

DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2019.1.05  
УДК 630.221:630.56

# Рост по высоте и диаметру сосновых древостоев в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном районе Алтайского края

## **А. Е. Осипенко**

Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант кафедры лесоводства, Екатеринбург, Российская Федерация, [osipenko\\_alexey@mail.ru](mailto:osipenko_alexey@mail.ru)

## **С. В. Залесов**

Уральский государственный лесотехнический университет, проректор по научной работе, заведующий кафедрой, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, Екатеринбург, Российская Федерация, [zalesov@usfeu.ru](mailto:zalesov@usfeu.ru)

## **Л. А. Белов**

Уральский государственный лесотехнический университет, доцент кафедры лесоводства, кандидат сельскохозяйственных наук, Екатеринбург, Российская Федерация, [bla1983@yandex.ru](mailto:bla1983@yandex.ru)

## **Д. А. Шубин**

Бобровский лесокombинат, исполнительный директор, кандидат сельскохозяйственных наук, с. Бобровка, Первомайский р-н, Алтайский край, Российская Федерация, [bobrovka@altailes.com](mailto:bobrovka@altailes.com)

Приведены результаты изучения хода роста естественных и искусственных древостоев с преобладанием сосны, произрастающих в ленточных борах Алтайского края. Исследования проведены в трех наиболее распространенных типах леса разных климатических зон. На основе полученных в ходе исследования данных предложено разрабатывать таблицы хода роста естественных и искусственных сосновых древостоев Западно-Сибирского подтаежно-лесостепного района лесостепной зоны Алтайского края.

**Ключевые слова:** ход роста, высота, диаметр, естественный древостой, искусственный древостой, тип леса, сосна обыкновенная, ленточный бор, база данных.

Для ссылок: <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.1.05>

Рост по высоте и диаметру сосновых древостоев в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном районе Алтайского края [Электронный ресурс] / А. Е. Осипенко, С. В. Залесов, Л. А. Белов, Д. А. Шубин // Лесхоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2019. – № 1. – С. 56–66. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

## Введение

Для эффективного ведения лесохозяйственной деятельности необходимо иметь объективные данные о ходе роста древостоев по основным таксационным показателям [1]. Зачастую получить такие данные можно только на основе большой базы данных. На сегодняшний день самой большой базой данных для ленточных боров Алтайского края является электронная повыведельная база данных, периодически обновляемая лесоустроителями для отдельных лесничеств. Несмотря на то что по точности данные таксационных описаний уступают оценке древостоев методом пробных площадей, при достаточно большой базе данных, когда начинает действовать закон больших чисел, появляется возможность использовать приемы математической статистики и выявления некорректных показателей [2, 3].

Цель исследования – проанализировать электронную повыведельную базу данных ленточных боров Алтайского края с целью выявления возможности ее использования для изучения хода роста по высоте и диаметру естественных и искусственных сосновых древостоев, произрастающих в условиях Западно-Сибирского подтаежно-лесостепного района лесостепной зоны Алтайского края.

## Объекты и методы исследования

Исследования основываются на анализе данных электронной повыведельной базы, содержащей таксационную характеристику более 268 тыс. выделов ленточных боров Алтайского края общей площадью 1 014 тыс. га. База данных включает таксационное описание 11 лесничеств Алтайского края (в скобках указан год последнего лесоустройства): Барнаульское (2011), Волчихинское (2011), Ключевское (2001), Кулундинское (2005), Лебяжинское (2009), Новичихинское (2006), Озеро-Кузнецовское (2010), Павловское (2011), Панкрушихинское (2005), Раkitовское (2009), Степно-Михайловское (2004). При этом Баевское, Знаменское и Ребрихинское лесничества, на

территории которых также находятся ленточные боры, не были включены в исследование, так как в них принята другая классификация типов леса, и рассматриваемые в данной статье типы леса в них не выделены.

Согласно Перечню лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации, район исследований относится к Западно-Сибирскому подтаежно-лесостепному району лесостепной зоны [4]. Климат района исследований резко континентальный, с продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. Для территории анализируемых лесничеств характерно преобладание дерново-подзолистых почв [5], среднегодовое количество осадков – от 250 мм на юго-западе до 500 мм на северо-востоке, преобладающие ветры – южные и юго-западные [6, 7]. Юго-западная часть ленточных боров характеризуется холмистым рельефом, а северо-восточная – равнинным. В соответствии со схемой климатического районирования Алтайского края, район исследований делится на 3 зоны: сухой степи, засушливой степи, умеренно-засушливой колючей степи [7].

В анализируемых нами лесничествах доля древостоев с преобладанием сосны обыкновенной составляет 79,4%, из них 17,1% искусственного происхождения. Большая часть искусственных сосняков (79,1%) приходится на Озеро-Кузнецовское (40,0%), Степно-Михайловское (17,3%), Раkitовское (15,1%) и Ключевское (6,7%) лесничества, которые расположены в юго-западной части ленточных боров, в зоне сухой степи [7, 8].

Для изучения хода роста древостоев по данным таксационных описаний выборка должна состоять из нескольких сотен выделов и включать характеристику древостоев в возрасте от 10 до 80 лет [2]. Поэтому для исследования были выбраны наиболее распространенные в пределах ленточных боров типы леса: сухой бор пологих всхолмлений (СБП), свежий бор (СВБ), травяной бор (ТРБ), которые характеризуются типами лесорастительных условий  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  соответственно.

Распределение площади лесных земель анализируемых лесничеств по типам леса представлено в табл. 1. Лесничества расположены в порядке продвижения с северо-востока на юго-запад,

так как именно в этом направлении происходит ухудшение лесорастительных условий [6, 8, 9], вследствие чего доля типа лесов СБП в них увеличивается, а доля ТРБ уменьшается.

В Кулундинском лесничестве исследуемые типы лесов занимают значительно меньшую площадь по сравнению с другими лесничествами, так как в 2-х из 7-ми участковых лесничеств (Тюменцевское и Шелаболихинское), входящих в его состав, принята другая классификация типов леса.

Для построения графиков хода роста по высоте и диаметру из базы данных была сделана выборка таксационных описаний естественных и искусственных древостоев с преобладанием

сосны, произрастающих в различных типах леса. Распределение элементов выборки по происхождению и типам леса представлено в табл. 2.

Обработка данных проводилась стандартными методами [10, 11] в программах Excel и Statistica. Для аппроксимации данных применялась функция Митчерлиха [12], имеющая следующий вид:

$$Y = a(1 - e^{-bx})^c,$$

где:

Y – средний диаметр (высота) древостоев, см (м);

x – средний возраст древостоев, лет;

e – постоянная Эйлера;

a, b, c – коэффициенты уравнения.

**Таблица 1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ПО ТИПАМ ЛЕСА (числитель – га; знаменатель – %)**

Лесничество	Тип леса				Всего
	СБП	СВБ	ТРБ	Другие	
<i>Умеренно-засушливая степь</i>					
Барнаульское	879,7 3,5	12 687,6 51,1	10 051,2 40,5	1 207,6 4,9	24 826 100
Павловское	2 328,2 3,3	25 147,7 35,7	26 052,9 37,0	16 847,2 24,0	70 376 100
Кулундинское	2 767,0 3,8	21 990,0 30,3	13 055,5 18,0	34 799,5 47,9	72 612 100
Панкрушихинское	14 449,2 13,6	30 134,1 28,4	44 660,7 42,0	16 987,1 16,0	106 231 100
Новичихинское	9 103,2 13,7	29 519,9 44,4	21 952,5 33,1	5 829,4 8,8	66 405 100
<i>Засушливая степь</i>					
Волчихинское	32 079,0 29,7	45 696,2 42,4	25 032,1 23,2	5 112,6 4,7	107 920 100
Лебяжинское	23 235,5 32,8	28 149,0 39,7	13 012,4 18,3	6 523,0 9,2	70 920 100
<i>Сухая степь</i>					
Ракитовское	49 730,7 58,4	19 887,4 23,3	10 632,9 12,5	4 923,0 5,8	85 174 100
Степно-Михайловское	37 841,9 44,1	41 217,5 48,1	4 331,1 5,0	2 371,5 2,8	85 762 100
Озеро-Кузнецовское	116 474,5 63,7	46 155,8 25,2	11 527,4 6,3	8 839,2 4,8	182 997 100
Ключевское	54 189,5 70,9	17 658,4 23,1	1 382,6 1,8	3 189,4 4,2	76 420 100
Всего	343 078,3 36,1	318 243,8 33,5	181 691,4 19,2	106 629,5 11,2	949 643 100

**ТАБЛИЦА 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЫДЕЛОВ (ЧИСЛИТЕЛЬ, ШТ.) И ПЛОЩАДИ СОСНЯКОВ (ЗНАМЕНАТЕЛЬ, ГА) ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ И ТИПАМ ЛЕСА**

Тип леса (ТЛУ)	Умеренно-засушливая степь		Засушливая степь		Сухая степь	
	Естественные	Искусственные	Естественные	Искусственные	Естественные	Искусственные
СБП (А <sub>1</sub> )	3 730 15 274,0	1 032 2 809,0	6 448 39 464,9	920 3 026,0	27 931 156 470,7	9 540 160 027,0
СВБ (А <sub>2</sub> )	20 135 84 497	2 493 5 087,1	11 812 54 034,3	1 963 5 686,2	24 557 76 345,2	6 544 22 047,2
ТРБ (А <sub>3</sub> )	15 886 56 101	873 1 223,5	4 706 18 189,6	119 254,7	5 098 11 988,1	401 942,0

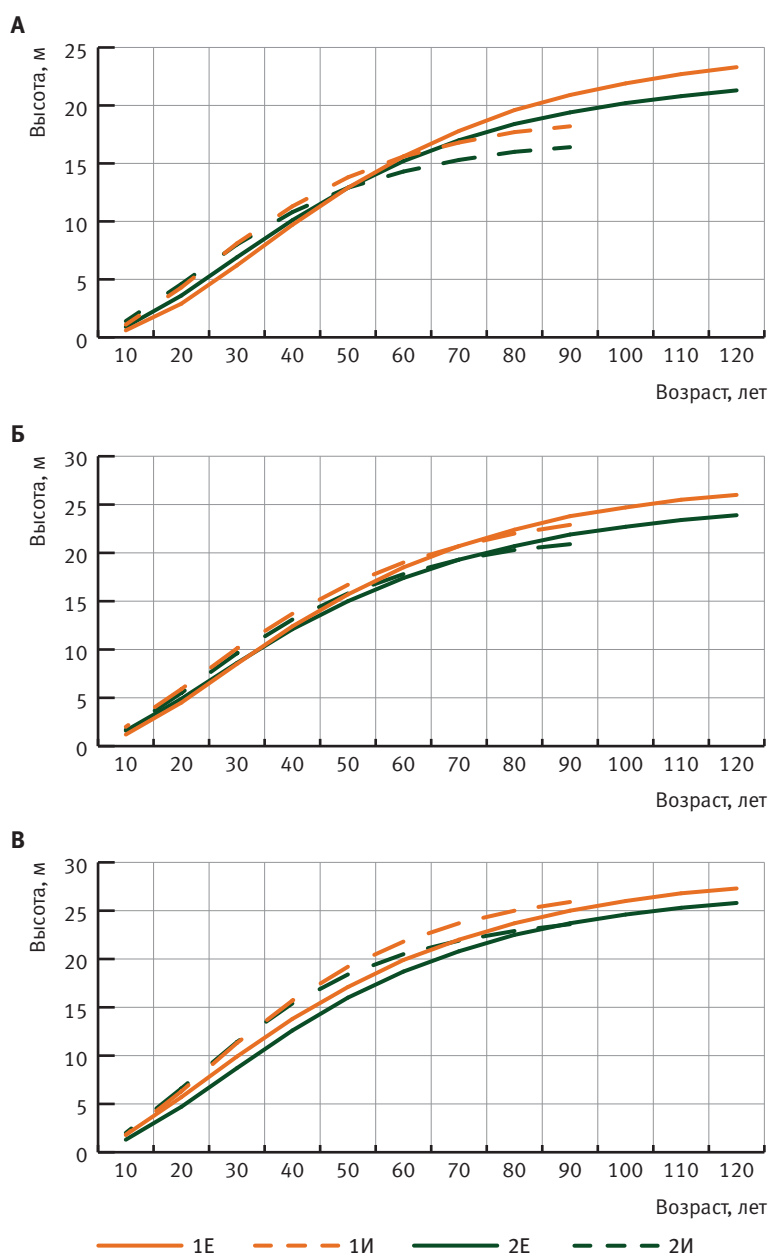
## Результаты и их обсуждение

Расположение большей части искусственных древостоев (79,1%) в юго-западной части ленточных боров, где наиболее жесткие климатические условия, может повлиять на результаты исследования (средние таксационные показатели искусственных древостоев могут быть занижены). В связи с этим целесообразно проанализировать ход роста сосновых древостоев по высоте и диаметру отдельно для сухой степи и совместно для умеренно-засушливой и засушливой степи. Древостои умеренно-засушливой и засушливой степи следует объединить в одну совокупность данных, чтобы соблюсти условия методики, приведенные выше: выборка должна состоять из нескольких сотен выделов и включать характеристику древостоев в возрасте от 10 до 80 лет.

На рис. 1 приведены кривые хода роста по высоте в типах леса СБП, СВБ и ТРБ. Характеристика уравнений хода роста сосняков по высоте представлена в табл. 3.

В условиях типа леса СБП искусственные сосняки превосходят по средней высоте естественные древостои до III класса возраста включительно, после чего начинают уступать им по этому показателю. Средняя высота искусственных древостоев, произрастающих в типах леса СВБ и ТРБ, больше, чем у естественных древостоев, до IV и V классов возраста соответственно.

Наибольшая средняя высота естественных и искусственных древостоев наблюдается в типе леса ТРБ, а наименьшая – в СБП. Средняя высота 100-летних естественных древостоев, произрастающих в типах леса СВБ и ТРБ, больше,



**Рис. 1. Ход роста по высоте естественных (Е) и искусственных (И) сосняков, произрастающих на территории умеренно-засушливой и засушливой степи (1), сухой степи (2) в условиях типов леса: А – СБП; Б – СВБ; В – ТРБ**

ТАБЛИЦА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА УРАВНЕНИЙ ХОДА РОСТА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПО ВЫСОТЕ

Тип леса	Происхождение	ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА			КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ
		А	В	С	
<i>Умеренно-засушливая и засушливая степь</i>					
СБП	Естественное	24,9	0,0312	2,79	0,872
	Искусственное	19,3	0,0434	2,74	0,904
СВБ	Естественное	27,6	0,0310	2,34	0,830
	Искусственное	25,3	0,0337	2,03	0,905
ТРБ	Естественное	29,0	0,0294	2,02	0,774
	Искусственное	27,9	0,0389	2,43	0,928
<i>Сухая степь</i>					
СБП	Естественное	22,4	0,0318	2,44	0,839
	Искусственное	17,2	0,0435	2,42	0,883
СВБ	Естественное	25,3	0,0297	2,04	0,803
	Искусственное	22,4	0,0394	2,31	0,886
ТРБ	Естественное	27,2	0,0316	2,32	0,768
	Искусственное	24,9	0,0421	2,35	0,826

чем в типе леса СБП, в условиях засушливой и умеренно-засушливой степи – на 12,7 и 18,5%, а в условиях сухой степи – на 12,3 и 21,8% соответственно. Превышение средней высоты 80-летних искусственных древостоев, произрастающих в типах леса СВБ и ТРБ, над средней высотой в типе леса СБП составляет 14,7 и 21,1% для умеренно-засушливой и засушливой степи; 12,8 и 22,2% для сухой степи соответственно. Вероятно, это объясняется разным уровнем залегания грунтовых вод [9] и различиями в почвенных процессах [5, 6].

Как и предполагалось, средняя высота сосняков, произрастающих в одинаковых типах леса в пределах умеренно-засушливой и засушливой степи, больше, чем в сухой степи. В возрасте 100 лет разница в высоте естественных сосняков в условиях типа леса СБП составляет 8,4%; СВБ – 8,8% и ТРБ – 5,7%. Высота искусственных древостоев, произрастающих в разных климатических зонах региона, в возрасте 80 лет отличается на 15,0; 8,4; 9,2% в условиях типа леса СБП, СВБ и ТРБ соответственно.

Размах варьирования средних высот ( $R_h$ ) естественных и искусственных древостоев в пределах типа леса СБП увеличивается от 5 м

в I классе возраста до 15 м в V и более высоких классах возраста.  $R_h$  естественных древостоев, произрастающих в типе леса СВБ, увеличивается от 7 м в I классе возраста до 17 м в III и более высоких классах возраста. Для искусственных древостоев характерна несколько большая вариация средних высот в первых двух классах возраста.  $R_h$  естественных и искусственных древостоев типа леса ТРБ возрастает от 8 м в I классе возраста до 16 м в IV и более высоких классах возраста.

На рис. 2 приведены кривые хода роста по диаметру в типах леса СБП, СВБ и ТРБ. Характеристика уравнений хода роста сосняков по диаметру представлена в табл. 4.

В ходе роста сосновых древостоев по диаметру наблюдаются тенденции, схожие с ходом роста древостоев по высоте. В условиях типов леса СБП, СВБ и ТРБ искусственные сосняки превосходят по среднему диаметру естественные до III, IV и V класса возраста соответственно, после чего начинают уступать им по этому показателю. Эта закономерность подтверждается также исследованиями, базирующимися на данных пробных площадей [13].

В сухой степи средние диаметры 100-летних естественных сосновых древостоев,

произрастающих в условиях типа леса СВБ и ТРБ, на 7,7 и 13,8% соответственно больше, чем в условиях СБП. В засушливой и умеренно-засушливой степи превышение несколько меньше: 3,8 и 10,9% соответственно. Диаметры 80-летних искусственных сосновых древостоев в типах леса СВБ и ТРБ больше, чем в древостоях, произрастающих в типе леса СБП: для сухой степи – на 23,8 и 52,2%, для умеренно-засушливой и засушливой степи – на 26,7 и 52,1% соответственно.

Разница в среднем диаметре древостоев, произрастающих в одном типе леса, но разных климатических зонах региона, составляет 8,0–10,7% для естественных 100-летних древостоев и 4,8–8,8% для искусственных 80-летних древостоев.

Размах варьирования средних диаметров ( $R_d$ ) естественных древостоев, произрастающих в типах леса СБП, СВБ и ТРБ, увеличивается от 8 см в I классе возраста до 42, 44 и 46 см в VIII, IX и VII классах возраста соответственно.  $R_d$  искусственных древостоев повышается от 10 см в I классе возраста до 24 см в IV классе. Для искусственных древостоев характерно большее варьирование средних диаметров в первых 2-х классах возраста.

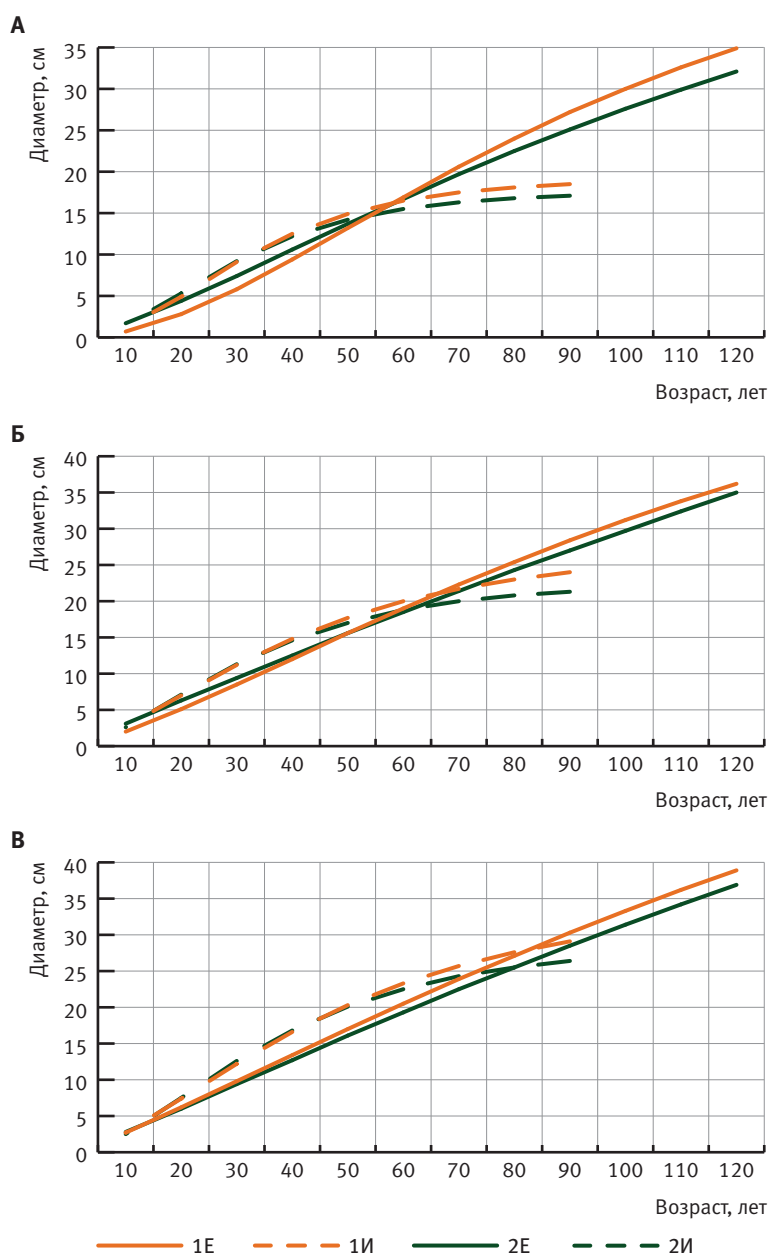
На основании приведенных данных можно сделать вывод, что варьирование среднего диаметра древостоя в определенном классе возраста не может служить надежным показателем оценки лесорастительных условий. Наиболее вероятной причиной этого является значительное влияние режима выращивания насаждений [2].

Ход роста в высоту естественных сосновых древостоев, произрастающих в типе леса СБП, в I–II классах возраста соответствует IV классу бонитета, а затем – III классу бонитета. При этом у большей части естественных древостоев первых двух классов возраста средняя высота значительно варьирует и соответствует широкому диапазону классов бонитета – от I до V, в III–V классах возраста – от I до IV, а в более высоких классах – от II до IV.

Ход роста искусственных древостоев в типе леса СБП полностью соответствует III классу бонитета. Однако большая часть средних высот

древостоев данного типа леса в I классе возраста значительно варьируется и соответствует широкому диапазону классов бонитета – от I до V, а во II–IV классах возраста – от I до IV класса бонитета.

Ход роста естественных сосняков, произрастающих в типе леса СВБ, в I–II классах возраста соответствует III классу бонитета, в старшем возрасте – II классу. Большая часть средних высот



**Рис. 2. Ход роста по диаметру естественных (Е) и искусственных (И) сосняков, произрастающих на территории умеренно-засушливой и засушливой степи (1), сухой степи (2) в условиях типов леса: А – СБП; Б – СВБ; В – ТРБ**



ТАБЛИЦА 4. ХАРАКТЕРИСТИКА УРАВНЕНИЙ ХОДА РОСТА ПО ДИАМЕТРУ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Тип леса	Происхождение	Значение коэффициента			Коэффициент детерминации
		A	B	C	
<i>Умеренно-засушливая и засушливая степь</i>					
СБП	Естественное	50,1	0,0157	2,19	0,800
	Искусственное	19,1	0,0514	3,06	0,809
СВБ	Естественное	63,1	0,0095	1,43	0,752
	Искусственное	26,7	0,0314	1,76	0,812
ТРБ	Естественное	86,7	0,0061	1,22	0,735
	Искусственное	34,0	0,0275	1,78	0,850
<i>Сухая степь</i>					
СБП	Естественное	57,0	0,0093	1,44	0,791
	Искусственное	17,5	0,0526	2,77	0,780
СВБ	Естественное	133,0	0,0027	1,03	0,778
	Искусственное	22,4	0,0409	1,98	0,775
ТРБ	Естественное	96,5	0,0048	1,15	0,754
	Искусственное	28,4	0,0374	2,07	0,708

древостоев в пределах данного типа леса в условиях засушливой и умеренно-засушливой степи относятся к I–III классам бонитета, а в условиях сухой степи – к I–IV классам (после 100 лет – от II до IV). Кривая хода роста искусственных древостоев в типе леса СВБ наиболее близка II классу бонитета. Средние высоты искусственных древостоев I–II классов возраста значительно варьируют и соответствуют очень широкому диапазону классов бонитета – от Ia до Va, а в III и IV классах возраста – от Ia до III класса.

Ход роста естественных сосняков, произрастающих в типе леса ТРБ, в I–II классах возраста соответствует III классу бонитета; в III–IV классах возраста в условиях сухой степи – верхней границе II класса бонитета, в условиях умеренно-засушливой и засушливой степи – нижней границе I класса бонитета; в V классе возраста и выше – II классу бонитета. Большая часть древостоев, произрастающих в типе леса СВБ, по средней высоте соответствует I–III классам бонитета. По ходу роста искусственные древостои, произрастающие в типе леса ТРБ, в I классе возраста относятся ко II классу бонитета; во II–IV классах возраста в пределах умеренно-засушливой и засушливой степи – к I классу бонитета; в пределах

сухой степи к середине IV класса возраста класс бонитета снижается с I до II. Средние высоты большей части искусственных древостоев, произрастающих в типе леса ТРБ, в I классе возраста соответствуют I–IV классам бонитета, в II–IV классах возраста – Ia–II классам.

## Выводы

1) Рост по диаметру и высоте естественных и искусственных сосновых древостоев, произрастающих в ленточных борах Алтайского края, снижается с ухудшением лесорастительных условий: в анализируемых типах леса наибольшая средняя высота естественных и искусственных древостоев наблюдается в типе леса ТРБ, а наименьшая – в СБП. При переходе от умеренно-засушливой и засушливой степи к сухой степи средние высоты и диаметры древостоев, произрастающих в одинаковых типах леса, также снижаются.

2) В условиях типов леса СБП, СВБ и ТРБ искусственные древостои превосходят естественные по среднему диаметру и высоте до III, IV и V классов возраста соответственно, однако затем начинают уступать им по этим показателям.

3) Кривые хода роста естественных сосновых древостоев, произрастающих в типах леса СБП, СВБ и ТРБ, в большей степени соответствуют III, II и I классам бонитета соответственно, однако в I–II классах возраста – более низким классам бонитета (IV, III, II), что больше характерно для естественных древостоев, чем для искусственных.

3) Размах варьирования средних высот естественных и искусственных древостоев в пределах рассматриваемых типов леса увеличивается от 5–8 м в I классе возраста до 15–17 м в III–V классах возраста, в зависимости от типа леса и климатической зоны. Наибольший размах варьирования наблюдается в типе леса СВБ, а наименьший – в СБП. Для искусственных древостоев характерно

несколько большее (на 1–2 м) варьирование средних высот в первых двух классах возраста.

4) Размах варьирования средних диаметров рассматриваемых древостоев увеличивается от 8–10 см в I классе возраста до 42–46 см в VII–IX классах возраста и мало зависит от происхождения древостоя и типа леса, в котором он произрастает. При этом в определенном классе возраста он не может служить надежным показателем оценки лесорастительных условий.

5) Полученные данные можно взять за основу при разработке таблиц хода роста естественных и искусственных сосновых древостоев Западно-Сибирского подтаежно-лесостепного района лесостепной зоны Алтайского края по типам леса и климатическим зонам.



## Список использованных источников

1. Залесов, С. В. Рост и производительность сосняков искусственного и естественного происхождения / С. В. Залесов, А. Н. Лобанов, Н. А. Луганский. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. – 112 с.
2. Демаков, Ю. П. Математические модели хода роста культур сосны для различных типов леса Марийского Заволжья / Ю. П. Демаков, И. А. Козлова // Вестник Казанского ГАУ. – 2007. – Т. 2. – №. 2. – С. 83–91.
3. Усольцев, В. А. О некоторых принципах формирования и использования базы данных о фитомассе лесов / В. А. Усольцев // Структурно-функциональная организация и динамика лесов. – Красноярск, 2004. – С. 102–103.
4. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации. – Приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367 (ред. от 21.03.2016). Зарегистрирован в Минюсте России 29.09.2014 № 34186.
5. Беховых, Ю. В. Характерные особенности теплофизических характеристик некоторых типов лесных почв Алтайского края / Ю. В. Беховых, А. Г. Болотов, Е. Г. Сизов // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – № 3 (77). – С. 31–36.
6. Бугаев, В. А. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края / В. А. Бугаев, В. Г. Косарев. – Барнаул : Алт. кн. из-во, 1988. – 312 с.
7. Харламова, Н. Ф. Современное состояние и тенденции изменений климата Кулунды / Н. Ф. Харламова, М. М. Силантьева // Известия АлтГУ. – 2011. – № 3–2(71). – С. 50–55.
8. Сляднев, А. П. Важнейшие черты климата Алтайского края / А. П. Сляднев, Я. И. Фельдман // Природное районирование Алтайского края. – М., 1958.
9. Рост и продуктивность искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А. А. Маленко, А. В. Маурер, А. Е. Осипенко, С. Г. Плугарь // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. – № 2 (112). – С. 58–63.
10. Багинский, В. Ф. Биометрия в лесном хозяйстве : учеб. / В. Ф. Багинский, О. В. Лапицкая. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 276 с.
11. Лакин, Г.Ф. Биометрия : учеб. пособ. для биол. специализ. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. // Г. Ф. Лакин – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
12. Кузмичев, В. В. Закономерности роста древостоев / В. В. Кузмичев. – Новосибирск : Наука, 1977. – 160 с.
13. Осипенко, А. Е. Строение по диаметру искусственных и естественных сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края / А. Е. Осипенко, С. В. Залесов // Вестник Бурятской ГСА им. В. Р. Филиппова. – 2018. – № 1 (50). – С. 85–91.

## References

1. Zalesov, S. V. Rost i proizvoditel'nost' sosnyakov iskusstvennogo i estestvennogo proiskhozhdeniya / S. V. Zalesov, A. N. Lobanov, N. A. Luganskij. – Ekaterinburg : Ural. gos. lesotekh. un-t, 2002. – 112 s.
2. Demakov, Yu. P. Matematicheskie modeli hoda rosta kul'tur sosny dlya razlichnyh tipov lesa Marijskogo Zavolzh'ya / Yu. P. Demakov, I. A. Kozlova // Vestnik Kazanskogo GAU. – 2007. – T. 2. – №. 2. – S. 83–91.
3. Usol'cev, V. A. O nekotoryh principah formirovaniya i ispol'zovaniya bazy dannyh o fitomasse lesov / V. A. Usol'cev // Strukturno-funkcional'naya organizaciya i dinamika lesov. – Krasnoyarsk, 2004. – S. 102–103.
4. Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nyh zon Rossijskoj Federacii i Perechnya lesnyh rajonov Rossijskoj Federacii. – Prikaz Minprirody Rossii ot 18.08.2014 № 367 (red. ot 21.03.2016). Zaregistririvan v Minyuste Rossii 29.09.2014 № 34186.
5. Bekhovyyh, Yu. V. Harakternye osobennosti teplofizicheskikh harakteristik nekotoryh tipov lesnyh pochv Altajskogo kraja / Yu. V. Bekhovyyh, A. G. Bolotov, E. G. Sizov // Vestnik Altajskogo GAU. – 2011. – № 3 (77). – S. 31–36.

6. Bugaev, V. A. Lesnoe hozrajstvo lentochnyh borov Altajskogo kraja / V. A. Bugaev, V. G. Kosarev. – Barnaul : Alt. kn. iz-vo, 1988. – 312 s.
7. Harlamova, N. F. Sovremennoe sostoyanie i tendencii izmenenij klimata Kulundy / N. F. Harlamova, M. M. Silant'eva // Izvestiya AltGU. – 2011. – № 3–2(71). – S. 50–55.
8. Slyadnev, A. P. Vazhnejshie cherty klimata Altajskogo kraja / A. P. Slyadnev, Ya. I. Fel'dman // Prirodnoe rajonirovanie Altajskogo kraja. – M., 1958.
9. Rost i produktivnost' iskusstvennyh sosnyakov v lentochnyh borah Altajskogo kraja / A. A. Malenko, A. V. Maurer, A. E. Osipenko, S. G. Plugar' // Vestnik Altajskogo GAU. – 2014. – № 2 (112). – S. 58–63.
10. Baginskij, V. F. Biometriya v lesnom hozrajstve : ucheb. / V. F. Ba-ginskij, O. V. Lapickaya. – Gomel' : GGU im. F. Skoriny, 2017. – 276 s.
11. Lakin, G. F. Biometriya : ucheb. posob. dlya biol. specializ. vuzov – 4-e izd., pererab. i dop. // G. F. Lakin – M. : Vyssh. shk., 1990. – 352 s.
12. Kuzmichev, V. V. Zakonomernosti rosta drevostoev / V. V. Kuzmichev. – Novosibirsk : Nauka, 1977. – 160 s.
13. Osipenko, A. E. Stroenie po diametru iskusstvennyh i estestvennyh sosnovyh drevostoev v lentochnyh borah Altajskogo kraja / A. E. Osipenko, S. V. Zalesov // Vestnik Buryatskoj GSA im. V. R. Filippova. – 2018. – № 1 (50). – S. 85–91.

# Growth in Height and Diameter of Pine Stands in the West Siberian Subtaiga-Forest-steppe Region of the Altai Krai

## **A. Osipenko**

*Ural State Forest Engineering University, Postgraduate Student of Forestry Department, Ekaterinburg, Russian Federation, osipenko\_alexey@mail.ru*

## **S. Zalesov**

*Ural State Forest Engineering University, Pro-Rector on Science, Chef of Forestry Department, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation, zalesov@usfeu.ru*

## **L. Belov**

*Ural State Forest Engineering University, Associated Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation, bla1983@yandex.ru*

## **D. Shubin**

*Limited Liability Company «Bobrovskij lesokombinat», Executive Director, Candidate of Agricultural Sciences, Bobrovka, Pervomaisky district, Altai Krai, Russian Federation, bobrovka@altailes.com*

**Keywords:** *growth process, height, diameter, natural forest stand, artificial forest stand, forest type, common pine, ribbon pinery, electronic database.*

*The studies are focused on there searches of the growth progress of pine stands and based on the electronic allotment database containing the taxation characteristic for more than 268 thousand allotments of the ribbon forests in the Altai Krai with a total area of 1 014 thousand ha. The database includes a taxation description of the eleven forest districts of the Altai Krai in which the ribbon forests are located. For graphing of the growth progress in height and diameter, a selection of taxation descriptions of natural and artificial stands with a predominance of pine growing in the forest types most common in ribbon forests of the Altai Krai was made from the database: flat hilly surface dry forest, fresh forest, and grass forest. The article provides data on the distribution of forest land by type of forest; equations and graphs describing the growth progress in height and diameter of natural and artificial pine stands. To approximate the data, the Mitscher lichfunction was used. The study revealed that the largest values of the average height and average diameter of the stands were observed in the type of forest grass forest, and the smallest – in the forest type of flat hilly surface dry forest. In the conditions of forest types of flat hilly surface dry forest, fresh forest, and grass forest up to III, IV and V age classes, respectively, artificial stands exceed natural ones in average diameter and height. However, after these age classes they begin to exceed them according to these indicators. The curves of the growth progress of natural pine stands growing in forest types of flat hilly surface dry forest, fresh forest, and grass forest correspond better to III, II and I age class of bonitet, respectively. The totality of the values of the taxation indicators of the researched stands represents a certain set of points which have upper and lower limits and increase with age. The obtained data can form the basis for tables being developed for the growth progress of natural and artificial pine stands in ribbon forests of the Altai Krai by forest types and climatic zones.*