

# ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО



УДК 630\*232:631.524.84 (571.15)

**А.А. Маленко, А.В. Маурер,  
А.Е. Осипенко, С.Г. Плугарь**  
A.A. Malenko, A.V. Maurer,  
A.Ye. Osipenko, S.G. Plugar

## РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ СОСНЯКОВ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

### GROWTH AND PRODUCTIVITY OF ARTIFICIAL PINE STANDS IN THE BELT PINE FORESTS OF THE ALTAI REGION

**Ключевые слова:** ленточные боры, искусственные сосняки, сухая и засушливая степь, рельеф, лесорастительные условия, рост, продуктивность.

При изучении искусственных сосновых насаждений в ленточных борах Алтайского края установлено, что их рост и продуктивность в пределах сухой, засушливой, умеренно-засушливой и колочной степи с ухудшением лесорастительных условий снижаются. В юго-западной части боров наиболее продуктивные лесные культуры формируются в условиях свежего бора по пологим понижениям на черноземовидных почвах супесчаного механического состава. Рост сосны соответствует Iа классу бонитета. В 68-летнем возрасте запас древостоя составил 503 м<sup>3</sup>/га. Самые жесткие условия для роста культур складываются на вершинах высоких бугров и гряд. Здесь посадки сосны формируются по V классу бонитета с запасом 38 м<sup>3</sup>/га. В центральной части боров в условиях свежего бора на дерново-подзолистых почвах и корнедоступном залегании грунтовых вод в 75-летнем возрасте культур рост деревьев соответствовал I классу бонитета, запас составил 696 м<sup>3</sup>/га. В благоприятных лесорастительных

условиях в северной и северо-восточной частях боров формируются наиболее производительные в ленточных борах искусственные древостои сосны. В свежих типах леса на черноземовидных почвах с супесчаным механическим составом и черноземах выщелоченных малогумусных (гумус 2,6%) по ровному рельефу и пологим понижениям формируются высокополнотные искусственные сосняки (Iа класс бонитета) с запасами древесины 630-670 м<sup>3</sup>/га к 70 годам. При ухудшении лесорастительных условий производительность всех изученных древостоев снижается.

**Keywords:** belt pine forests, artificial pine stands, dry and arid steppe, relief, forest growth conditions, growth, productivity.

While studying the artificial pine stands in the belt pine forest of the Altai Region it was revealed that their growth and productivity in the dry, arid, temperate-arid and forest-outlier steppe was decreased with the deterioration of forest growth conditions. In the south-west part of the forests the most productive stands are formed in flat lowlands on chernozem-like soils with loamy-sand texture in the conditions of new forest. The growth of pine corresponds

to the Quality Class 1a. At the age of 68 the timber volume made 503 m<sup>3</sup> ha. The most adverse growth conditions are at the tops of high knobs and ridges. There the pine stands are formed due to the Quality Class 5 with the timber volume of 38 m<sup>3</sup> ha. In the central part of new forests on sod-podzolic soils and with the available underground water the tree growth at the age of 75 years corresponded to the Quality Class 1, and the timber volume made 696 m<sup>3</sup> ha. The most productive artificial pine stands

in belt pine forest are formed in the favorable conditions in the northern and north-eastern parts of the forest. High-density artificial pine stands (Quality Class 1a) with timber volume of 630-670 m<sup>3</sup> ha are formed at the age of 70 years in the new types of forests on chernozem-like soils with loamy-sand texture and on leached low-humus chernozems (2.6% humus) with even relief and flat lowlands. The productivity of all studied stands decreases with the deterioration of forest growth conditions.

**Маленко Александр Анатольевич**, д.с.-х.н., доцент, зав. каф. лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-63-52. E-mail: malenko51@mail.ru.

**Маурер Андрей Владимирович**, студент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: bomb-boy@mail.ru.

**Осипенко Алексей Евгеньевич**, студент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: barbossa\_92@mail.ru.

**Плугарь Сергей Георгиевич**, студент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: 89237163500@mail.ru.

**Malenko Aleksandr Anatolyevich**, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Forestry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-63-52. E-mail: malenko51@mail.ru.

**Maurer Andrey Vladimirovich**, student, Altai State Agricultural University. E-mail: bomb-boy@mail.ru.

**Osipenko Aleksey Yevgenyevich**, student, Altai State Agricultural University. E-mail: barbossa\_92@mail.ru.

**Plugar Sergey Georgiyevich**, student, Altai State Agricultural University. E-mail: 89237163500@mail.ru.

### Введение

Одной из важнейших задач современного развития лесного хозяйства является своевременное и качественное воспроизводство лесов, сохранение их ресурсного, социально-экологического и биологического разнообразия. Реализация отмеченной проблемы особенно остро стоит для ленточных боров Западной Сибири, южная часть которых является границей естественного произрастания сосны обыкновенной и отнесена к зоне «сухого лесоводства» [1, 2].

Ленточные боры выполняют защитную роль в качестве природного форпоста на пути суховея из пустынь Средней Азии, смягчая климат прилегающих территорий, и служат важной сырьевой базой для малолесных районов степной Кулунды. Следует отметить, что площадь этих уникальных лесов снижается главным образом по причине лесных пожаров, периодически приобретающих катастрофические масштабы.

В целях предотвращения экологических последствий от крупных лесных пожаров необходимо провести скорейшее зарощивание гарей, применив наиболее рациональные приемы восстановления леса. Однако выращивание устойчивых высокопродуктивных искусственных насаждений должно базироваться на знании закономерностей их роста и продуктивности [3].

Современная лесохозяйственная наука и практика располагают большим опытом по выращиванию лесных насаждений, но ряд вопросов формирования устойчивых насаждений особенно в жестких лесорастительных условиях остается дискуссионным и требует дальнейшего изучения.

**Цель исследований** – изучить рост и продуктивность искусственных насаждений сосны, созданных посадкой, в ленточных борах Алтайского края.

### Объекты и методика

Исследования проведены в чистых по составу искусственных насаждениях сосны различной полноты, густоты III-IV классов возраста. Посадки проведены по сплошному и полосному типу в различных лесорастительных условиях.

Инструментальная таксация пробных площадей проведена в 2005-2012 гг. в соответствии с ОСТ 56-69-83 [4]. В работе принята классификация типов леса [5]. Запасы древесины рассчитаны по объемным таблицам [6, 7], полнота – по стандартной таблице сумм площадей сечений при полноте 1,0.

### Результаты исследования

В результате исследований были установлены общие закономерности изменения роста и продуктивности искусственных сосняков для каждого природного района расположения ленточных боров и частные закономерности, характерные для конкретного района.

**Зона сухой степи.** В юго-западной части боров исследованы культуры сосны в Топлинском, Озеро-Кузнецовском, Ракитовском и Ключевском лесничествах Алтайского края. Территория характеризуется сухими и очень сухими лесорастительными условиями (количество осадков 220-250 мм) и сложным дюнно-бугристо-грядовым рельефом, что существенно влияет на развитие живого напочвенного покрова в естественно формирующихся искусственных сосняках [8]. Под пологом

лесных культур изначально нарушен естественный процесс формирования леса: отсутствуют подлесок и подрост сосны, нарушено почвенное микробиологическое равновесие, а также сильно смещены значения прямых экологических факторов: освещенности, влажности и тепла. Доля сосновых насаждений составляет 92,7%, преобладающими типами леса являются сухой бор пологих всхолмлений (63,2%) и свежий бор (30,7%), средний класс бонитета сосны III,0.

Результаты исследований, отражающие влияние лесорастительных условий на рост и продуктивность искусственных насаждений сосны, приведены в таблице. Так, в культурах сосны в условиях свежего бора (Свб) по пологому понижению на черноземовидных почвах супесчаного механического состава, где грунтовые воды залегают на глубине 3-4 м, формируются древостои Ia класса бонитета (ПП-1). В возрасте 68 лет после трех приемов рубок ухода культуры имели запас 503 м<sup>3</sup>/га, тогда как на вершине пологого всхолмления в сухих условиях типа леса (Сбп) на дерново-подзолистых почвах, где грунтовые воды залегают на близкой к предельной для сосны глубине 5-6 м, культуры формируются по III классу бонитета (ПП-2). При

вдвое большей густоте, меньшем среднем диаметре и одинаковой полноте в них накопилось только 267 м<sup>3</sup>/га древесины.

Более жесткие условия для сосны складываются в переходных условиях от сухого бора пологих всхолмлений (Сбп) к сухому бору высоких всхолмлений (Сбв). Здесь культуры сосны сплошного типа в 62-летнем возрасте (при густоте – 5 тыс. шт/га и относительной полноте – 1,3) формировались по IV-V классам бонитета, при этом средний диаметр составил 9,7 см и запас – 214 м<sup>3</sup>/га.

Однако самые жесткие условия для роста сосны проявляются на вершинах высоких бугров и гряд. Здесь посадки сосны по бороздам (при схеме 1,5×0,5 м) в возрасте 42 года формировались по V классу бонитета, имели запас – 38 м<sup>3</sup>/га (ПП-4). Для сравнения культуры сосны такого же возраста и начальной густоты, расположенные у основания этой гряды, формировались по II классу бонитета, имели лучшие показатели роста (густота – 3,9 тыс. га, полнота – 1,1, средний диаметр – 10,6 см, средняя высота – 13,8 м) и запас – 236 м<sup>3</sup>/га (ПП-3). Рост культур сосны в высоту в Тополинском лесничестве приведен на рисунке 1.

Таблица

**Таксационная характеристика искусственных сосняков в ленточных борах в разных климатических зонах**

№ п/п	Природная зона	Положение рельефа	Тип леса	Возраст, лет	Густота, тыс. шт/га	Средние		Класс бонитета	Сумма площ., сеч. м <sup>2</sup> /га	Полнота, ед.	Запас, м <sup>3</sup> /га
						диаметр, см	высота, м				
1	Сухая степь	пологое понижение	Свб	68	0,63	28,9	29,7	Ia	41,3	0,9	503
2		вершина пологого всхолмления	Сбп	68	1,21	18,2	17,8	III	31,7	0,9	267
3		основание высокой гряды	Свб	42	3,87	10,6	13,8	II	34,3	1,1	236
4		вершина высокой гряды	Сбв	42	3,09	6,3	7,0	V	9,6	0,4	38
5	Засушливая степь	основание высокой гряды	Свб	66	2,22	19,0	21,0	I	62,5	1,5	571
6		вершина высокой гряды	Сбп	65	2,21	14,9	17,1	III	38,6	1,1	305
7	Умеренно-засушливая и колючая степь	пологое понижение	Свб	75	0,76	25,3	26,3	I	38,1	0,8	427
8		вершина пологого всхолмления	Сбп	66	3,02	14,7	17,2	II	51,6	1,4	430
9		ровное	Стрб	69	0,96	26,4	28,9	Ia	52,2	1,1	627
10		вершина пологого всхолмления	Сбп	69	4,03	14,8	20,2	II	69,8	1,8	640
11		пологое понижение	Стрб	58	0,92	25,7	27,0	Ia	48,1	1,1	550
12		ровное	Стрб	56	3,2	14,6	19,8	I	53,8	1,2	536

**Подзона засушливой степи.** При годовом количестве осадков около 350 мм здесь складываются более мягкие лесорастительные условия, чем в предыдущем районе. Рельеф равнинно-волнистый с ограниченным распространением участков со средне- и крупнохолмистым. Под пологом лесных культур подлесок и подрост сосны отсутствуют. Живой напочвенный покров представлен преимущественно мертвопокровной ассоциацией. Доля сосновых древостоев снижается до 82,0%, а березы – наоборот, возрастает (15,8%). Преобладают свежие типы леса (Свб-Стрб – 66,8%), при наличии сухого бора пологих всхолмлений (Сбп – 25,6%). Средний класс бонитета сосны – II, 3.

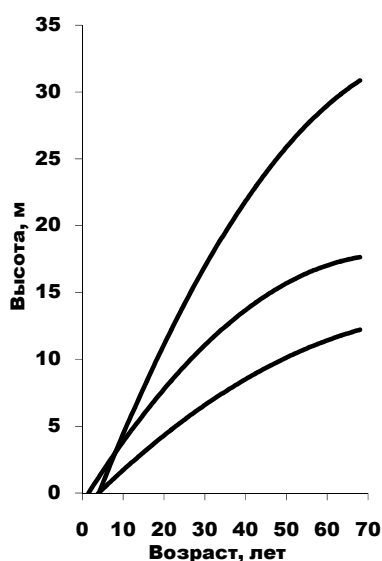


Рис. 1. Ход роста культур сосны в Тополинском лесничестве:  
1 – черноземовидные почвы, Ia кл. бонитета (ПП-1);  
2 – дерново-подзолистые почвы, III кл. бонитета (ПП-2);  
3 – дерново-подзолистые почвы, V кл. бонитета (ПП-3)

Наиболее старые культуры сосны в засушливой степи были созданы В.Е. Смирновым в 1931 г. в Лебяжинском лесничестве по слабоволнистому рельефу в сухих условиях, переходящих в свежий бор [9]. Почва – дерново-подзолистая, обработана сплошной вспашкой по системе однолетнего раннего пара, густота рядовой посадки – 11,75 тыс. шт/га. К 75-летнему возрасту густота древостоя снизилась до 2,8 тыс. шт/га, рост соответствовал I классу бонитета при полноте 1,66 и среднем диаметре 17,5 см. Запас составил 696 м<sup>3</sup>/га.

С ухудшением лесорастительных условий производительность древостоев резко снижается. В культурах сосны с густотой посадки 8,8 тыс. шт/га на дерново-подзолистых почвах в типе леса Сбп с малодоступным для сосны уровнем грунтовых вод (5-6 м) густота культур снизилась к 70-летнему возрасту до 4,5 тыс. шт/га. Культуры формировались по IV классу бонитета при среднем диаметре 11,5 см и полноте 1,4. Имели запас – 345 м<sup>3</sup>/га.

Лесные культуры на выровненных площадях, а также у основания песчаных грив, где складываются благоприятные почвенно-гидрологические условия, характеризуются лучшими показателями роста: тип леса – свежий бор, возраст – 66 лет, густота – 2,2 тыс. шт/га, класс бонитета – I, запас – 571 м<sup>3</sup>/га (ПП-5). Тогда как одновозрастные посадки сосны на плоской вершине высокой гривы в сухих условиях типа леса (Сбв) имели класс бонитета – III, запас – 305 м<sup>3</sup>/га (ПП-6).

**Подзона умеренно-засушливой и колючей степи.** Район расположения ленточных боров с количеством осадков от 380 до 500 мм характеризуется наиболее благоприятными лесорастительными условиями. В культурах сосны, в сухих и свежих условиях роста, живой напочвенный покров претерпел значительные изменения. Ведущая ассоциация – мертвопокровная, но с участием зеленых мхов до 50%, в среднем 10-15%. Подрост сосны отсутствует или редкий, неблагонадежный, угнетен. Площади, занимаемые сосной, снижаются до 73%, а березы – увеличиваются до 22,3%. Преобладают свежий (Свб – 38,9%) и травяной (Стрб – 36,8%) боры. Средний класс бонитета сосны – II,0.

Культуры сосны в этой части ленточных боров характеризуются наибольшей продуктивностью. Примером служат старейшие искусственные насаждения, расположенные в северном окончании Касмалинской боровой ленты вблизи с. Павловск. Созданные в 1911 г. в плужные борозды в типе леса (Стрб) в комплексе с бором-зелено-мошником по ровному рельефу на чернозе-мовидных с супесчаным механическим составом почвах культуры сосны в 98-летнем возрасте характеризовались средней высотой – 29,0 м, средним диаметром – 30,0 см, имели полноту 1,1, запас – 626 м<sup>3</sup>/га. Вторая, более разреженная, часть культур, созданная площадками, имела следующие таксационные показатели: средняя высота – 29,7 м, средний диаметр – 36,3 см, класс бонитета – I, полнота – 0,73, запас – 426 м<sup>3</sup>/га. В раннем возрасте культуры подвергались травле скотом, что вызвало кривизну стволов и замедлило их рост. По данным Л.Н. Грибанова, в 27-летнем

возрасте сосна имела среднюю высоту – 13-14 м, средний диаметр – 14 см, класс бонитета – III и полноту – 0,6-0,7 [10].

Аналогичные результаты, подтверждающие формирование высокопроизводительных искусственных насаждений сосны в условиях умеренно-засушливой степи, получены нами в соседнем Ребрихинском лесничестве. Здесь культуры сосны на черноземовидной почве с супесчаным механическим составом в типе леса (Стрб) по сплошь обработанной почве и посадке с густотой культур 6,6 тыс. шт/га, в возрасте 68 лет имели: густоту – 1,3 тыс. шт/га, среднюю высоту – 26,9 м, средний диаметр – 23,3 см, класс бонитета – Ia, полноту – 1,3, запас – 652 м<sup>3</sup>/га.

В Барнаульском лесничестве в близких предыдущим условиях культуры сосны в типе леса (Стрб) в возрасте 68 лет имели густоту 1130 шт/га, среднюю высоту – 25,4 м, средний диаметр – 25,7 см, класс бонитет – Ia, полноту – 1,5, запас – 667 м<sup>3</sup>/га.

Здесь же по пологим понижениям в условиях свежего бора с мертвопокровной ассоциацией с участием зеленых мхов (25%) в режиме изреживаний формируются высокопродуктивные сосновые насаждения. В 75-летнем возрасте рост сосны в культурах рядовой посадки соответствует I классу бонитета, при полноте 0,8 запас древостоя составил 427 м<sup>3</sup>/га (ПП-7). Тогда как на вершинах пологих всхолмлений (тип леса Сбп) произошло снижение роста сосны до класса бонитета (ПП-8). В 66-летнем возрасте при низком среднем диаметре древостоя запас составил 430 м<sup>3</sup>/га за счет большей густоты культур (3,0 тыс. шт/га).

В Кулундинской боровой ленте, расположенной севернее Барнаульской, искусственные сосновые древостои наибольшей продуктивности формируются в очень благоприятных лесорастительных условиях, соответствующих типу леса бор травяной. Они созданы в пристепной части бора на полянах с черноземовидными почвами супесчаного механического состава, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования (содержание гумуса – 6-8%). При доступном для сосны залегании грунтовых вод на глубине 4-5 м культуры в возрасте 69 лет имели среднюю высоту 28,9 м, класс бонитета – Ia, запас – 627 м<sup>3</sup>/га (ПП-9). Живой напочвенный покров представлен веянником наземным, проективное покрытие – 60%. Сильно развит подлесок из черемухи, возобновление сосны отсутствует.

Ход роста лесных культур (ПП-9) на лучших по лесорастительным свойствам почвам в ленточных борах имеет одинаковую линию роста с культурами сосны на дерново-подзолистых почвах. Последние созданы в местоположениях сухого бора по пологому

среднебугристому рельефу. Грунтовые воды залегают на глубине 6-8 м и являются недоступными для корневой системы сосны. Их рост на почвах с атмосферным увлажнением очень чувствителен к количеству атмосферных осадков. Культуры созданы с размещением посадочных мест 141 м без соблюдения квадратной посадки, густота 10,0 тыс. шт/га. В 69-летнем возрасте имели среднюю высоту – 20,2 м, класс бонитета – II, запас – 639 м<sup>3</sup>/га (ПП-10). Дифференциация стволов (средний диаметр – 14,8 см) по классам роста в возрасте исследований проявляется относительно слабо, что обусловлено жесткими лесорастительными условиями и размещением посадочных мест. Рост этих чистых культур значительно лучше, чем у посадок сосны с акацией желтой в этой же климатической зоне. Ход роста культур сосны по высоте в Кулундинской ленте приведен на рисунке 2.

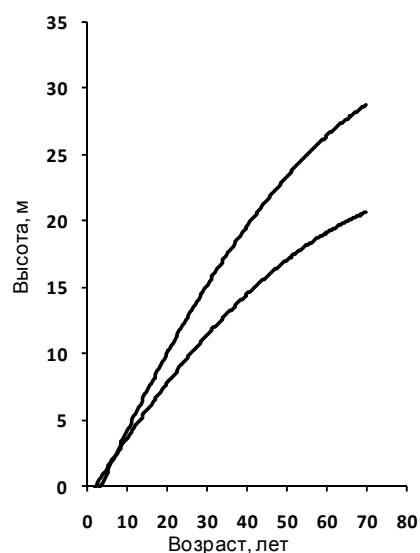


Рис. 2. Ход роста культур сосны по высоте в Кулундинской ленте:

- 1 – ПП-9, черноземовидные почвы, Ia кл. бонитета;
- 2 – ПП-10, дерново-подзолистые почвы, II кл. бонитета

В самом северном Алеусском бору лучшие лесорастительные условия для роста сосны складываются по границам боровой ленты со степью на черноземах выщелоченных малогумусных (гумус 2,6%). Здесь культуры сосны по пологим понижениям формируют древостои Ia класса бонитета (ПП-11). В 58-летнем возрасте при относительной полноте 1,6 они имели запас 550 м<sup>3</sup>/га. Хорошие условия для роста сосны создаются на небольших прогалинах, в пристепной части бора, среди смешанного сосново-березового редколесья на черноземах выщелоченных с малым содержанием гумуса (2,1%). Здесь культуры сосны сплошного типа, созданные



по сплошной обработке почвы без лесохозяйственных уходов, формируются при большой полноте (2,0 ед.) и соответствуют I классу бонитета. В возрасте 56 лет при густоте 3,2 тыс. шт/га запас составил 536 м<sup>3</sup>/га (ПП-12).

#### Выводы

1. Рост и продуктивность искусственных насаждений сосны в пределах сухой, засушливой, умеренно-засушливой и колючей степи снижаются с ухудшением лесорастительных условий.

2. Культуры сосны наибольшей продуктивности формируются в свежих лесорастительных условиях на черноземовидных почвах с супесчаным механическим составом. Рост сосны соответствует Ia классу бонитета с запасами до 630-670 м<sup>3</sup>/га к 70 годам.

3. Самые жесткие условия для роста сосны проявляются на вершинах высоких бугров и гряд. Здесь культуры формируются по V классу бонитета, а запас достигает 40 м<sup>3</sup>/га в начале III класса возраста.

4. Рост и продуктивность культур сосны на дерново-подзолистых почвах, имеющих наибольшее распространение, зависят от гидрологических условий. На площадях с корнедоступным залеганием грунтовых вод (3-4 м) формируются древостои I класса бонитета. Со снижением уровня грунтовых вод до 5-6 м продуктивность культур снижается до III-IV классов бонитета.

#### Библиографический список

1. Голубинский С.С. Ленточные боры Западно-Сибирского края (Физико-географический и экономический очерк) // Тр. Лебяжинской ЗОН ЛОС. – Свердловск; М.: Гослестехиздат, 1934. – Вып. 1. – С. 4-20.
2. Маленко А.А. Рост и продуктивность искусственных насаждений в ленточных борах Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Екатеринбург, 2012. – 40 с.
3. Usoltsev V.A., Vanclay J.K. Stand biomass dynamics of pine plantations and natural forests on dry steppe in Kazakhstan // Scandinavian Journal of forest Research. – 1995. – Vol. 10. – P. 305-312.
4. ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные, методы закладки. – 59 с.
5. Месоед И.Ю. Основные типы леса и естественное возобновление сосны в средней части зоны ленточных боров // Науч. тр. Лебяжинской зон. ЛОС. – Свердловск; М.: Гослестехиздат, 1934. – Вып. I. – С. 50-72.
6. Справочник по таксации лесов Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1980. – 313 с.
7. Дударев А.Д., Косарев Н.Г., Липчанский М.С., Сивков В.Я. Объемные и сорти-

ментные таблицы для сосны, пихты и кедра Алтайского края и Кемеровской области. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1973. – 91 с.

8. Малиновских А.А., Маленко А.А. Состояние растительного покрова в культурах сосны обыкновенной в ленточных борах Западной Сибири // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. в 3 кн.: матер. V Междунар. науч.-практ. конф. (17-18 марта 2010 г.) – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – Кн. 3. – С. 575-577.

9. Смирнов В.Е. Полувековой опыт лесовосстановления в ленточных борах Казахстана и Алтая. – Алма-Ата, 1966. – 130 с.

10. Грибанов Л.Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 156 с.

#### References

1. Golubinskii S.S. Lentochnye bory Zapadno-Sibirskogo kraja (Fiziko-geograficheskii i ekonomicheskii ocherk) // Tr. Lebyazhinskoi ZON LOS. - Vyp. 1. – Sverdlovsk; M.: Goslestekhizdat, 1934. – S. 4-20.
2. Malenko A.A. Rost i produktivnost' iskusstvennykh nasazhdenii v lentochnykh borakh Zapadnoi Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk. – Ekaterinburg, 2012. – 40 s.
3. Usoltsev V.A., Vanclay J.K. Stand biomass dynamics of pine plantations and natural forests on dry steppe in Kazakhstan // Scandinavian Journal of Forest Research. – 1995. – Vol. 10. - P. 305-312.
4. OST 56-69-83 Probnye ploshchadi lesoustroitel'nye, metody zakladki. – 59 s.
5. Mesoeed I.Yu. Osnovnye tipy lesa i estestvennoe vozobnovlenie sosny v srednei chasti zony lentochnykh borov // Nauch. tr. Lebyazhinskoi zon. LOS. – Vyp. I. – Sverdlovsk; M.: Goslestekhizdat, 1934. – S. 50-72.
6. Spravochnik po taksatsii lesov Kazakhstana. – Alma-Ata: Kainar, 1980. – 313 s.
7. Dudarev A.D., Kosarev N.G., Lipchanskii M.S., Sivkov V.Ya. Ob"emnye i sortimentnye tablitsy dlya sosny, pikhty i kedra Altaiskogo kraja i Kemerovskoi oblasti. – Voronezh: Izd-vo VGU, 1973. – 91 s.
8. Malinovskikh A.A., Malenko A.A. Sosstoyanie rastitel'nogo pokrova v kul'turakh sosny obyknovennoi v lentochnykh borakh Zapadnoi Sibiri. - Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu: sb. st. v 3 kn. / V mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (17-18 marta 2010 g.). – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2010. – Kn. 3. – S. 575-577.
9. Smirnov V.E. Poluvekovoi opyt lesovosstanovleniya v lentochnykh borakh Kazakhstana i Altaya. – Alma-Ata, 1966. – 130 s.
10. Griбанov L.N. Stepye bory Altaiskogo kraja i Kazakhstana. – M.; L.: Goslesbumizdat, 1960. – 156 s.

