

ПОЛИМОРФИЗМ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ЕЛИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ СУБАРКТИКИ

Э. А. Генрих, О. С. Залывская, Е. А. Беляева, Д. С. Борисов

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова
Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17

Аннотация. Одним из важных аспектов лесной селекции является изучение формового разнообразия древесных пород и выделение наиболее хозяйственно ценных форм. Цель настоящей работы – изучение формового разнообразия ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), ели гибридной (*Picea obovata* Ledeb. × *P. abies* (L.) Karst) и оценка таксационных параметров еловых насаждений в условиях Субарктики. Закладка пробных площадей осуществлялась с учетом ОСТ 56-69-83, тип ветвления определялся по классификации Н. А. Юрре [24]. Проанализированы морфологические признаки крон деревьев, таксационные параметры древостоя (высота, диаметр), биометрические показатели шишек (масса, длина, диаметр). Выявлено, что в Архангельской области преобладают плосковетвистый (51,6 %) и компактный (39,9 %) типы ветвления кроны ели, в Республике Коми доминирует компактный (89,2 %) тип ветвления кроны. Наибольшие высота и диаметр стволов отмечены у щетковидного типа ветвления. Установлены достоверные различия размеров шишек у ели европейской, сибирской и гибридной с разными типами ветвления. Выявлено, что наибольшая длина, ширина и масса шишек характерны для ели гибридной и сибирской с щетковидным типом ветвления. Полученные данные подтверждают связь морфологических признаков ели с её таксационными показателями, что имеет значение для селекции ели и повышения продуктивности лесов. При селекционных работах следует отдавать приоритет особям ели гибридной с щетковидным типом ветвления.

Ключевые слова: ель европейская, ель сибирская, ель гибридная, полиморфизм, тип ветвления, изменчивость, Субарктика.

Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 6, P. 7–14

POLYMORPHISM EUROPEAN SPRUCE OF AND SIBERIAN SPRUCE IN SUBARCTIC CONDITIONS

E. A. Genrikh, O. S. Zalivskaya, E. A. Belyaeva, D. S. Borisov

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov
17, Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation

Abstract. One of the important aspects of forest breeding is the study of form diversity of tree species and selection of the most economically valuable forms. The aim of this work is to study the form diversity of European spruce (*Picea abies* (L.) Karst), Siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.), hybrid spruce (*Picea obovata* Ledeb. × *P. abies* (L.) Karst) and to estimate the taxation parameters of spruce stands in the Subarctic. Sample plots were laid out in accordance with OST 56-69-83, the branching type was determined according to the classification of N. A. Jurre [24]. Morphological features of tree crowns, taxational parameters of the stand (height, diameter), biometric parameters of cones (weight, length, diameter) were analysed. It was revealed that in the Arkhangelsk region flat-branched (51,6 %) and compact (39,9 %) types of spruce crown branching prevail, in the Komi Republic compact (89,2 %) type of crown branching dominates. The greatest height and diameter of the trunks are noted in the brush-like type of crown branching. Reliable differences in cone size were found in European, Siberian and hybrid spruce with different branching types. It was revealed that the greatest length, width and weight of cones is typical for hybrid and Siberian spruce with a brush-like branching type. The obtained data confirm the relationship between morphological traits of spruce and its taxation indices, which is important for selection of spruce and increasing forest productivity. In breeding works, priority should be given to hybrid spruce with brush-like branching type.

Keywords: European spruce, Siberian spruce, Hybrid spruce, polymorphism, variability, branching type, variability, Subarctic.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из ключевых целей лесного хозяйства в нашей стране является увеличение продуктивности лесов и извлечение большего объема товарной древесины с каждого гектара лесного фонда. В дополнение к множеству лесохозяйственных мероприятий важным аспектом является осуществление селекционных работ, направленных на изучение формового разнообразия древесных пород и практическое применение полученных результатов.

Актуальность анализа внутривидовой изменчивости хвойных пород, их эколого-биологических характеристик и выделения ценных с хозяйственной точки зрения форм подчеркивается в работах В. Н. Сукачёва [18], П. Ф. Правдина [15], Ю. И. Тарханова и др. [19] и во многих других работах [1–4; 6–8; 10–18; 22].

Одним из главных морфологических признаков кроны ели является тип ветвления. В Архангельской области изучением форм ветвления ели занимались П. И. Войчалъ [3], В. Я. Попов [13], Д. С. Мосеев [8], С. Н. Тарханов и др. [19; 20], Н. А. Бабич и др. [1]. В то же время работ, посвященных изучению форм ели на территории Республики Коми, авторами не найдено.

Цель работы – исследование формового разнообразия ели и оценка таксационных параметров еловых насаждений в условиях Субарктики на территории Архангельской области и Республики Коми.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в Приморском районе Архангельской области (пробные площади № 1, 2) и в Усть-Цилемском районе Республики Коми (пробные площади № 3, 4). Согласно классификации В. П. Кеплена [5], данные регионы относятся к Субарктическому климату. Все четыре пробные площади закладывались в еловых насаждения черничного типа условий местопроизрастания со смешанным составом

древостоя. Средние таксономические параметры исследуемых древостоев приведены в табл. 1. Заложенные пробные площади № 1, 2 в Архангельской области расположены в зоне интрогрессивной гибридизации ели.

Подбор и закладка пробных площадей производилась с учетом требований, ОСТ 56-69-83 [9], и методических указаний [21]. Вид ели был установлен по Л. Ф. Правдину [15]. Тип ветвления ели определялся по ветвям, растущим в средней части крон в соответствии с классификацией Н. А. Юрре [24]. На каждой пробной площади проводился сплошной пересчет деревьев по породам и ступеням толщины, у каждого дерева на высоте 1,3 м измерялся диаметр, отмечался тип ветвления кроны. Для оценки таксационных параметров измерено не менее 10 высот ели для каждого типа ветвления кроны с помощью лазерного высоотомера «Nikon Forestry Pro», затем были подсчитаны среднестатистические показатели высоты и диаметров. Для биометрического анализа материала на пробных площадях собиралось не менее 30 шишек с каждого типа ветвления кроны ели.

Анализ экспериментальных данных, касающийся морфологической структуры лесных массивов, включает в себя оценку породного состава, размеров (высота, диаметр), возраста, горизонтальной (густота, полнота) и вертикальной (расположение деревьев в пологе) дифференциаций, а также продуктивности (бонитет, запас), проводился с использованием общепринятых методов, применяемых в таксации и лесоводстве [15; 18; 21]. Шишки ели взвешивали на электронных весах «AND HL-100» с точностью 0,01 г. Длину и ширину шишек измеряли электронным штангенциркулем «ТОУА» в закрытом состоянии сразу после сбора с точностью 0,01 мм. Статистическую обработку материала выполняли в программе Excel и IBM SPSS Statistics.

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев в ельниках черничниках

Пробная площадь	Состав	Элемент леса	Средние			Бонитет	Полнота		Запас, м ³ /га	Количество, экз./га	
			А, лет	Д, см	Н, м		Q, м ² /га	Р		стволов	подраста
1	8Е1С1Б ед.Ос	Е	70	22,1	15,6	III	31,13	0,99	291,6	776	1445
		С		24,1	20,1		26,5	0,88	256	612	
		Б		12,1	11,2		3	0,08	29	56	
		Ос		6	5,4		1,6	0,03	11	100	
							0,03	0,002	0,1	8	
2	9Е1С ед.Б	Е	75	19,9	15	IV	32,8	0,7	158,1	661	966
		С		30,7	19,2		18,7	0,66	144	616	
		Б		14,7	16,3		9,4	0,02	9,4	12	
							4,7	0,02	4,7	33	
3	10Е+ед.С	Е	75	19,7	14,3	IV	27,6	0,97	221	719	1412
		С		22,3	15,4		27,1	0,95	216	696	
							0,5	0,02	5	23	
4	7ЕЗС	Е	75	25	17,1	III	34	0,98	289	589	925
		С		24,8	17,7		22,8	0,7	193	443	
							11,2	0,28	96	146	

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных полевых исследований нами установлено наличие четырех форм ели по типу ветвления (рис. 1).

1. Щетковидный тип ветвления – ветви первого порядка сильно разветвлены, имеют толстые мелкие ветви, на концах ветви растут вверх, вниз и в стороны, но при приближении к стволу ветви свешиваются вниз и образуют щетку.

2. Плосковетвистый тип ветвления – ветви первого порядка широко разветвлены, кроме того, ветви всех порядков находятся в одной горизонтальной плоскости или слегка свешиваются вниз.

3. Зубчатый тип ветвления – ветви второго и следующего порядка тонкие и свешиваются не так правильно, как у гребенчатого типа ветвления.

4. Компактный тип ветвления – характеризуется плотным, густым расположением ветвей, которые растут близко друг к другу, создавая плотную крону. Главные ветви достаточно плотно и коротко разветвлены с маленькими ветвями.

Исследования показали, что на территории Приморского района Архангельской области в большей степени встречаются два типа ветвления кроны ели обыкновенной – плосковетвистый (встречаемость

51,6 %) и компактный (39,9 %). Щетковидный (6,2 %) и зубчатый (2,3 %) тип ветвления кроны отмечается меньшим распространением. В границах Республики Коми на территории Усть-Цилемского района доминирующее положение по форме ели занимает компактный тип ветвления (89,2 %), на порядок меньше отмечаются ели с плосковетвистым (5,5 %), зубчатым (3,5 %) и щетковидным (1,8 %) типом ветвления (табл. 2).

В качестве параметров лесоводственной ценности использована средняя высота ствола и средний диаметр на высоте 1,3 м. Наилучшими таксономическими параметрами в районах исследования отличаются ели с щетковидным типом ветвления. Средняя высота стволов данного типа ветвления составила $15,8 \pm 0,9$ м в Приморском районе Архангельской области и $14,5 \pm 1,1$ м в Усть-Цилемском районе Республики Коми. Средний диаметр стволов в Приморском и Усть-Цилемском районе также максимален у щетковидного типа ветвления. Более низкой средней высотой и средним диаметром отличаются ели с плосковетвистым и зубчатым типом ветвления (табл. 3). Достоверность значений во всех вариантах доказана ($t > 4$). Полученные данные не противоречат результатам ранее проведенных исследований в Архангельской области [1].



Рис. 1. Формы ели по типу ветвления кроны:

a – компактный; *б* – плосковетвистый; *в* – щетковидный; *г* – зубчатый

Таблица 2

Встречаемость ели по типу ветвления кроны

Тип ветвления кроны	Район исследования	
	Приморский Архангельской области	Усть-Цилемский Республики Коми
Плосковетвистый	51,6 %	5,5 %
Щетковидный	6,2 %	1,8%
Зубчатый	2,3 %	3,5%
Компактный	39,9 %	89,2%

Заложенные пробные площади № 3, 4 в Усть-Цилемском районе Республики Коми находятся на 600 км восточнее от р. Северная Двина, где проходит условная граница ареалов ели сибирской и ели европейской. В еловых лесах, расположенных в бассейне р. Северная Двина протекает процесс интенсивной интрогрессивной гибридизации, в ходе которого формируются гибридные формы ели [22].

По нашим данным на территории Приморского района Архангельской области преобладает ель европейская (36,5 %), ель гибридная (33,8 %) и ель сибирская (29,7 %) занимают меньшее положение в видовом составе. В Усть-Цилемском районе Республики Коми доминирующее положение занимает ель сибирская (76,6 %), заметно ниже распространена ель гибридная (12,9 %) и ель европейская (10,5 %). Полученные сведения об увеличении распространения ели сибирской с запада на восток на территории Восточно-Европейской равнины, ели европейской в обрат-

ном направлении с востока на запад, а также о наличии зоны интрогрессивной гибридизации ели по мере приближения к р. Северная Двина, подтверждаются рядом других работ [1; 19; 20; 22–25].

В Приморском районе Архангельской области средняя высота ствола ели существенно различается между щетковидным и плосковетвистым, компактным и плосковетвистым типом ветвления. Средняя диаметр ствола в данном районе достоверно различается между щетковидным и плосковетвистым, зубчатым и плосковетвистым, компактным и плосковетвистым, щетковидным и компактным типами ветвления. В Усть-Цилемском районе Республики Коми средняя высота ствола ели достоверно различается между плосковетвистым и щетковидным, щетковидным и зубчатым типом ветвления. По среднему диаметру ствола существенно различаются щетковидный и компактный, щетковидный и зубчатый, компактный и плосковетвистый типы ветвления кроны (табл. 4).

Таблица 3

Таксационные параметры ели с разным типом ветвления кроны

Тип ветвления кроны	Район исследования	
	Приморский	Усть-Цилемский
Средняя высота ствола, м		
Плосковетвистый	13,7±0,6	13,4±0,7
Щетковидный	15,8±0,7	15,2±0,5
Зубчатый	15,3±0,8	13,2±0,6
Компактный	15,1±0,3	14,2±0,2
Плосковетвистый	18,7±0,5	18,7±0,6
Щетковидный	24,8±1,1	20,8±0,8
Зубчатый	22,0±1,2	18,3±1,1
Компактный	21,7±0,6	20,2±0,4

Таблица 4

Существенность различий (t) таксономических параметров при 5 % уровне значимости, $t_{05} = 2,0$

Приморский район Архангельской области				
Варианты	Плосковетвистый	Щетковидный	Зубчатая	Компактная
	Средняя высота ствола, м			
Плосковетвистый	–	2,28*	1,60	2,09
Щетковидный	2,28	–	0,47	0,92
Зубчатый	1,60	0,47	–	0,23
Компактный	2,09	0,92	0,23	–
Средний диаметр ствола, см				
Плосковетвистый	–	5,05	2,54	3,84
Щетковидный	5,05	–	1,72	2,47
Зубчатый	2,54	1,72	–	0,16
Компактный	3,84	2,47	0,22	–
Усть-Цилемский район Республики Коми				
Варианты	Средняя высота ствола, м			
	Плосковетвистый	Щетковидный	Зубчатая	Компактная
Плосковетвистый	–	2,09	0,22	1,10
Щетковидный	2,09	–	2,56	1,86
Зубчатый	0,22	2,56	–	1,58
Компактный	1,1	1,86	1,58	–
Средний диаметр ствола, см				
Плосковетвистый	–	2,10	0,37	2,08
Щетковидный	2,10	–	2,08	0,67
Зубчатый	0,37	2,08	–	1,93
Компактный	2,08	0,67	1,93	–

Примечание. *Жирным шрифтом выделены достоверные данные (здесь и далее в таблицах).

Для оценки изменчивости шишек использованы основные биометрические параметры. По мнению большинства исследователей, определяющими характеристиками, позволяющими отличить ель сибирскую от европейской, выступают размеры их шишек (в частности, длина и ширина) и параметры семенных чешуй [1; 4; 11–15].

Наибольшая длина шишек отмечается у ели гибридной с щетковидным типом ветвления ($87,4 \pm 1,1$ мм), диаметр также максимален у щетковидного типа ветвления ели сибирской ($25,0 \pm 1,0$ мм). Наименьшая длина шишек наблюдается у ели европейской ($65,3 \pm 1,4$ мм) и сибирской ($65,4 \pm 1,0$ мм) с компактным типом ветвления. Различие по данному показателю достоверно на 5 % уровне значимости ($t_{\phi} > t_{05}$) (табл. 6). В то же время между тремя видами ели не обнаружено достоверных различий по ширине шишек с компактным типом вет-

вления. Выявлено, что максимальным диаметром шишек отличается ель гибридная ($22,9 \pm 0,5$ мм) и ель сибирская ($25,0 \pm 1,0$ мм) с щетковидным типом ветвления кроны. Наименьшая ширина обнаружена у ели гибридной ($19,4 \pm 0,3$ мм) с компактным типом ветвления. Достоверность различий между данными типами ветвления доказана на 5 % уровне значимости ($t_{\phi} > t_{05}$). Наибольшая масса шишек отмечена у ели гибридной с щетковидным типом ветвления ($15,4 \pm 0,7$ г), а минимальная масса характерна для ели сибирской с плосковетвистым типом ветвления ($8,0 \pm 0,4$ г) и ели европейской с компактным типом ветвления ($8,0 \pm 0,5$ г). Различия по массе также достоверны на 5 % уровне значимости ($t_{\phi} > t_{05}$).

Заметные различия наблюдаются также в степени изменчивости биометрических показателей шишек (табл. 7).

Таблица 5

Морфометрические параметры шишек ели в зависимости от типа ветвления и происхождения в Усть-Цилемском районе Республики Коми

Тип ветвления кроны	Длина шишек, мм	Диаметр шишек, мм	Масса, г
Ель европейская			
Плосковетвистый	$69,4 \pm 1,7$	$20,7 \pm 0,4$	$8,1 \pm 0,5$
Компактный	$65,3 \pm 1,4$	$19,7 \pm 0,5$	$8,0 \pm 0,5$
Щетковидный	$80,6 \pm 1,5$	$21,8 \pm 0,6$	$14,7 \pm 0,8$
Ель сибирская			
Плосковетвистый	$65,8 \pm 1,5$	$19,4 \pm 0,3$	$8,0 \pm 0,4$
Компактный	$65,4 \pm 1,0$	$19,9 \pm 0,2$	$9,0 \pm 0,3$
Щетковидный	$86,6 \pm 2,1$	$25,0 \pm 1,0$	$14,7 \pm 1,3$
Ель гибридная			
Плосковетвистый	$69,7 \pm 1,5$	$20,3 \pm 0,5$	$8,8 \pm 0,5$
Компактный	$65,9 \pm 1,3$	$19,4 \pm 0,3$	$8,1 \pm 0,4$
Щетковидный	$87,4 \pm 1,1$	$22,9 \pm 0,5$	$15,4 \pm 0,7$

Таблица 6

Существенность различий между средними значениями морфометрических параметров шишек при 5 % уровне значимости, $t_{05} = 2,0$

Тип ветвления	Плосковетвистый	Компактный	Гребенчатый
Европейская ель			
Длина шишки			
Плосковетвистый	–	1,86	5,69
Компактный	1,86	–	8,29
Щетковидный	5,69	8,29	–
Диаметр шишки			
Плосковетвистый	–	1,56	1,53
Компактный	1,56	–	2,69
Щетковидный	1,53	2,69	–
Масса шишки			
Плосковетвистый	–	0,14	5,06
Компактный	0,14	–	5,12
Щетковидный	5,06	5,12	–
Ель сибирская			
Длина шишки			
Плосковетвистый	–	0,22	6,32
Компактный	0,22	–	7,38
Щетковидный	6,32	7,38	–
Диаметр шишки			
Плосковетвистый	–	1,39	5,36
Компактный	0,22	–	5,00

Окончание табл. 6

Тип ветвления	Плосковетвистый	Компактный	Гребенчатый
Щетковидный	6,32	5,0	–
Масса шишки			
Плосковетвистый	–	2,00	4,56
Компактный	2	–	3,90
Щетковидный	4,56	3,9	–
<i>Ель гибридная</i>			
Длина шишки			
Плосковетвистый	–	1,91	11,02
Компактный	1,91	–	14,27
Щетковидный	11,02	14,27	–
Диаметр шишки			
Плосковетвистый	–	1,54	6,02
Компактный	1,54	–	8,35
Щетковидный	6,02	8,35	–
Масса шишки			
Плосковетвистый	–	1,09	5,63
Компактный	1,09	–	7,07
Щетковидный	5,63	7,07	–

Таблица 7

Изменчивость биометрических параметров шишек

Тип ветвления кроны	Коэффициент вариации (С), %		
	Длина шишек, мм	Диаметр шишек, мм	Масса, г
<i>Ель европейская</i>			
Плосковетвистый	9,8	8,1	22,6
Компактный	10,6	12,0	25,9
Щетковидный	10,0	12,5	33,1
<i>Ель сибирская</i>			
Плосковетвистый	13,2	9,7	32,4
Компактный	17,1	11,8	37,2
Щетковидный	12,2	14,6	34,2
<i>Ель гибридная</i>			
Плосковетвистый	18,6	16,8	35,2
Компактный	9,3	7,5	26,8
Щетковидный	10,6	10,5	20,0

Длина шишек ели европейской, сибирской или гибридной в изученных типах ветвления кроны варьирует на низком 9,3–12,2 % (компактный, щетковидный тип кроны) и среднем уровне 17,1–18,6 % (плосковетвистый тип кроны) изменчивости по шкале Мамаева [7]. Диаметр шишек ели европейской и сибирской для всех типов ветвления, за исключением щетковидного ($C = 14,6$ %) находится на низком уровне изменчивости, у ели гибридной с плосковетвистым типом ветвления отмечена максимальная флуктуация данного параметра ($C = 16,8$ %). Масса шишек наиболее вариативна из всех морфометрических параметров. Для ели сибирской выражено высокое варьирование данного признака в зависимости от типа ветвления кроны ($C = 32,4$ – $37,2$ %). Шишки ели европейской плосковетвистой и компактной формы характеризуются меньшей флуктуацией. Такая же картина наблюдается у шишек гибридной ели с компактной и щетковидной формой. Вариация данного признака у данных видов ели изменяется от повышенного ($C = 20,0$ – $26,8$ %) до высокого ($C = 33,1$ – $37,2$ %) уровня в зависимости от типа ветвления.

ВЫВОДЫ

1. Впервые дана оценка формового разнообразия ели по типу ветвления в Республике Коми на примере Усть-Цилемского района.

2. В результате проведенных исследований в Приморском районе Архангельской области и в Усть-Цилемском районе Республики Коми установлено наличие четырех типов ветвления ели: компактный, плосковетвистый, щетковидный, зубчатый.

3. Выявлено, что на территории Приморского района Архангельской области ель европейская (36,5 %), гибридная (33,8 %) и сибирская (29,7 %) распространены достаточно равномерно. На территории Усть-Цилемского района Республики Коми господствует ель сибирская (76,6 %), остальные виды ели встречаются значительно реже – ель гибридная (12,9 %) и ель европейская (10,5 %).

4. Установлены значимые различия в размерах шишек между видами ели и характером ветвления кроны. Ель гибридная с щетковидным ветвлением имеет самые крупные шишки длиной $87,4 \pm 1,1$ мм, ель сибирская также с щетковидным строением кроны

отличается наиболее широкими шишками – $25,0 \pm 1,0$ мм, ель гибридная с тем же типом ветвления характеризуется самыми массивными шишками ($15,4 \pm 0,7$ г).

5. Наибольшие показатели высоты (до 15,8 м) и диаметра ствола (24,8 см) отмечаются у ели с щетковидным типом ветвления, что подтверждает ее хозяйственную ценность.

6. При отборе шишек в целях селекционной работы следует отдавать приоритет особям ели гибридной с щетковидным типом ветвления.

7. Полученные данные подтверждают связь морфологических признаков ели с её таксационными показателями, что важно для селекции и повышения продуктивности лесов. Результаты могут быть использованы в лесном хозяйстве для выделения хозяйственно-ценных форм ели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Бабич Н. А., Комарова А. М., Соколова Е. Б. Ели и их лесосеменное значение // Известия Высших учебных заведений. Лесной журнал. 2010. № 4. С. 22–28.
2. Багаев С. С. Исследование географической изменчивости ели в Костромской области // Лесохозяйственная информация. 2014. № 4. С. 40–53.
3. Войчалъ П. И. О механических свойствах древесины внутривидовых форм ели // «Тр. АЛТИ». Архангельск, 1955. Т. 16. С. 169–173.
4. Казанцева М. Н., Арефьев С. П., Попов П. П. Индивидуальная и географическая изменчивость шишек и формы семенных чешуй ели сибирской в сибирской части ареала // Лесоведение. 2019. № 3. С. 198–207.
5. Кеппен В. П. Основы климатологии (Климаты зем. шара) / проф. В. Кеппен ; пер. со 2-го, доп. нем. изд. А. В. Вознесенского и М. П. Вознесенской / под ред. Е. И. Тихомирова. Утв. ВКВШ при СНК СССР в качестве пособия для педин-тов и ун-тов Геогр.-экон. н.-и. ин-т Ленингр. гос. ун-та. М. : Учпедгиз, 1938. 376 с.
6. Макаров Ю. И., Дружинин Ф. Н. Внутривидовой и возрастной полиморфизм ели европейской (*Picea Abies* (L) Karst) в условиях Вологодской области // Лесотехнический журнал. 2013. № 4. С. 24–32.
7. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М. : Наука, 1972. 282 с.
8. Мосеев Д. С. Формы ветвления ели в различных типах леса Архангельской области и связь с ними некоторых биометрических показателей // Экологические проблемы Севера. 2005. Вып. 8. С. 54–56.
9. ОСТ 56–69–83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Введ. 01.01.1984. М. : Изд-во стандартов, 1983. 10 с.
10. Попов В. Я. Формы ели по типу ветвления кроны в северной и средней подзонах тайги // Лесоводство, лесные культуры и почвоведения : межвуз. сб. науч. тр. Вып. 9. ЛТА им. С. М. Кирова. Л., 1980. С. 47–51.
11. Попов П. П., Казанцева М. Н., Арефьев С. П. Фенотипическая структура популяций ели на Европейском Севере России // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 2(380). С. 9–20.
12. Попов П. П., Арефьев С. П., Казанцева М. Н. Разнообразие и географическая дифференциация популяций ели сибирской (*Picea obovata*) в российской части ареала // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета : электрон. науч. журн. 2021. № 2(38). С. 61–70.
13. Попов П. П., Казанцева М. Н., Арефьев С. П. Индивидуальная и географическая изменчивость шишек *Picea obovata* в российской части ареала в связи с количеством семян в них // Теоретическая и прикладная экология. 2024. № 3. С. 192–199.
14. Попов П. П. Распространение популяции промежуточной формы елей европейской и сибирской в российской части ареала // Лесохозяйственная информация. 2020. № 1. С. 69–75.
15. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М. : Наука, 1975. 189 с.
16. Смирнов А. В., Хамитов Р. С. Влияние географического фактора на степень интрогрессивной гибридизации популяций ели в центральной части Вологодской области // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. 41, № 3. С. 238–242.
17. Влияние типа условий местопроизрастания и географического положения популяций на степень интрогрессивной гибридизации ели в Вологодской области / А. В. Смирнов, Р. С. Хамитов, С. А. Корчагов, С. Е. Грибов, Р. В. Щекалев // Лесохозяйственная информация. 2020. № 4. С. 94–104.
18. Сукачев В. Н. Современное состояние и задачи Советского лесоведения // Избранные труды. В 3 т. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л. : Наука, 1972. Т. 1. С. 242–247.
19. Тарханов С. Н., Коровин В. В., Щекалев Р. В. Формовое разнообразие хвойных на Европейском Севере России // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2006. № 5. С. 89–94.
20. Тарханов С. Н. Популяционная изменчивость ели финской по форме семенных чешуй на севере Архангельской области // Лесоведение. 2019. № 3. С. 208–214.
21. Лесная таксация. Ч. 4. Закладка, таксация и описание пробных площадей при проведении научных исследований и подготовке выпускных квалификационных работ : учебное пособие / С. В. Третьяков, С. В. Коптев, Е. Н. Наквасина, А. А. Бахтин, А. С. Ильинцев, А. П. Богданов, Ю. Е. Кекишева. Архангельск : САФУ, 2023. 119 с.
22. Чертовской В. Г. Еловые леса европейской части СССР. М. : Лесн. пром-сть, 1978. 176 с.
23. Щербакова М. А. Генэкология ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karst.) в разных лесорастительных районах : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1973. 26 с.
24. Юппе Н. А. Типы ветвления ели обыкновенной // Лесное хозяйство, 1939. № 7. С. 30–37.
25. Systematics and distribution of spruce species in the north-west of Russia / L. Orlova, G. Gussarova, E. Glazkova, A. Egorov, A. Potokin, S. Ivanov // Dendrobiology. 2020. Vol. 84. P. 12–29.

REFERENCES

1. Babich N. A., Komarova A. M., Sokolova E. B. Eli i ikh lesosemennoe znachenie // *Izvestiya Vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal*. 2010. № 4. S. 22–28.
2. Bagaev S. S. Issledovanie geograficheskoi izmenchivosti eli v Kostromskoi oblasti // *Lesokhozyaistvennaya informatsiya*. 2014. № 4. S. 40–53.
3. Voichal' P. I. O mekhanicheskikh svoistvakh drevesiny vnutrividovykh form eli // "Tr. ALTP". Arkhangel'sk, 1955. T. 16. S. 169–173.
4. Kazantseva M. N., Arefev S. P., Popov P. P. Individual'naya i geograficheskaya izmenchivost' shishek i formy semennykh cheshui eli sibirskoi v sibirskoi chasti areala // *Lesovedenie*. 2019. № 3. C. 198–207.
5. Keppen V. P. Osnovy klimatologii: (Klimaty zem. shara) / prof. V. Keppen; Per. so 2-go, dop. nem. izd. A. V. Voznesenskogo i M. P. Voznesenskoj / Pod red. E. I. Tikhomirova Utv. VKVSh pri SNK SSSR v kachestve posobiya dlya pedin-tov i un-tov Geogr.-ekon. n.-i. in-t Leningr. gos. un-ta. M. : Uchpedgiz, 1938. 376 s.
6. Makarov Yu. I., Druzhinin F. N. Vnutrividovoi i vozrastnoi polimorfizm eli evropeiskoi (*Picea Abies* (L) Karst) v usloviyakh Vologodskoi oblasti // *Lesotekhnicheskii zhurnal*. 2013. № 4. S. 24–32.
7. Mamaev S. A. Formy vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii (na primere semeistva Pinaceae na Urale). M. : Nauka, 1972. 282 s.
8. Moseev D. S. Formy vetvleniya eli v razlichnykh tipakh lesa Arkhangel'skoi oblasti i svyaz' s nimi nekotorykh biometricheskikh pokazatelei // *Ekologicheskie problemy Severa*. 2005. Vyp. 8. S. 54–56.
9. OST 56–69–83. Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki. Vved. 01.01.1984. M. : Izdatel'stvo standartov, 1983. 10 s.
10. Popov V. Ya. Formy eli po tipu vetvleniya krony v severnoi i srednei podzonakh taigi // *Lesovodstvo, lesnye kul'tury i pochvovedeniya : Mezhdvuz. sb. nauchn. trudov*. Vyp. 9. LTA im. S. M. Kirova. L., 1980. S. 47–51.
11. Popov P. P., Kazantseva M. N., Arefev S. P. Fenotipicheskaya struktura populyatsii eli na Evropeiskom Severe Rossii // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal*. 2021. № 2(380). S. 9–20.
12. Popov P. P., Arefev S. P., Kazantseva M. N. Raznoobrazie i geograficheskaya differentsiatsiya populyatsii eli sibirskoi (*Picea obovata*) v rossiiskoi chasti areala // *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal*. 2021. № 2(38). S. 61–70.
13. Popov P. P., Kazantseva M. N., Arefev S. P. Individual'naya i geograficheskaya izmenchivost' shishek *Picea obovata* v rossiiskoi chasti areala v svyazi s kolichestvom semyan v nikh // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2024. № 3. S. 192–199.
14. Popov P. P. Rasprostraneniye populyatsii promezhutochnoi formy eli evropeiskoi i sibirskoi v rossiiskoi chasti areala // *Lesokhozyaistvennaya informatsiya*. 2020. № 1. S. 69–75.
15. Pravdin L. F. El' evropeiskaya i el' sibirskaya v SSSR. M. : Nauka, 1975. 189 s.
16. Smirnov A. V., Khamitov R. S. Vliyanie geograficheskogo faktora na stepen' introgressivnoi gibridizatsii populyatsii eli v tsentral'noi chasti Vologodskoi oblasti // *Khvoinye boreal'noi zony*. 2023. T. 41, № 3. S. 238–242.
17. Vliyanie tipa uslovii mestoproizrastaniya i geograficheskogo polozheniya populyatsii na stepen' introgressivnoi gibridizatsii eli v Vologodskoi oblasti / A. V. Smirnov, R. S. Khamitov, S. A. Korchagov, S. E. Gribov, R. V. Shchekalev // *Lesokhozyaistvennaya informatsiya*. 2020. № 4. S. 94–104.
18. Sukachev V. N. Sovremennoe sostoyanie i zadachi Sovetskogo lesovedeniya // *Izbrannye trudy. V 3-kh tomakh: Osnovy lesnoi tipologii i biogeotsenologii*. L. : Nauka, 1972. T. 1. S. 242–247.
19. Tarkhanov S. N., Korovin V. V., Shchekalev R. V. Formovoe raznoobrazie khvoinykh na Evropeiskom Severe Rossii // *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoi vestnik*. 2006. № 5. S. 89–94.
20. Tarkhanov S. N. Populyatsionnaya izmenchivost' eli finskoi po forme semennykh cheshui na severe Arkhangel'skoi oblasti // *Lesovedenie*. 2019. № 3. S. 208–214.
21. Lesnaya taksatsiya. Chast' 4. Zakladka, taksatsiya i opisanie probnykh ploshchadei pri provedenii nauchnykh issledovaniy i podgotovke vypusknnykh kvalifikatsionnykh rabot: uchebnoe posobie / S. V. Tret'yakov, S. V. Koptev, E. N. Nakvasina, A. A. Bakhtin, A. S. Il'in-tsev, A. P. Bogdanov, Yu. E. Kekisheva. Arkhangel'sk : SAFU, 2023. 119 s.
22. Chertovskoi V. G. Elovye lesa evropeiskoi chasti SSSR. M. : Lesn. prom-st', 1978. 176 s.
23. Shcherbakova M. A. Genekologiya eli obyknovennoi (*Picea abies* (L.) Karst.) v raznykh lesorastitel'nykh raionakh : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Krasnoyarsk, 1973. 26 s.
24. Yurre N. A. Tipy vetvleniya eli obyknovennoi // *Lesnoe khozyaistvo*, 1939. № 7. S. 30–37.
25. Systematics and distribution of spruce species in the north-west of Russia / L. Orlova, G. Gussarova, E. Glazkova, A. Egorov, A. Potokin, S. Ivanov // *Dendrobiology*. 2020. Vol. 84. P. 12–29.

© Генрих Э. А., Залывская О. С.,
Беляева Е. А., Борисов Д. С., 2025