

УДК 630.24:630.174.754

## ДИНАМИКА СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА ДРЕВОСТОЯ ПРИ РУБКАХ УХОДА В СОСНЯКАХ

Е. И. ЭБЕЛЬ – кандидат сельскохозяйственных наук,  
Высший колледж лесного хозяйства, экологии и туризма (ВКЛХЭ и Т)  
021700, Республика Казахстан, Щучинск;

Е. С. ЗАЛЕСОВА – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37  
e-mail: Kaly88@mail.ru

Л. В. ЗАРУБИНА – доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия»  
160555, Вологодская обл., с. Молочное, ул. Шмидта, 2  
e-mail: liliya270975@yandex.ru

**Ключевые слова:** *Казахский мелкосопочник, рубки ухода, интенсивность рубки, средний диаметр древостоя, устойчивость.*

На основании результатов исследований, выполненных на постоянных пробных площадях, проанализировано влияние рубок ухода различной интенсивности в чистых сосновых насаждениях Казахского мелкосопочника на динамику средних диаметров древостоев. Установлено, что на изменение среднего диаметра древостоя оказывают влияние метод рубок и интенсивность изреживания. Максимальное влияние проявляется при низовом методе рубок ухода умеренной интенсивности.

Поскольку увеличение среднего диаметра древостоя в сочетании с обрезкой нижних сучьев повышает просматриваемость под его пологом, в пройденных рубками ухода насаждениях создаются более комфортные условия для отдыха, особенно с детьми. Кроме того, толстая корка у деревьев большего диаметра в комлевой части стволов способствует повышению их устойчивости против термического воздействия потенциальных лесных пожаров.

Таким образом, рубки ухода в сосняках Казахского мелкосопочника способствуют формированию рекреационно привлекательных устойчивых насаждений.

## DYNAMICS OF STANDS AVERAGE DIAMETER UNDER IMPROVEMENT FELLING IN PINE STANDS

E. I. EBEL – candidate of Agricultural Sciences,  
Higher College of Forestry, Ecology and Tourism (VKLHE and T)  
021700, Republic of Kazakhstan, Schuchinsk;

E. S. ZALESOVA – candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
FSBEI HE «Ural State Forestry University»,  
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37  
e-mail: Kaly88@mail.ru

L. V. ZARYBINA – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor  
FSBEI HE «Vologda State Dairy Academy»  
160555, Vologda region, v. Dairy, st. Schmidt, 2  
e-mail: liliya270975@yandex.ru

**Key words:** *Kazakh small hills, improvement felling, intensity of felling, stand overage diameter, stability.*

Based on the results of studies carried out permanent trial plots, the effect of various intensity improvement felling in pure pine stands of the Kazakh small hills on dynamics of average diameter stands has been analysed. It has been established that the method of felling and thinning intensity are influenced by the change in the average diameter of the stand. The maximum effect is manifested under grassroots culting one.

Since the stands average diameter increasing in combination with lower branches pruning increases visibility under its canopy, more comfortable conditions are created for recreation especially with children. Besides the thick crust of larger diameter trees in the butt part of the trunk helps to increase their resistance to thermal effect of potential forest fires.

In such a way improvement felling in pine stands of the Kazakh small hills contributes to the formation of recreationally attractive sustainable stands.

### Введение

Сосновые леса Казахского мелкосопочника расположены среди открытых степных пространств, что в сочетании с наличием озер способствует привлечению населения в летние месяцы для отдыха на лоне природы. Высокие рекреационные нагрузки, в свою очередь, вызывают необходимость повышения рекреационной устойчивости и привлекательности формируемых насаждений [1, 2]. Известно [3–5], что основным лесоводственным мероприятием, обеспечивающим выращивание указанных насаждений, являются рубки ухода.

Работы по изучению лесоводственной эффективности рубок ухода ведутся уже на протяжении многих десятилетий. В том числе имеется целый перечень работ по формированию рубками ухода эстетически привлекательных ландшафтов [6–8], а также повышению пожароустойчивости насаждений [9–11], что особенно важно для сосняков, характеризующихся повышенной потенциальной горючестью [12–14].

Однако многие вопросы последствий проведения рубок ух-

да остаются нерешенными. Так, для аридных условий Северного Казахстана недостаточно изучено влияние рубок ухода на динамику средних показателей части древостоя, оставляемой на доращивание. Последнее определило направление наших исследований.

Целью работы являлись анализ влияния рубок ухода различной интенсивности в сосновых насаждениях Казахского мелкосопочника на показатели средних диаметров древостоев и разработка на этой основе предложений по уходу за лесом.

### Материалы и методы

Объектом исследований являлись чистые сосновые 105-летние насаждения мертвопокровно-лишайникового типа леса (участок 2), в которых 58 лет назад были проведены проходные рубки комбинированным способом слабой и умеренной интенсивности.

На участке 3 в 35-летнем возрасте были проведены 58 лет назад прореживания по комбинированному и низовому методам интенсивностью от слабой до очень сильной. Как и на участке 2, насаждения участка 3 были

представлены чистыми по составу сосновыми древостоями мертвопокровно-лишайникового типа леса.

На момент проведения рубок ухода на участках 2 и 3 были заложены постоянные пробные площади (ППП), что позволило в дальнейшем проанализировать динамику основных таксационных показателей. При закладке ППП и последующих работах на них использовались широко известные апробированные методики [15].

На участке 2 было заложено 14 ППП, которые с учетом интенсивности изреживания были распределены на три секции. В первую секцию вошли ППП, пройденные рубками ухода слабой интенсивности, во вторую – умеренной. Третью секцию составили ППП, на которых рубки ухода не проводились.

27 ППП на участке 3 были распределены на 7 секций с учетом метода проведения рубок ухода и интенсивности изреживания. Распределение ППП на секции позволило обеспечить повторяемость вариантов и репрезентативность выводов.

При проведении исследований основное внимание было

уделено изменению среднего диаметра древостоя до и после рубки, а также спустя 58 лет после ее проведения.

Средний диаметр определялся путем проведения измерений диаметров всех деревьев на каждой из ППП в двух направлениях: С-Ю и В-З при помощи штангенциркуля с точностью до 1 мм. После чего определялась сумма площадей сечения на каждой секции по ступеням толщины с использованием данных перечета деревьев. Расчеты проводились по формулам

$$g_{cp} = (g_1n_1 + g_2n_2 + g_3n_3 + \dots + g_n n_n) / (n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n), \quad (1)$$

$$D_{cp} = 2 \sqrt{g_{cp}} / \pi, \quad (2)$$

Средний диаметр  $D_{cp}$  определялся как диаметр круга, площадь которого равна расчетной средней площади сечения одного дерева  $g_{cp}$ .

Интенсивность изреживания устанавливалась по показателю относительной полноты древостоя после проведения рубок ухода. При снижении относительной полноты до 0,81–0,9 ППП относилась к секции, пройденной рубками ухода слабой интенсивности, до 0,71–0,8 – умеренной, до 0,61–0,7 – к сильной и до 0,5–0,6 – к очень сильной.

### Результаты и обсуждение

Данные проведенных исследований показали, что интенсивность изреживания и применяемый метод рубок ухода оказывают значительное влияние на показатели среднего диаметра древостоя (таблица).

Показатели среднего диаметра древостоя на ППП, пройденных рубками ухода различной интенсивности (числитель – минимальное и максимальное значения, знаменатель – среднее значение)

Indicators of the average diameter of the stand on the PPP, passed cutting thinning of various intensities (numerator – minimum and maximum values, denominator – average value)

Интенсивность проведения рубок ухода Thinning intensity	Метод проведения рубок ухода Thinning method	Показатели среднего диаметра древостоя, см The average diameter of the stand, cm		
		до рубки before cutting	после рубки after cutting	58 лет после рубки 58 years after cutting
Опытный участок 2 Experimental plot 2				
Слабая Weak	Комбинированный Combined	$\frac{4,0-5,5}{4,6}$	$\frac{5,4-7,2}{6,1}$	$\frac{12,9-14,7}{13,2}$
Умеренная Moderate	Комбинированный Combined	$\frac{3,8-5,4}{4,5}$	$\frac{4,8-8,2}{6,8}$	$\frac{11,3-14,7}{13,6}$
Контроль (без рубок ухода) Control (without thinning)		$\frac{3,8-6,0}{4,7}$	$\frac{3,8-6,0}{4,7}$	$\frac{9,4-12,4}{10,7}$
Опытный участок 3 Experimental plot 3				
Слабая Weak	Комбинированный Combined	$\frac{3,1-3,2}{3,2}$	$\frac{4,5-5,0}{4,8}$	$\frac{12,4-13,4}{12,9}$
Умеренная Moderate	Комбинированный Combined	$\frac{2,3-2,8}{2,6}$	$\frac{3,5-4,1}{3,8}$	$\frac{11,8-13,4}{12,9}$
Слабая Weak	Низовой Grassroots	$\frac{2,5-4,0}{3,1}$	$\frac{3,6-6,7}{4,6}$	$\frac{10,7-16,4}{12,8}$
Умеренная Moderate	Низовой Grassroots	$\frac{2,4-3,2}{2,7}$	$\frac{3,5-6,1}{4,5}$	$\frac{11,3-15,6}{12,9}$
Сильная Strong	Низовой Grassroots	$\frac{2,2-2,3}{2,3}$	$\frac{3,8-4,5}{4,2}$	$\frac{11,3-14,3}{12,8}$
Очень сильная Very strong	Низовой Grassroots	$\frac{1,7-2,9}{2,3}$	$\frac{2,8-5,2}{4,3}$	$\frac{9,4-13,8}{12,7}$
Контроль (без рубок ухода) Control (without thinning)		$\frac{2,3-3,1}{2,5}$	$\frac{2,3-3,1}{2,5}$	$\frac{9,4-10,1}{9,5}$

По прошествии 58 лет после проведения рубок ухода средний диаметр древостоя в насаждениях, не подвергшихся уходу, ниже показателей, полученных на всех опытных ППП.

На увеличение среднего диаметра опытных ППП в основном оказывают влияние следующие факторы.

1. *Метод отбора деревьев в рубку.* При низовом методе

рубкой ухода из древостоя изымаются прежде всего отставшие в росте деревья из числа потенциального отпада, а крупные деревья в рубку не назначаются. При этом чем выше интенсивность рубки, тем значительнее увеличение среднего диаметра части древостоя, оставленной на доращивание. Например, на опытном участке 3 рубки ухода проводились в возрасте 35 лет.

Через 58 лет после рубок, выполненных по низовому методу, средний диаметр увеличился на ППП слабой интенсивности на 1,6 см, умеренной – на 1,9 см, сильной – на 1,9 см и очень сильной – на 2,0 см. В относительных величинах данные показатели составили 48,3; 71,9; 84,2 и 87,2% соответственно.

Влияние интенсивности рубок ухода, выполненных по низовому методу на относительную величину увеличения среднего диаметра древостоя с достаточно высокой точностью ( $R^2 = 0,9998$ ) описывается уравнением  $y = -515x^2 + 592x - 82,713$  (рис. 1).

Средний диаметр древостоя сразу после проведения рубок ухода увеличивался не только при низовом, но и при комбинированном методе проведения рубок. На опытном участке 3 в результате проведения рубок ухода комбинированным методом средний диаметр древостоя слабой интенсивности увеличился на 1,6 см

(50,7%) и умеренной интенсивности – на 1,2 см (47,8%). Другими словами, относительное увеличение среднего диаметра при увеличении интенсивности изреживания от слабой до умеренной даже снизилось с 50,7 до 47,8%. Отличие в увеличении среднего диаметра при рубках ухода по низовому и комбинированному методам объясняется тем, что при комбинированном методе отбор деревьев в рубку производится из всех частей древесного полога, а не только из отставшей в росте, как при низовом методе. Назначение в рубку отдельных крупных деревьев сглаживает величину изменения среднего диаметра древостоя до и после рубки при комбинированном методе.

2. *Естественный отпад.* В процессе роста древостоя часть составляющих его деревьев переходит в отпад, что, естественно, влияет на средний диаметр древостоя. В контрольных насажде-

ниях, где конкуренция между деревьями выше, в отпад переходит значительная часть тонкомерных деревьев, что в значительной степени способствует увеличению среднего диаметра древостоя. Естественно, что на ППП, где были проведены рубки ухода, в процессе которых потенциальный отпад удален, естественный отпад уменьшается по сравнению с таковым на контроле.

3. *Радиальный прирост.* Прирост по диаметру у оставленных на доращивание деревьев является важнейшим фактором, влияющим на средний диаметр древостоя. В связи с большей площадью роста у оставленных на доращивание деревьев после проведения рубок ухода логично ожидать значительного увеличения радиального прироста.

Выполненные исследования показывают, что спустя 58 лет после проведения рубок ухода слабой и умеренной интенсивности в 47-летнем мертвопокровно-лишайниковом сосняке (опытный участок 2) средний диаметр древостоя увеличился на 7,1 и 6,8 см, при этом на контроле он повысился только на 6,0 см. Необходимо отметить, что средний диаметр на контрольных ППП увеличивался в основном за счет отмирания наиболее угнетенных деревьев сосны, имеющих наименьший диаметр, т. е. естественного изреживания древостоя, в то время как на рабочих ППП увеличение среднего диаметра происходило благодаря радиальному приросту оставленных на доращивание лучших деревьев.

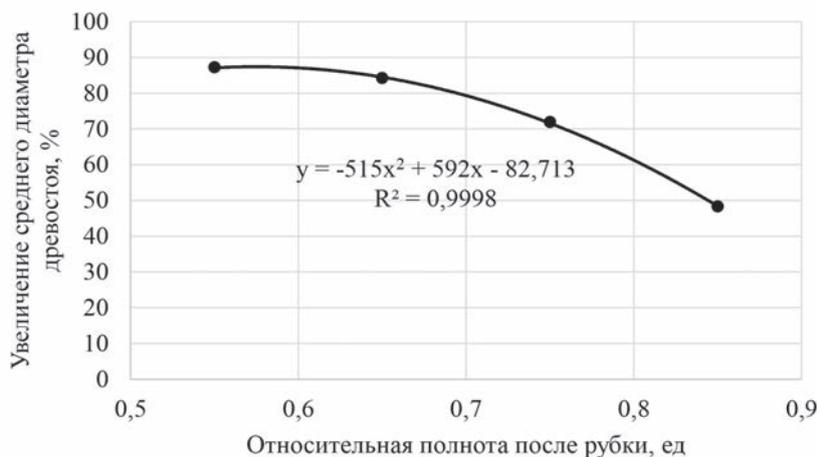


Рис. 1. Зависимость увеличения относительной величины среднего диаметра древостоя от интенсивности рубок ухода, выполненных по низовому методу

Fig. 1. Dependence of the increase in the relative value of the average diameter of the tree stand on the intensity of thinning, performed according to the lower method

По сравнению с таковым до проведения рубок ухода средний диаметр древостоев на участке 2 увеличился за 56 лет при слабой интенсивности на 187,0 %, умеренной – на 202,2 %, на контроле – на 127,7 %. Таким образом, проходные рубки в 47-летнем сосняке мертвопокровно-лишайниковом позволили значительно увеличить средние диаметры древостоев за счет создания благоприятных условий крупным деревьям. Последнее существенно повышает рекреационную привлекательность и устойчивость насаждений. Минимизация отпада на ППП, пройденных рубками ухода, в сочетании с увеличением доли крупных деревьев способствует повышению пожароустойчивости насаждений.

На всех ППП опытного участка 3 также произошло увеличение средних диаметров древостоев. В возрасте 93 лет средние значения диаметров древостоя по различным вариантам опыта (низовой и комбинированный методы) не дали большого отличия – 12,7–12,9 см, при этом на контроле данный показатель составил 9,5 см.

На опытном участке 3 при сравнении средних диаметров древостоев на ППП, где проводились рубки ухода слабой и умеренной интенсивности комбинированным методом, установлено, что средние диаметры через 58 лет увеличились на 8,1 и 9,1 см по сравнению с показателем после рубки и на 9,8 и 10,3 см – до рубки.

На ППП, пройденных рубками ухода по низовому методу, увеличение значений средних диаметров древостоя напрямую зависит от интенсивности изреживания. Например, на ППП, пройденных рубками ухода слабой, умеренной, сильной и очень сильной интенсивности, средние диаметры древостоев увеличились за 58 лет после рубки по сравнению с этими же показателями до рубки соответственно на 9,7 см (318,8 %); 10,3 см (371,1 %); 10,6 см (467,7 %) и 10,4 см (459,5 %).

Зависимость между увеличением средних диаметров древостоев и интенсивностью рубок ухода, выполненных 58 лет назад по низовому методу, приведена на рис. 2.

Материалы таблицы и рис. 1 и 2 свидетельствуют, что максимальными значениями среднего диаметра древостоя как на участке 2, так и на участке 3 характеризуются спустя 58 лет

после начала эксперимента ППП, пройденные рубками ухода умеренной интенсивности по низовому методу. Именно данный вариант проведения рубок ухода в чистых 35–47-летних сосновых насаждениях мертвопокровно-лишайникового типа леса Казахского мелкосопочника обеспечивает своевременное удаление деревьев потенциального отпада, повышает пожароустойчивость, рекреационную привлекательность и улучшает санитарное состояние древостоев. Увеличение среднего диаметра древостоя при этом обеспечивается преимущественно за счет радиального прироста наиболее крупных деревьев.

**Выводы**

1. Рубки ухода в чистых мертвопокровно-лишайниковых сосняках Казахского мелкосопочника обеспечивают существенное увеличение среднего диаметра древостоев как сразу

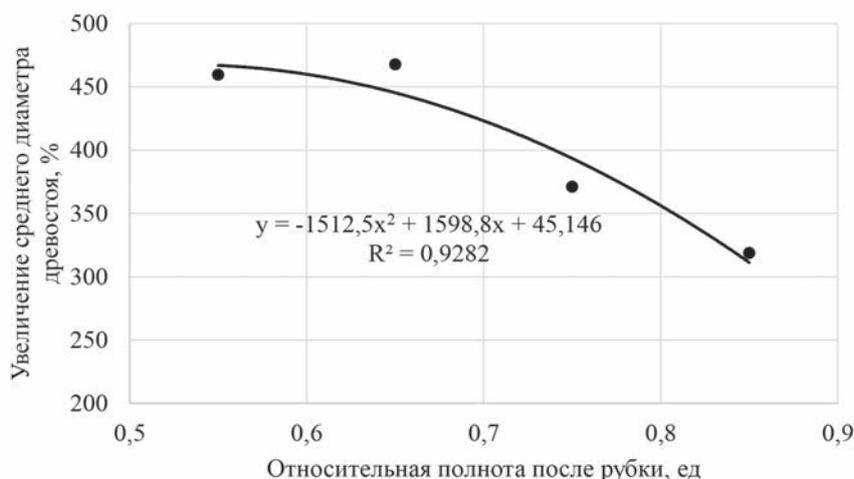


Рис. 2. Зависимость увеличения относительной величины среднего диаметра древостоя от интенсивности рубок ухода, выполненных 58 лет назад по низовому методу

Fig. 2. Dependence of the increase in the relative value of the average diameter of the standing tree on the intensity of thinning performed 58 years ago according to the grassroots method

после изреживания, так и в течение длительного периода после их проведения.

2. Оптимальными являются рубки ухода умеренной интенсивности, выполненные по низовому методу.

3. За счет рубок ухода, помимо увеличения среднего диаметра древостоя, минимизируется отпад деревьев, а следовательно,

и запас напочвенных горючих материалов.

4. К положительному влиянию рубок ухода в сосняках следует отнести повышение рекреационной привлекательности и устойчивости древостоев против неблагоприятных природных и антропогенных факторов.

5. За счет снижения напочвенных горючих материалов и

уборки потенциального отпада и сухостоя рубки ухода минимизируют опасность развития низовых лесных пожаров в верховые.

6. Сокращение количества деревьев на ППП после проведения рубок ухода улучшает микроклиматические условия под пологом древостоя, создавая комфортные условия для отдыхающих.

### Библиографический список

1. Данчева А.В., Залесов С.В., Муканов Б.М. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 195 с.
2. Бунькова Н.П., Залесов С.В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 124 с.
3. Залесов С.В., Луганский Н.А. Проходные рубки в сосняках Урала. Свердловск: Изд-во Урал. гос. ун-та, 1989. 128 с.
4. Залесов С.В., Луганский Н.А. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 331 с.
5. Влияние полноты и густоты на рост сосновых древостоев Казахского мелкосопочника и эффективность рубок ухода в них / А.В. Эбель, Е.И. Эбель, С.В. Залесов, Б.М. Муканов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 221 с.
6. Ландшафтные рубки / Н.А. Луганский, Л.И. Аткина, Е.С. Гневнов, С.В. Залесов, В.Н. Луганский // Лесн. хоз-во. 2007. № 6. С. 20–22.
7. Залесов С.В., Газизов Р.А., Хайретдинов А.Ф. Состояние и перспективы ландшафтных рубок в рекреационных лесах // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2016. № 2 (58). С. 45–47.
8. Залесов С.В., Хайретдинов А.Ф. Ландшафтные рубки в лесопарках. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 176 с.
9. Роль рубок ухода в повышении пожароустойчивости сосняков Казахского мелкосопочника / С.В. Залесов, А.В. Данчева, Б.М. Муканов, А.В. Эбель, Е.И. Эбель // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 6 (112). С. 64–68.
10. Данчева А.В., Залесов С.В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев // Аграрн. вестник Урала. 2016. № 3 (145). С. 56–61.
11. Залесов С.В., Оплетаяев А.С. Рекомендации по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Прииртышья. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 67 с.
12. Шубин Д.А., Залесов С.В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 127 с. URL: <http://www.elar.usfeu.ru/handle/123456789/6238>
13. Марченко В.П., Залесов С.В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертыс орманы» // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 10 (108). С. 55–59.

14. Архипов Е.В., Залесов С.В. Горимость сосновых лесов Казахского мелкосопочника // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. 2016. № 9 (143). С. 64–69.
15. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.

### *Bibliography*

1. Dancheva A.V., Zalesov S.V., Mukanov B.M. The influence of recreational loads on the state and stability of pine plantations of the Kazakh small hills. Yekaterinburg: Ural state forestry technician Univ., 2014. 195 p.
2. Bunkova N.P., Zalesov S.V. Recreational stability and capacity of pine plantations in forest parks of the city of Yekaterinburg. Yekaterinburg: Ural state forestry technician Univ., 2016. 124 p.
3. Zalesov S.V., Lugansky N.A. Continuous cuttings in the pine trees of the Urals. Sverdlovsk: Publishing House Ural state University, 1989. 128 p.
4. Zalesov S.V., Lugansky N.A. Increasing the productivity of pine forests of the Urals. Yekaterinburg: Ural state forestry technician Univ., 2002. 331 p.
5. The influence of fullness and density on the growth of pine stands of the Kazakh small hills and the effectiveness of thinning in them / A.V. Ebel, E.I. Ebel, S.V. Zalesov, B.M. Mukanov. Yekaterinburg: Ural state forestry technician Univ., 2014. 221 p.
6. Landscape felling / N.A. Lugansky, L.I. Atkina, E.S. Gnevnov, S.V. Zalesov, V.N. Lugansky // Forestry. 2007. No. 6. P. 20–22.
7. Zalesov S.V., Gazizov R.A., Khairtdinov A.F. The state and prospects of landscape felling in recreational forests // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 2 (58). P. 45–47.
8. Zalesov S.V., Khairtdinov A.F. Landscape felling in forest parks. Yekaterinburg: Ural state forestry technician Univ., 2011. 176 p.
9. The role of thinning in improving the fire resistance of the pine forests of the Kazakh small hog / S.V. Zalesov, A.V. Dancheva, B.M. Mukanov, A.V. Ebel, E.I. Ebel // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 6 (112). P. 64–68.
10. Dancheva A.V., Zalesov S.V. The effect of thinning on the biological and fire resistance of pine stands // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 3 (145). P. 56–61.
11. Zalesov S.V., Zalesova E.S., Opletayev A.S. Recommendations for improving the protection of forests from fires in the tape forests of the Irtysh. Yekaterinburg: Ural state forestry technician Univ., 2014. 67 p.
12. Shubin D.A., Zalesov S.V. The consequences of forest fires in the pine forests of the Priobsky water protection pine-birch forestry region of the Altai Territory. Yekaterinburg: Ural state forestry technician Univ., 2016. 127 p. URL: <http://www.elar.usfeu.ru/handle/123456789/6238>
13. Marchenko V.P., Zalesov S.V. Burnability of tape burs of Irtysh and ways to minimize it using the example of GU GLPR «Ertys Ormany» // Bulletin of the Altai state. Agricultural University. 2013. No. 10 (108). P. 55–59.
14. Arkhipov E.V., Zalesov S.V. Burnability of pine forests of the Kazakh small hills // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2016. No. 9 (143). P. 64–69.
15. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Ecological monitoring of reforestation forest stands. Yekaterinburg: Ural state forestry technician Univ., 2015. 152 p.
- 
-