Лесная пром-сть, 1977. 216 с.
- [2] Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесная пром-сть, 1980. 408 с.
- [3] Полубояринов О.И. Лесохозяйственное значение плотности выращиваемой древесины // Лесное хозяйство, 1980. № 12. С. 20–22.
- [4] Пальцев А.М. Влияние географического происхождения семян ели на ее рост: дис. ... канд. с.-х. наук. М.: МЛТИ, 1984. 185 с.
- [5] Мелехов В.И., Бабич Н.А., Корчагов С.А. Качество древесины сосны в культурах. Архангельск: Архангельский ГТУ, 2003. 110 с.
- [6] Пальцев А.М., Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт географических культур ели в зоне смешанных лесов. Обзорная информация. М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. 35 с.
- [7] Мельник П.Г. Выявление быстрорастущих экотипов ели для целевого лесовосстановления на территории Смоленско-Московской возвышенности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: МГУЛ, 1996. 18 с.
- [8] Мельник П.Г., Степанова О.В. Продуктивность и физико-механические свойства древесины ели в географических культурах // Лесохозяйственная информация, 2008. № 3–4. С. 45.
- [9] Пальцев А.М. Сезонный рост географических культур ели обыкновенной в Московской области // Лесоведение, 1980. № 6. С. 11–18.
- [10] Пальцев А.М., Мерзленко М.Д. Роль географических культур в лесокультурном деле. М.: МЛТИ, 1990. 54 с.

- [11] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Лесоводственная экскурсия в леса Клинско-Дмитровской гряды. М.: МГУЛ, 2002. 93 с.
- [12] ОСТ 56-69–83. Пробные площади лесостроительные. Методы закладки. М.: Изд-во стандартов, 1983. 59 с.
- [13] Чернов Н.Н., Соловьев В.М., Нагимов З.Я. Методические основы лесокультурных исследований. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 423 с.
- [14] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Итог тридцати вегетаций в географических культурах ели Сергиево-Посадского опытного лесхоза // Науч. тр. МГУЛ. Вып. 274. М.: МГУЛ, 1995. С. 64–77.
- [15] ГОСТ 16483.16–81 Древесина. Метод определения ударной твердости. М.: Изд-во стандартов, 1981. 7 с.
- [16] Тарханов С.Н. Изменчивость ели в географических культурах Республики Коми. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 196 с.
- [17] Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Мельник П.Г. Рост хвойных интродуцентов в западном Подмоскowie // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2017. № 5 (151). С. 86–90.
- [18] Мерзленко М.Д. Лесокультурное дело. М.: МГУЛ, 2009. 124 с.
- [19] Мельник П.Г., Смекалина Т.Ф., Горшенина Ю.В., Степанова О.В., Лещева Е.А. Результаты испытания 35-летних географических культур ели в Солнечногорском опытном лесхозе // Леса Евразии в XXI веке: Восток — Запад: материалы II Междунар. конф. молодых ученых, посвященной И.К. Пачоскому, Москва, 01–05 октября 2002 г. М.: МГУЛ, 2002. С. 115–117.
- [20] Николаева М.А., Жигунов А.В. Фенологические и репродуктивные особенности ели в географических культурах Ленинградской области // Лесоведение, 2012. № 2. С. 35–46.

## Сведения об авторах

**Мельник Петр Григорьевич** — канд. с.-х. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), ст. науч. сотр. ФГБУН Институт лесоведения РАН, melnik\_petr@bk.ru

**Тишков Артем Сергеевич** — аспирант, мл. науч. сотр. ФГБУН Институт лесоведения РАН, artemtishkov@mail.ru

**Аксенов Петр Андреевич** — канд. с.-х. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), axenov.pa@mail.ru

Поступила в редакцию 10.10.2019.

Принята к публикации 15.03.2020.

## CLIMATIC TYPE SPRUCE PRODUCTIVITY AND WOOD QUALITY IN MOSCOW REGION

P.G. Melnik<sup>1,2</sup>, A.S. Tishkov<sup>2</sup>, P.A. Aksenov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

<sup>2</sup>Institute of Forest Science RAS, 21, Sovetskaya st., village Uspenskoe, Odintsovo district, 143030, Moscow reg., Russia

melnik\_petr@bk.ru

The research was carried out in the 47 year-old geographical plantations of spruce in Senezhskoye Forest District in the north-west part of the Moscow region. The range of the provenances is rather wide and covers the *Picea* species areal from Subcarpathia (Central Europe) to Novosibirsk region. The ecotype from Karelia, Ivano-Frankivsk, Volhynia, Lviv, Brest, Minsk, Chernivtsi, Kaliningrad and Pskov region show the best results in terms of height (23,1...24,4 m). Spruce with its origin from Ivano-Frankivsk region has the biggest average diameter of 25,3 cm. The ecotypes from Volhynia and Subcarpathia have a slightly smaller average diameter of 24,2 and 23,0 cm respectively. The highest average diameter of the provenances from Tomsk region is explained by tapering under the conditions of low vitality. The ecotypes from Subcarpathia (587 m<sup>3</sup>/ha), Pskov (577 m<sup>3</sup>/ha), Brest (553 m<sup>3</sup>/ha), Kaliningrad (542 m<sup>3</sup>/ha) and Grodno (530 m<sup>3</sup>/ha) as well as from Estonia (549 m<sup>3</sup>/ha), Latvia (571 m<sup>3</sup>/ha), Lithuania, Volhynia, Lviv and Minsk are characterized by high standing volume. These ecotypes outperform the control percentage of those provenances from Moscow region (469 m<sup>3</sup>/ha — 100 %) by 100...125 %. The ecotypes from Grodno, Chernivtsi, Volhynia regions as well as those from Mari El Republic have the best physical and mechanical characteristics. This makes them the most promising ecotypes for the plantation of high durability timber for furniture and lumber production. The wood originating from Karelia or Tomsk and Vladimir regions can be used in pulp and paper production.

**Keywords:** spruce, *Picea*, geographical forest plantations, provenances, ecotype, wood quality

**Suggested citation:** Melnik P.G., Tishkov A.S., Aksenov P.A. *Produktivnost' i kachestvo drevesiny klimatipov eli v usloviyakh Podmoskov'ya* [Climatic type spruce productivity and wood quality in Moscow region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 3, pp. 66–73. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-3-66-73

## References

- [1] Timofeev V.P. *Lesnye kul'tury listvennitsy* [Larch forest plantation]. – Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1977, 216 p.
- [2] Melekhov I.S. *Lesovedenie* [Forestry]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1980, 408 p.

- [3] Poluboyarinov O.I. *Lesokhozyaystvennoe znachenie plotnosti vyrashchivaemoy drevesiny* [Forestry value of the grown wood]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forest industry], 1980, no. 12, pp. 20–22.
- [4] 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.
- [5] Melehov V.I., Babich N.A., Korzhagov S.A. *Kachestvo drevesiny sosny v kul'turakh* [Quality pine cultures]. Arhangel'sk: AGTU, 2003, 110 p.
- [6] Pal'tsev A.M., Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Opyt geograficheskikh kul'tur eli v zone smeshannykh lesov* [The experience of geographical cultures of spruce in the zone of mixed forests]. Moscow: VNIITslesresurs, 1995, 35 p.
- [7] Mel'nik P.G. *Vyyavlenie bystrorastushchikh ekotipov eli dlya tselevogo lesovosstanovleniya na territorii Smolensko-Moskovskoy vozvyshehnosti* [Identification of fast-growing ecotypes of spruce for targeted reforestation in the Smolensk-Moscow Upland]. Dis. ... Cand. Sci. (Agric.). Moscow, 1996, 18 p.
- [8] Mel'nik P.G., Stepanova O.V. *Produktivnost' i fiziko-mekhanicheskie svoystva drevesiny eli v geograficheskikh kul'turakh* [Productivity and physico-mechanical properties of spruce wood in geographical cultures]. *Lesokhozyaystvennaya informatiya* [Forestry Information], 2008, no. 3–4, pp. 45.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Lesovodstvennaya ekskursiya v lesa Klinsko-dmitrovskoy gryady* [A forest excursion to the forests of the Klin-Dmitrov ridge]. Moscow: MSFU, 2002, 93 p.
- [12] OST 56-69-83 *Probynye ploshchadi lesoustroitel'nye. Metody zakladki* [Industrial Standard 56-69-83. Sampling Areas of Forest Inventory. The Plantation Establishment Principles]. Moscow: Izd-vo standartov [Standards Publishing], 1983, 59 p.
- [13] Chernov N.N., Solov'ev V.M., Nagimov Z.Ya. *Metodicheskie osnovy lesokul'turnykh issledovaniy* [Methodological foundations of forest culture research]. Ekaterinburg: UGLTU, 2012, 423 p.
- [14] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Itog tridtsati vegetatsiy v geograficheskikh kul'turakh eli Sergievo-Posadskogo opytnogo leskhoza* [The result of thirty vegetations in geographical cultures of the spruce of the Sergiev Posad experimental forestry]. *Nauchnye trudy Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa* [Scientific works of Moscow State Forestry University], v. 274. Moscow: MGUL, 1995, pp. 64–77.
- [15] GOST 16483.16-81 *Drevesina. Metod opredeleniya udarnoy tverdosti* [Industrial Standard 16483.16-81. Wood. Impact Hardness Test Method]. Moscow: Gosstandart Rossii: Izd-vo standartov [Standards Publishing], 1981, 7 p.
- [16] Tarkhanov S.N. *Izmenchivost' eli v geograficheskikh kul'turakh Respubliki Komi* [Variability of Spruce in the Provenance Trial Plantations of the Republic of Komi]. Yekaterinburg: Ural Branch RAS, 1998, 196 p.
- [17] Merzlenko M.D., Kozhenkova A.A., Mel'nik P.G. *Rost khvoynykh introdutsentov v zapadnom Podmoskov'e* [The growth of coniferous introducers in the western suburbs]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2017, no. 5 (151), pp. 86–90.
- [18] Merzlenko M.D. *Lesokul'turnoe delo* [Silvicultural Business]. Moscow: MSFU, 2009, 124 p.
- [19] Mel'nik P.G., Smekalina T.F., Gorshenina Yu.V., Stepanova O.V., Leshcheva E.A. *Rezultaty ispytaniya 35-letnikh geograficheskikh kul'tur eli v Solnechnogorskoy opytnoy leskhoze* [Test results of 35-year-old geographical cultures of spruce in the Solnechnogorsk experimental leshoz]. *Lesa Evrazii v XXI veke: Vostok — Zapad: materialy II Mezhdunarod. konf. molodykh uchenykh, posvyashchennoy I.K. Pachoskomu* [The forests of Eurasia in the XXI century: East–West: materials of the II International. conf. young scientists dedicated to I.K. Pachosky.] Moscow, October 01–05, 2002. Moscow: MGUL, 2002. pp. 115–117.
- [20] Nikolaeva M.A., Zhigunov A.V. *Fenologicheskie i reproduktivnye osobennosti eli v geograficheskikh kul'turakh Leningradskoy oblasti* [Phenological and Reproductive Features of Spruce in Provenances of Leningrad Region]. *Lesovedenie* [Forestry], 2012, no. 2, pp. 35–46.

## Authors' information

**Mel'nik Petr Grigoryevich** — Cand. Sci. (Agricultural), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), Senior Staff Scientist of the Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences, melnik\_petr@bk.ru

**Tishkov Artem Sergeevich** — Postgraduate Student, Junior research assistant of the Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences, artemtishkov@mail.ru

**Aksenov Petr Andreevich** — Cand. Sci. (Agricultural), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), axenov.pa@mail.ru

Received 10.10.2019.

Accepted for publication 15.03.2020.