

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПО ДИАМЕТРУ

аспирант **М.И. Михайлова**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор **М.П. Чернышов**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,  
г. Воронеж, Российская Федерация

Анализируются показатели, характеризующие современное строение по диаметру географических лесных культур сосны обыкновенной, созданных в 1959 г. посадкой вручную под меч Колесова 2-летних сеянцев на полигоне «Ступинское поле» Воронежской области, площадью 26,1 га на землях из-под сельскохозяйственного пользования. По данным сплошных переучетов деревьев на 32 временных пробных площадях, заложенных в 2018-2020 гг. и представляющих 18 лесостепных и 14 степных экотипов из лесничеств европейской части Российской Федерации и Украины, определены диаметры самого тонкого, среднего и самого толстого деревьев сосны, а также были построены ряды их распределения по 2- и 4-сантиметровым ступеням толщины. Установлено, что у лесостепных экотипов сосны распределение деревьев имеет одновершинный, типичный для нормального распределения характер, но с незначительной правой асимметрией. Распределение деревьев степных экотипов также ассиметричное, но двухвершинное. При этом вершина первого правостороннего и меньшего по высоте пика приходится на ступень толщины 20 см, а вершина второго, более высокого пика приходится на центральную ступень толщины (28 см), что связано с естественным циклично-волновым отпадом тонкомерных деревьев сосны степных экотипов, произрастающих в условиях лесостепи, где расположен объект исследования. В культурах лесостепных экотипов сосны в пяти центральных ступенях толщины сосредоточено 65,3 % деревьев, а у степных – только 52,0 % от их общего количества.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, географические культуры, строение по диаметру, распределение деревьев по ступеням толщины, изменчивость

## STRUCTURAL FEATURES OF PROVENANCE TRAIL PLANTATIONS OF PINE IN TERMS OF DIAMETER

Post-graduate student **M.I. Mikhailova**

DSc (Agriculture), Professor **M.P. Chernyshov**

FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov",  
Voronezh, Russian Federation

### Abstract

The article analyzes the indicators characterizing modern structure in terms of diameter in provenance trial plantations of Scots pine, created in 1959 by manually planting 2-year-old seedlings using Kolesov's sword at the Stupinskoye Pole training ground in the Voronezh Region, with an area of 26.1 hectares on agricultural land. Based on the data of continuous tree counts on 32 temporary sample plots established in 2018-2020, and representing 18 forest-steppe and 14 steppe ecotypes from the forestries of the European part of the Russian Federation and Ukraine, the diameters of the thinnest, middle and thickest pine trees were determined, as well as rows of their distribution were built for 2 and 4 cm steps of thickness. It was found that distribution of trees in the forest-steppe ecotypes of pine has a unimodal character,

typical for a normal distribution, but with insignificant right-hand asymmetry. The distribution of trees of steppe ecotypes is also asymmetric, but bimodal one. In this case, the top of the first right-sided and smaller peak falls on a step of 20 cm thickness, and the top of the second, higher peak falls on the central step of thickness (28 cm), which is associated with the natural cyclic-wave decay of small-sized pine trees of steppe ecotypes growing in conditions of the forest-steppe, where the object of research is located. In pine plantations of forest-steppe ecotypes, 65.3% of the trees are concentrated in the five central steps of thickness, and in the steppe ecotype - only 52.0% of their total number.

**Keywords:** Sots pine, provenance trial plantations, structure by diameter, distribution of trees in steps of thickness, variability

### Введение

Средний диаметр насаждения как количественный таксационный показатель имеет широкое применение в теории и практике лесоустройства и лесного хозяйства [1]. Его величина является одним из критериев при установлении возраста технической спелости насаждений, при определении их продуктивности по таблицам хода роста, включая их товарную и сортиментную структуру, а также при расчетах размеров многоцелевого использования лесов. Так, средний диаметр совместно с классом товарности позволяет не только оценить сортиментную структуру запаса насаждения в целом, но и определить выход конкретных сортиментов (пиловочник, строительное бревно, подтоварник и др.), которые можно заготовить в том или ином насаждении.

Кроме того, строение лесных насаждений по диаметру имеет большое значение при проектировании лесоводственных мероприятий в разных категориях защитных лесов, в том числе рубок ухода, выборочных рубок в спелых и перестойных насаждениях, при товаризации запаса древесины и при назначении деревьев в рубку [2].

Наиболее полно изучено строение по диаметру разновозрастных насаждений сосны обыкновенной естественного происхождения [3-6]. Для географических культур сосны вопросы строения по диаметру с дифференциацией их по разным экотипам и географическим происхождениям семян являются малоизученными. Применительно к этой проблеме имеются лишь единичные публикации отечественных [7, 8] и зарубежных [9, 10] ученых, а также отрывочные сведения общего характера [11-14].

При планировании научных экспериментов часто возникает вопрос, с какой степенью дробно-

сти необходимо измерять диаметры деревьев на высоте 1,3 м (0,1 см, 1 см, 2 см или 4 см) и осуществлять их округления при расчетах.

Известно [1], что при массовой инвентаризации лесов, выполняемой обычно в крупных лесных массивах и в ходе лесоустройства, средний диаметр принято определять с градацией 2 см, если он не превышает 32 см, и с градацией 4 см, если он более 32 см. Это соответствует относительной точности работ  $\pm 10\%$ . При таксации насаждений на пробных площадях диаметры деревьев обычно измеряют с точностью 0,1 см, что обеспечивает высокую точность,  $\pm 3-5\%$ .

Целью исследований служило выявление особенностей строения по диаметру 59-61-летних географических лесных культур сосны обыкновенной, созданных в 1969 г. на полигоне «Ступинское поле» в Воронежской области под руководством проф. М.М. Вересина [15] и представленных лесостепными и степными экотипами из лесничеств европейской части Российской Федерации и Украины.

Для достижения указанной цели решались следующие задачи:

- заложить серии временных пробных площадей в географических лесных культурах сосны, относящихся к лесостепным и степным экотипам;
- выполнить на пробных площадях пересчет всех растущих и усохших деревьев с измерением у них диаметров на высоте 1,3 м с точностью 0,1 см и оценкой их санитарного состояния согласно шкале действующих Правил санитарной безопасности в лесах [16];
- осуществить статистическую обработку полевых материалов и оценить полученное распределение деревьев сосны по ступеням толщины и по категориям санитарного состояния.

### Материалы и методы исследования

В 2018-2020 гг. в географических культурах сосны обыкновенной на полигоне «Ступинское поле» было заложено 32 временных пробных площади (ВПП), в том числе 18 шт. в лесостепных экотипах и 14 шт. – в степных.

Размер всех пробных площадей одинаковый (20×25 м, или 0,05 га). Он обусловлен исходным размещением равновеликих по площади блоков с высаживаемыми 2-летними сеянцами для каждого из 267 вариантов партий семян, полученных из разных лесхозов и лесничеств бывшего СССР. Сеянцы высажены вручную под меч Колесова с размещением в ряду через 0,5 м и шириной между рядами 1,5 м. Таким образом, начальная густота культур в каждом варианте испытываемых экотипов составляла ≈ 13,0 тыс. сеянцев на 1 га.

Всего на ВПП было учтено и обмерено 1260 растущих деревьев сосны с распределением их по категориям санитарного состояния в соответствии со шкалой действующих Правил санитарной безопасности в лесах [16]. Кроме того, деревья при перечеке распределялись по длине деловой части ствола на три категории технической годности: деловые, полуделовые и дровяные.

За весь предшествующий период времени в культурах рубки ухода (осветления и прочистки) не проводились. Периодически удалялись только погибшие по разным причинам деревья (сухостой). Текущую сохранность культур (%) определяли путем деления числа учтенных растущих деревьев на начальную густоту посадки.

Среднюю высоту ( $H_{ср}$ ) и средний диаметр ( $D_{ср}$ ) деревьев на каждой ВПП и другие таксационные показатели определяли камерально.

Величину  $D_{ср}$  рассчитывали через средневзвешенную площадь поперечных сечений стволов на высоте 1,3 м. Величину  $H_{ср}$  определяли по  $D_{ср}$  и кривым высот, полученным в графическом редакторе Excel по данным обмера диаметров и высот у 25-30 деревьев на каждой ВПП.

Средний балл состояния культур (средневзвешенную категорию состояния деревьев) на каждой ВПП рассчитывали по формуле

$$B_{ср} = (M_1 \times K_1 + M_2 \times K_2 + M_3 \times K_3 + M_4 \times K_4 + M_5 \times K_5 + M_6 \times K_6) / M_{общ.}, \quad (1)$$

где  $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6$  – запас деревьев соответствующей категории состояния,  $m^3/га$ ;

$M_{общ.}$  – общий запас древесины деревьев всех категорий,  $m^3/га$ ;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$  и  $K_6$  – численные индексы соответствующих категорий состояния, равные 1, 2, 3, 4, 5 и 6 соответственно.

Данные сплошных перечетов деревьев были обработаны методами вариационной статистики с использованием компьютерных программ Statistica и Excel. Для географических культур на всех ВПП, представляющих лесостепные и степные экотипы сосны, были определены по общепринятым в лесной таксации методам их ключевые лесоводственно-таксационные показатели.

Обобщенная лесоводственно-таксационная характеристика географических лесных культур сосны по данным 32 пробных площадей, заложенных на полигоне «Ступинское поле» в сентябре-октябре 2018, 2019 и 2020 гг. и сгруппированных в два блока, приведена в табл. 1.

### Результаты и обсуждение

Высокая достоверность полученных результатов подтверждается единой методикой сбора полевых материалов и современными методами их обработки с использованием компьютерных программ.

В связи с тем, что деревья на всех ВПП имеют одинаковый биологический возраст, равный на время их закладки соответственно 59, 60 или 61 годам, и тем, что они произрастают в одинаковых условиях ( $A_2-B_2$ ), то установленные у них границы варьирования диаметров на высоте 1,3 м при отсутствии рубок ухода можно объяснить только их индивидуальной изменчивостью, обусловленной принадлежностью семян к соответствующим географическим районам (лесостепным или степным экотипам).

# Природопользование

Таблица 1

Рост, состояние и продуктивность географических культур сосны на пробных площадях

№ ВПП	Происхождение семян (область, лесхоз, лесничество)		Возраст, лет	Средние		Полнота	Запас, м/га <sup>3</sup>	Состояние, средний балл
				высота, м	диаметр, см			
Лесостепные экотипы								
1-18	Воронежская	Хреновское	59	27,2	28,9±1,246	0,8	342	2,2
2-18	Воронежская	Бычковское	59	24,3	23,0±0,767	1,0	399	1,5
3-20	Воронежская	Борское	61	21,9	23,0±0,595	1,0	349	1,8
4-18	Липецкая	Колодезское	59	25,6	22,1±0,608	1,0	487	1,2
5-20	Липецкая	Балашовское	61	25,2	24,6±0,784	1,0	522	1,8
6-18	Белгородская	Шаталовское	59	22,8	23,7±0,863	1,0	371	1,3
7-20	Белгородская	Уразовское	61	24,7	26,4±0,946	1,0	583	1,5
8-18	Тамбовская	Платоновское	59	27,0	24,7±1,543	0,6	266	1,8
9-18	Курская	Б. Сталинское	59	24,1	20,7±0,498	1,2	462	1,4
10-18	Брянская	Краснослободское	59	25,0	23,4±0,743	1,0	391	1,4
11-19	Московская	Каширский л-з	60	19,4	23,9±0,594	1,0	310	1,6
12-19	Пензенская	Монастырское	60	25,1	25,6±1,019	1,0	409	1,7
13-19	Орловская	Хатынецкое	60	24,3	27,2±0,901	0,9	353	1,6
14-19	Орловская	Б. Сталинское	60	26,5	29,4±0,878	1,1	471	1,3
15-20	Рязанская	Мурманское	61	24,7	24,8±0,598	0,8	339	1,8
16-20	Черкасская	Совиевское	61	26,5	30,4±1,020	1,0	414	1,5
17-20	Полтавская	Зеньковское	61	22,7	26,8±1,063	0,7	253	1,6
18-20	Сумская	Грузское	61	24,2	25,5±1,013	1,0	378	1,4
Степные экотипы								
19-20	Саратовская	Петровский л-з	61	19,9	25,7±1,030	0,8	236	1,3
20-20	Саратовская	Дьяковское	61	17,6	19,8±0,721	0,8	223	2,6
21-20	Волгоградская	Рахинское	61	16,5	21,9±1,692	0,3	79	2,6
22-20	Волгоградская	Арчединский л-з	61	18,0	24,8±0,869	1,0	297	1,8
23-20	Луганская	Песчаное	61	23,9	30,6±0,843	1,2	491	1,2
24-20	Луганская	Н-Айдаровское	61	23,0	30,9±1,341	0,9	322	1,7
25-20	Днепропетровская	Кировское	61	23,8	23,4±0,910	0,6	231	1,3
26-20	Днепропетровская	Б-Михайловское	61	23,7	25,4±0,890	1,2	481	2,0
27-19	Днепропетровская	Новомосковское	60	20,3	24,6±1,265	0,7	211	1,8
28-20	Херсонская	Црюпинское	61	18,7	31,3±1,581	1,0	290	2,0
	Запорожская	Крутоярское						
29-20	Донецкая	Александровское	61	24,0	29,8±1,019	0,8	309	1,6
30-20	Киевская	Жукинское	61	23,6	27,0±1,497	0,6	245	2,5
31-20	Краснодарский край	Мезмайское	61	25,3	24,6±0,907	0,9	368	1,4
32-18	Южно-Осетинская АО	Гуфта-Гихатурское	59	23,1	24,9±1,267	0,6	212	1,9

**Примечание.** В первом столбце «№ ВПП» через черточку указаны сокращенно годы их закладки (например, ВПП-18 означает, что она была заложена в 2018 г.).

Источник: собственные вычисления авторов

# Природопользование

Таблица 2

Показатели диаметров деревьев сосны в географических лесных культурах, их распределение по ступеням толщины на ВПП, заложенных в лесостепных экотипах

Показатели на ВПП	Характеристика культур на ВПП №:																		Все ВПП
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Дср, см	28,9	23,0	23,0	22,1	24,6	23,7	26,4	24,7	20,7	23,4	23,9	25,6	27,2	29,4	24,8	30,4	26,8	25,5	-
Коэффициент вариации Д, %	20,70	25,13	19,21	22,82	22,80	27,25	27,10	30,63	19,50	23,15	18,46	25,17	19,91	17,17	16,38	18,06	20,58	29,23	
Дмин, см	19,8	13,0	15,5	12,0	15,3	15,2	14,6	13,8	13,1	13,6	14,6	16,0	18,1	20,1	17,7	19,4	17,6	11,1	-
Дмин в долях от Дср	0,47	0,33	0,41	0,36	0,40	0,35	0,32	0,35	0,33	0,39	0,42	0,40	0,42	0,49	0,51	0,44	0,47	0,26	
Дмакс, см	41,5	39,2	37,7	33,6	38,5	43,1	45,3	39,6	29,1	35,0	34,4	40,3	43,1	41,2	34,5	44,0	37,2	42,5	-
Дмакс в долях от Дср	1,44	1,70	1,75	1,52	1,57	1,82	1,72	1,60	1,41	1,50	1,44	1,57	1,58	1,40	1,45	1,45	1,37	1,89	
Средний прирост по Д, см	0,490	0,390	0,352	0,375	0,403	0,402	0,433	0,419	0,351	0,397	0,398	0,427	0,453	0,490	0,390	0,497	0,444	0,369	-
Сохранность растений, %	3,5	8,8	8,5	9,7	7,8	8,6	8,8	3,7	10,2	8,2	8,5	6,2	5,5	5,1	7,1	4,5	4,2	8,3	-
Число живых растений, шт.	23	57	55	63	51	56	57	24	66	53	55	40	36	33	46	29	27	54	825
Ступени, см	в том числе распределение растущих деревьев сосны по ступеням толщины, %:																		
12	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7	0,4
14	-	3,5	-	6,3	-	-	1,8	8,3	9,1	3,8	3,6	-	-	-	-	-	-	3,7	2,5
16	-	10,5	7,3	6,3	5,9	10,7	5,3	4,2	10,6	11,3	1,8	10,0	-	-	-	-	-	3,7	5,7
18	-	12,3	9,1	11,1	11,8	14,3	3,5	16,7	16,7	7,5	9,1	7,5	2,8	-	4,3	-	11,1	3,7	8,5
20	4,3	10,5	12,7	15,9	13,7	12,5	17,5	4,2	15,2	17,0	12,7	10,0	5,6	3,0	15,2	3,4	3,7	9,3	11,6
22	8,7	17,5	23,6	19,0	11,8	10,7	5,3	16,7	18,2	9,4	12,7	15,0	13,9	3,0	17,4	-	11,1	14,8	13,5
24	17,4	7,0	20,0	11,1	11,8	19,6	10,5	4,2	18,2	18,9	23,6	7,5	16,7	15,2	19,6	6,9	18,5	11,1	14,7
26	13,0	17,5	10,9	11,1	11,8	8,9	12,3	16,7	4,5	1,9	14,5	5,0	13,9	12,1	17,4	17,2	3,7	13,0	11,2
28	8,7	7,0	9,1	7,9	15,7	8,9	8,8	4,2	4,5	9,4	10,9	10,0	22,2	18,2	13,0	17,2	14,8	13,0	10,8
30	17,4	7,0	1,8	6,3	3,9	3,6	10,5	-	3,0	9,4	3,6	15,0	5,6	15,2	4,3	13,8	18,5	3,7	7,0
32	8,7	-	1,8	1,6	2,0	3,6	12,3	4,2	-	7,5	3,6	10,0	5,6	9,1	2,2	17,2	3,7	3,7	4,7
34	8,7	3,5	1,8	1,6	3,9	-	3,5	4,2	-	1,9	3,6	2,5	2,8	6,1	6,5	3,4	3,7	3,7	3,0
36	-	-	-	-	5,9	1,8	-	12,5	-	1,9	-	2,5	5,6	12,1	-	6,9	7,4	3,7	2,5
38	4,3	1,8	1,8	-	2,0	-	1,8	-	-	-	-	2,5	-	3,0	-	6,9	3,7	3,7	1,5
40	-	1,8	-	-	-	1,8	-	4,2	-	-	-	2,5	2,8	-	-	3,4	-	-	0,7
42	8,7	-	-	-	-	1,8	3,5	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	5,6	1,1
44	-	-	-	-	-	1,8	1,8	-	-	-	-	-	2,8	-	-	3,4	-	-	0,5
46	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Итого, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Источник: собственные вычисления авторов

Ранее нами было установлено [17, 18], что коэффициенты вариации диаметров деревьев на высоте 1,3 м у лесостепных экотипов изменялись от 20,83 до 30,36 %, а у степных экотипов – от 21,95 до 25,04 %.

Однако при изучении строения культур по диаметру важно знать не только степень варьирования диаметров деревьев, их минимальные и максимальные величины, но и характер распределения деревьев по ступеням толщины в том или ином возрасте, на той или иной стадии роста (приживания, смыкания, интенсивного роста, сомкнутого

молодняка, стадий среднего возраста, приспевания и спелости), с учетом присущих им процессов естественной дифференциации разной интенсивности по рангам или размерности (отпад, отставшие в росте, мелкие, средние, крупные).

Для сопоставимости полученных результатов о характере распределения растущих деревьев сосны по 2-сантиметровым ступеням толщины для всей совокупности ВПП, заложенных соответственно в лесостепных и степных экотипах сосны, а также для выявления различий между ними обобщенные сведения приведены в табл. 2 и 3.

Показатели диаметров деревьев сосны в географических лесных культурах и их распределение по ступеням толщины на ВПП, заложенных в степных экотипах

Показатели	Характеристика культур на ВПП №:														Все ВПП
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Дср, см	25,7	19,8	21,9	24,8	30,6	30,9	23,4	25,4	24,6	31,3	29,8	27,0	24,6	24,9	-
Коэффициент вариации Д, %	21,23	23,32	30,97	21,63	16,76	21,71	22,33	24,54	25,74	25,78	16,76	27,74	22,13	28,83	
Дмин, см	15,9	12,3	11,2	16,1	19,9	16,0	12,9	15,2	15,0	16,1	21,0	18,9	16,9	12,0	
Дмин в долях от Дср	0,62	0,62	0,51	0,65	0,65	0,52	0,55	0,60	0,61	0,51	0,70	0,70	0,68	0,53	
Дмакс, см	33,6	32,1	41,9	44,5	40,0	39,0	32,4	42,4	38,0	44,9	41,0	52,3	39,4	47,5	-
Дмакс в долях от Дср	1,31	1,62	1,91	1,79	1,30	1,27	1,38	1,66	1,54	1,43	1,38	1,94	1,59	2,08	
Прирост по Д, см	0,421	0,325	0,359	0,407	0,505	0,502	0,384	0,418	0,410	0,513	0,489	0,443	0,407	0,386	-
Сохранность растений, %	4,3	6,3	2,5	5,8	5,7	3,8	5,1	7,5	3,8	4,0	3,7	3,8	5,5	4,9	-
Число живых растений, шт.	28	41	16	38	37	25	33	49	25	26	24	25	36	32	435
Ступени, см	распределение растущих деревьев сосны по ступеням толщины, %														
12	-	-	4,9	6,3	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	1,1
14	-	-	7,3	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	1,1
16	10,7	10,7	14,6	12,5	2,6	-	4,0	12,1	6,1	8,0	3,8	-	-	2,8	5,7
18	7,1	7,1	22,0	6,3	5,3	-	-	6,1	12,2	8,0	3,8	-	4,0	5,6	7,4
20	7,1	7,1	17,1	25,0	10,5	5,4	12,0	6,1	10,2	16,0	3,8	-	8,0	25,0	10,8
22	14,3	14,3	4,9	18,8	18,4	5,4	-	6,1	8,2	12,0	7,7	8,3	20,0	13,9	9,9
24	-	-	12,2	6,3	26,3	5,4	4,0	21,2	14,3	12,0	3,8	4,2	12,0	11,1	11,0
26	3,6	3,6	9,8	12,5	13,2	8,1	4,0	24,2	6,1	16,0	3,8	16,7	20,0	5,6	12,0
28	14,3	14,3	4,9	6,3	10,5	8,1	8,0	3,0	16,3	12,0	11,5	20,8	16,0	13,9	10,8
30	28,6	28,6	-	-	5,3	13,5	4,0	6,1	8,2	-	7,7	16,7	4,0	11,1	8,3
32	10,7	10,7	2,4	-	-	21,6	12,0	9,1	4,1	-	7,7	-	0,0	2,8	5,7
34	3,6	3,6	-	-	2,6	5,4	24,0	-	8,2	-	11,5	20,8	4,0	5,6	5,7
36	-	-	-	-	2,6	24,3	8,0	-	4,1	8,0	11,5	4,2	0,0	-	4,6
38	-	-	-	-	-	-	16,0	-	-	8,0	11,5	4,2	4,0	-	2,5
40	-	-	-	-	-	2,7	4,0	-	-	-	-	-	4,0	2,8	0,9
42	-	-	-	6,3	-	-	-	-	2,0	-	-	4,2	-	-	0,9
44	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	11,5	-	-	-	0,9
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	-	0,2
Итого, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Источник: собственные вычисления авторов

В связи с тем, что на пробных площадях при абсолютно равной их площади 0,05 га сохранилось разное количество растущих деревьев, то с целью сопоставимости полученных результатов количество деревьев в табл. 2 и 3 выражено в процентах от их общего числа на каждой ВПП.

Для наглядности выявленных различий в характере распределения деревьев сосны по 2- и по 4-сантиметровым ступеням толщины на всей совокупности пробных площадей оно показано на рис. 1 и 2 раздельно для лесостепных и степных экотипов.

Сопоставив данные табл. 1-3, можно отметить следующие особенности.

У лесостепных экотипов преобладающая часть деревьев (65,3 %) сосредоточена в пяти цен-

тральных ступенях толщины (20-28 см) и отличается от распределения на ВПП в степных экотипах тем, что в пяти центральных ступенях толщины их меньше (52,0 %), а величина самих ступеней больше (22-30 см).

Амплитуда колебаний величин минимальных и максимальных диаметров у степных экотипов шире (от 12 до 52 см), чем у лесостепных экотипов (от 12 до 46 см).

Диаметры самых тонких деревьев на ВПП в культурах лесостепных экотипов изменяются в пределах от 0,26 до 0,51 величины среднего диаметра, а самого толстого дерева – от 1,37 до 1,89.

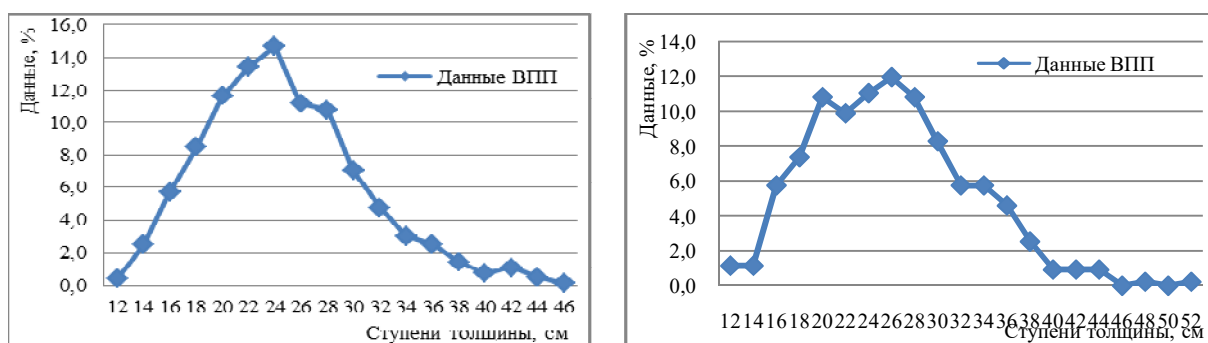


Рис. 1. Характер распределения деревьев сосны по 2-сантиметровым ступеням толщины у лесостепных (слева) и степных (справа) экотипов

Источник: собственные вычисления авторов

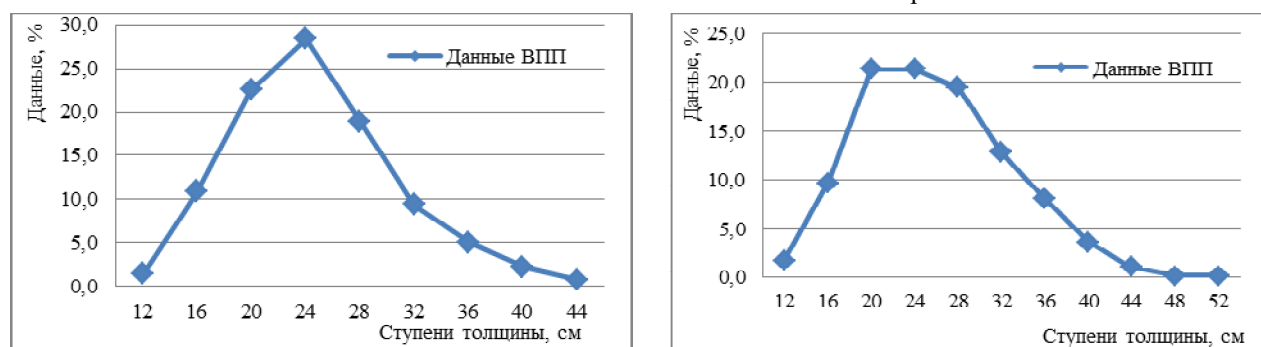


Рис. 2. Характер распределения деревьев сосны по 4-сантиметровым ступеням толщины у лесостепных (слева) и степных (справа) экотипов

Источник: собственные вычисления авторов

Диаметры самых тонких деревьев на ВПП в культурах степных экотипов изменяются в более узких границах, от 0,51 до 0,70 величины среднего диаметра, а самого толстого дерева в более широких – от 1,27 до 2,08.

Установленные величины диаметров самых тонких и самых толстых деревьев обусловлены не только индивидуальной изменчивостью и наследственными признаками экотипов сосны, но и значительной удаленностью отдельных мест заготовки семян (например, Южно-Осетинская АО, ВПП-32) от полигона «Ступинское поле».

На кривых распределения деревьев по 2- и по 4-сантиметровым ступеням толщины (рис. 1 и 2) четко видна правая асимметрия. Это свидетельствует о том, что естественный отпад в изначально перегущенных (13,0 тыс. шт. 2-летних сеянцев на 1 га) географических культурах происходил преимущественно за счет деревьев, входивших в тонкие ступени толщины. В изучаемых географических культурах сосны на протяжении всей их жиз-

ни периодически (примерно раз в 5 лет) проводилось удаление только сухостойных деревьев. Таким образом, какое-либо влияние лесоводственных уходов на их текущую густоту и строение по диаметру было полностью исключено. У лесостепных и степных экотипов величина естественного отпада на ВПП была разной, о чем свидетельствует разное количество сохранившихся на них растущих деревьев (табл. 2 и 3).

Следовательно, можно считать, что сложившееся к настоящему времени строение географических лесных культур сосны по диаметру у лесостепных и степных экотипов обусловлено только процессом их естественного изреживания в тесной взаимосвязи с наследственностью и индивидуальной изменчивостью роста и развития деревьев разных географических потомств. Оно отличается от нормального распределения.

### Заключение

По результатам исследований можно сделать следующие общие выводы.

1. Амплитуда изменения диаметров деревьев сосны на высоте 1,3 м у степных экотипов шире, чем у лесостепных. При этом величины диаметров самых тонких деревьев на ВПП в лесостепных экотипах колеблются в пределах от 0,26 до 0,51 величины диаметра среднего дерева, а у степных экотипов – от 0,51 до 0,70. Величины максимальных диаметров деревьев на пробных площадях в лесостепных экотипах колеблются в меньших пределах, от 1,37 до 1,89 от величины диаметра среднего дерева, а у степных экотипов – в больших пределах, от 1,27 до 2,08.

2. Распределение деревьев по 2-сантиметровым ступеням толщины у лесостепных экотипов имеет одновершинный характер с правой асимметрией, а у степных экотипов – двухвершинный, где первый и меньший по высоте пик приходится на ступень 20 см, а второй более высокий пик – на центральную ступень (28 см).

3. Географические культуры сосны можно характеризовать при таксации с высокой точностью величиной среднего диаметра, который можно определять либо по диаметру самого тонкого дерева, либо по диаметру самого толстого дерева, умножив их на соответствующий коэффициент.

### Библиографический список

1. Лесостроительная инструкция : Утв. приказом Минприроды РФ от 29 марта 2018 г. № 122. – URL: <http://rosleshoz.gov.ru> (дата обращения 10.09.2020).
2. Третьяков, Н. В. Закон единства в строении насаждений / Н. В. Третьяков. – Москва – Ленинград : Новая деревня, 1927. – 113 с.
3. Верхунов, П. М. Особенности строения разновозрастных сосновых насаждений по диаметру / П. М. Верхунов // Лесная таксация и лесоустройство : межвуз. сб. науч. трудов. – Красноярск : РИО СТИ, 1978. – Вып. 7. – С. 54–58.
4. Верхунов, П. М. Закономерности строения разновозрастных сосняков / П. М. Верхунов. – Новосибирск : Наука, 1976. – 256 с.
5. Загреев, В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев / В. В. Загреев. – Москва : Лесн. пром-сть, 1978. – 240 с.
6. Дударев, А. Д. Строение и рост сосняков Брянского лесного массива : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. Д. Дударев. – Воронеж : ВЛХИ, 1949. – 20 с.
7. Галдина, Т. Е. Исследование особенности роста географических культур сосны обыкновенной в условиях Центральной лесостепи / Т. Е. Галдина, М. М. Романова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 127 (03). – 12. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/60.pdf>. – DOI: 10.21515/1990-4665-127-060. – IDA [article ID]: 1271703060.
8. Смогунова, О. А. Рост и продуктивность сосны обыкновенной в географических культурах Центральной лесостепи : специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Смогунова Ольга Алексеевна ; Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2000. – 20 с.
9. Feliksik, E. The influence of thermal and pluvial conditions on the radial increment of the Scots pine (*Pinus silvestris* L.) from the area of Dolny Slavak / E. Feliksik, S. Wilczvynski // *Folia forest pol.* A. – 2000. – № 42. – P. 55–66.
10. Rieger, R. The loss of increment in D.B.H as a basis for the estimation of a degree of degradation of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) stands in the Niepolomice forest / R. Rieger // *Asta agr. et silv. Ser. Silv.* – 1987. – S. 103–112.
11. Severity index and transfer effects on survival and volume production of *Pinus sylvestris* in northern Sweden / J. Eriksson, S. Audersson, V. Eiche [et al.] // *Stud. For. Suec.* – 1980. – № 156. – 32 p.
12. Шутяев, А. М. Продуктивность географических популяций сосны обыкновенной / А. М. Шутяев, М. М. Вересин // *Лесное хозяйство.* – 1990. – № 11. – С. 36–38.
13. Чернодубов, А. И. Географические культуры сосны обыкновенной на юге Русской равнины / А. И. Чернодубов, Т. Е. Галдина, О. А. Смогунова. – Воронеж, 2005. – 128 с.



14. Успенский, В. В. Особенности роста, продуктивности лесных культур / В. В. Успенский, В. К. Попов. – Москва : Лесн. пром-сть. 1974. – 128 с.
15. Вересин, М. М. Испытание потомств географических популяций сосны обыкновенной в Воронежской области / М. М. Вересин, А. М. Шутяев // Защитное лесоразведение и лесные культуры : межвуз. сб. науч. трудов. – Воронеж, 1978. – Вып. 5. – С. 27–33.
16. Правила санитарной безопасности в лесах : Утверждены приказом МПР от 20 мая 2017 г. № 607. – URL: <http://rosleshoz.gov.ru> (дата обращения 10.09.2020).
17. Михайлова, М. И. Состояние, рост и продуктивность лесостепных экотипов сосны обыкновенной в географических культурах на полигоне «Ступинское поле» Воронежской области / М. И. Михайлова, М. П. Чернышов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : матер. 6 науч.-техн. конференции, Санкт-Петербург, 22-25 мая 2019 года / отв. ред.: В. М. Гедьо [и др.] ; Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова. – Санкт-Петербург : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – С. 142–144.
18. Михайлова, М. И. Особенности роста и состояние лесостепных и степных экотипов сосны обыкновенной в географических культурах Воронежской области / М. И. Михайлова, М. П. Чернышов // Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 10. – № 2 (38). – С. 60–69. – DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/6.

### References

1. *Lesoustroitel'naya instrukciya : Utv. prikazom Minprirody RF ot 29 marta 2018 g. № 122* [Forest management instructions : Approved by the Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation No. 122 of March 29, 2018]. URL: <http://rosleshoz.gov.ru> (accessed 10.09.2020) (in Russian).
2. Tretyakov N. V. *Zakon edinstva v stroenii nasazhdenij* [The law of unity in the structure of plantings]. M.-L.: Novaya derevnya, 1927. 113 p. (in Russian).
3. Verkhunov P. M. *Osobennosti stroeniya raznovozrastnykh sosnovykh nasazhdenij po diametru* [Features of the structure of different-age pine plantations in diameter]. In: *Lesnaya taksaciya i lesoustrojstvo : mezhvuzovskij sbornik nauchnykh trudov* [Forest taxation and forest management: Intercollegiate collection of scientific papers]. Krasnoyarsk, 1978. Iss. 7, pp. 54-58 (in Russian).
4. Verkhunov P. M. *Zakonomernosti stroeniya raznovozrastnykh sosnyakov* [Regularities of the structure of different-aged pine forests]. Novosibirsk: Nauka, 1976. 256 p. (in Russian).
5. Zagreev V. V. *Geograficheskie zakonomernosti rosta i produktivnosti drevostoev* [Geographical patterns of growth and productivity of forest stands]. M. : Lesn. prom-st, 1978. 240 p. (in Russian).
6. Dudarev A. D. *Stroenie i rost sosnyakov Bryanskogo lesnogo massiva drevostoev* [The structure and growth of pine stands in Bryansk forest]: *avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata s.-h. nauk* [PhD thesis abstr. (Agricultural Sciences)]. Voronezh: VLKHI, 1949. 20 p. (in Russian).
7. Galdina T. E., Romanova M. M. (2017) *Issledovanie osobennosti rosta geograficheskikh kultur sosny obyknovennoj v usloviyakh Centralnoj lesostepi* [Research of the growth features of geographical cultures of common pine in the conditions of Central forest-steppe]. *Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polytematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University], no. 127 (03) (in Russian). URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/60.pdf>. – DOI: 10.21515/1990-4665-127-060. – IDA [article ID]: 1271703060.
8. Smogunova O. A. *Rost i produktivnost sosny obyknovennoj v geograficheskikh kulturah Centralnoj lesostepi* [Growth and productivity of common pine in geographical cultures of the Central forest-steppe : specialty 06.03.01 Forest cultures, selection, seed production: PhD thesis abstr. (Agricultural Sciences)]. Voronezh State Academy of Forestry and Technologies, Voronezh, 2000, 20 p. (in Russian).
9. Feliksik E., Wilczvynski S. (2000) The influence of thermal and pluvial conditions on the radial increment of the Scots pine (*Pinus silvestris* L.) from the area of Dolny Slavak. *Folia forest pol. A*, № 42. P. 55-66.

10. Rieger R. (1987) The loss of increment in D.B.H. as a basis for the estimation of a degree of degradation of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) stands in the Niepolomice forest. *Asta agr. et silv. Ser. Silv.* S. 103-112.
11. Eriksson J., Audersson S., Eiche V. (et al.) (1980) Severity index and transfer effects on survival and volume production of *Pinus sylvestris* in northern Sweden. *Stud. For. Suec.* № 156. 32 p.
12. Shutyaev A. M., Veresin M. M. (1990) *Produktivnost' geograficheskikh populyacij sosny obyknovnoy* [Productivity of geographical populations of scots pine]. *Forestry.* No. 11, pp. 36-38 (in Russian).
13. Chernodubov A. I., Galdina T. E., Smogunova O. A. *Geograficheskie kul'tury sosny obyknovnoy na yuge Russkoy ravniny* [Geographical cultures of the scots pine in the south of the Russian plain]. Voronezh, 2005. 128 p. (in Russian).
14. Uspenskij V. V., Popov V. K. *Osobennosti rosta, produktivnosti lesnykh kul'tur* [Features of growth, productivity of forest crops]. M. : Lesn. prom-st, 1974. 128 p. (in Russian).
15. Veresin M. M., Shutyaev A. M. *Ispytanie potomstv geograficheskikh populyacij sosny obyknovnoy v Voronezhskoj oblasti* [Test of progeny of geographical populations of common pine in the Voronezh region]. *Zashitnoe lesorazvedenie i lesnye kul'tury : mezhvuzovskij sbornik nauchnykh trudov* [Protective afforestation and forest cultures: Intercollegiate collection of scientific papers]. Voronezh, 1978. Vol. 5, pp. 27-33 (in Russian).
16. *Pravila sanitarnoj bezopasnosti v lesah. Utverzhdeny prikazom MPR ot 20 maya 2017 g. № 607* [Rules for sanitary safety in forests. Approved by the order of the MPR on May 20, 2017 No. 607]. URL: <http://rosleshoz.gov.ru> (accessed 10.09.2019) (in Russian).
17. Mihajlova M. I., Chernyshov M. P. *Sostoyanie, rost i produktivnost lesostepnykh ekotipov sosny obyknovnoy v geograficheskikh kulturakh na poligone «Stupinskoe pole» Voronezhskoj oblasti* [State, growth and productivity of forest-steppe ecotypes of common pine in geographical cultures at the Stupinskoye field landfill in the Voronezh region]: *materialy 6 nauchno-tekhnicheskoy konferencii, Sankt-Peterburg. «Lesnaya Rossiya: politika, promyshlennost, nauka, obrazovanie»* [Forests of Russia: politics, industry, science, education: materials of the 6th scientific and technical conference, St. Petersburg, May 22-25, 2019 / ed. by V. M. Gedo [et al.]. Saint Petersburg., 2019, pp. 142-144 (in Russian).
18. Mihajlova M. I., Chernyshov M. P. (2020) *Osobennosti rosta i sostoyanie lesostepnykh i stepnykh ekotipov sosny obyknovnoy v geograficheskikh kul'turakh Voronezhskoj oblasti* [Features of growth and the state of forest-steppe and steppe ecotypes of Scots pine in geographical cultures of the Voronezh region]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forest Engineering journal], Vol. 10, No. 2 (38), pp. 60-69 (in Russian).

### Сведения об авторах

*Михайлова Мария Игоревна* – аспирант кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: schaxina.mary@yandex.ru.

*Чернышов Михаил Павлович* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: lestaks53@mail.ru.

### Information about authors

*Mikhailova Maria Igorevna* – post-graduate student of the Department of forestry, forest taxation and forest management, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: schaxina.mary@yandex.ru.

*Chernyshov Mikhail Pavlovich* – DSc (Agriculture), Professor, Professor of the Department of forestry, forest taxation and forest management, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: lestaks53@mail.ru.