

УДК 630*228.7:630*531:633.878.43

ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА НА ТАКСАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ КРОН ДЕРЕВЬЕВ В ИСКУССТВЕННЫХ БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ АРИДНЫХ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ

¹Данчева А.В., ²Залесов С.В.

¹Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
и агролесомелиорации, Щучинск;

²Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, e-mail: Zalesov@usfeu.ru

Целью исследований было установление влияния рубок ухода различной интенсивности изреживания на таксационные показатели кроны деревьев березы повислой (*Betula pendula* Roth. (verrucosa Ehrh.)). Объектами исследования служили среднеполнотные искусственные березовые древостои II класса возраста в условиях сухой типчаково-ковыльной степи Северного Казахстана на примере ТОО «Астана орманы». В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), на каждой из которых помимо общепринятых в лесной таксации измерений производилась оценка жизненного состояния деревьев в соответствии с методическими рекомендациями В.А. Алексеева (1989). При показателе жизненного состояния 100–80% древостои характеризовались как «здоровые»; при 79–50% – как поврежденные (ослабленные), при 49–20% – сильно поврежденные (сильно ослабленные), а при 19% и ниже – полностью разрушенные. Установлено, что проведение рубок ухода умеренной и высокой интенсивности изреживания по низовому методу способствует увеличению протяженности кроны ($L_{кр}$), диаметра ($D_{кр}$), площади ($S_{кр}$) и объема кроны ($V_{кр}$) в 1,2–2,0 раза в сравнении с контролем. Удаление сухих сучьев на высоту до 2,5–3,0 м у оставшихся на доращивание деревьев повышает пожароустойчивость данных насаждений. Регулирование высоты сухих сучьев по стволу дерева приобретает особо важное значение в насаждениях, произрастающих вокруг населенных пунктов, поскольку, помимо очевидного повышения пожароустойчивости данных древостоев, улучшается их эстетичное восприятие и рекреационная привлекательность. Проведение рубок ухода высокой интенсивности изреживания в березовых насаждениях ТОО «Астана орманы» приводит к снижению густоты их произрастания до 650–750 шт/га и увеличению площади питания, является достаточным условием для поддержания устойчивости исследуемых березовых древостоев. Поэтому рубки ухода по низовому методу с высокой интенсивностью изреживания (30% от запаса и 50% по количеству деревьев) на данном этапе исследований являются одним из наилучших вариантов.

Ключевые слова: искусственные березовые древостои, рубки ухода, жизненное состояние, биологическая устойчивость

EFFECT OF IMPROVEMENT CUTTING UPON TAXATIONAL SPECIFICATIONS OF TREE CROWNS IN ARTIFICIAL BIRCH FOREST STANDS, GROWING IN ARID CONDITIONS

¹Dancheva A.V., ²Zalesov S.V.

¹Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry, Schuchinsk;
²Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, e-mail: zalesov@usfeu.ru

The objective of this research was to determine the effect of improvement cutting of various thinning intensity upon taxational specifications of crowns of trees *Betula pendula* Roth. (verrucosa Ehrh.). Objects of the research were artificial birch stands of moderate density of the II age class in terms of dry festuca-feather grass steppe of Northern Kazakhstan at the example of LLP «Astana ormany». The foundation of research is formed of method of sample areas (SA), at every of which evaluation of life condition of trees according to methodical recommendations of V.A. Alekseyev (1989) was carried out along with typical estimations, accepted in forest taxation. Standings with life condition index of 100-80% were defined as «healthy», 79-50% – as «damaged» (weakened); 49-20% – as «highly damaged» (highly weakened); 19% and below – as «completely destroyed». It was established that undertaking improvement cutting of moderate and high intensity of thinning via low method provides for increase in crown longevity (L_{cr}), diameter (D_{cr}), area (S_{cr}), and volume (V_{cr}) by 1,2-2,0 in comparison to the control. Removing dry branches at height of 2,5-3,0 m among trees, left for growing, improves fire resistance of such standings. Regulation of height of dry branches along tree trunk obtains a special significance in standings, growing around populated areas, as apart from evident improvement in fire resistance of such standings it provides for their aesthetic perception and recreational attractiveness. Undertaking improvement cuttings of high thinning intensity in birch standings of LLP «Astana ormany» leads to decrease in concentration of their growing down to 650-750 units/ha and increase in area of feeding. It is a sufficient condition of sustaining stability of the studied birch standings. Therefore, improvement cutting via lo method of high thinning intensity (30% of stock and 50% of tree number) proves to be one of the best options at the current stage of research.

Keywords: artificial birch standings, improvement cuttings, life condition, biological stability

Определяющим фактором улучшения жизни населения является создание комфортного микроклимата для проживания. В степных аридных условиях последнее крайне затруднительно, поскольку отсутствие или

недостаточное количество древесных растений обуславливает интенсивные ветры, формирующие зимой метели, а летом суховеи.

Низкая транспирация влаги травянистыми растениями не способствует повыше-

нию влажности воздуха, а малая высота не обеспечивает наличие тени, что в конечном счете делает пребывание граждан на открытом воздухе некомфортным практически во все времена года. Неслучайно сразу после переноса столицы Республики Казахстан в г. Нурсултан было принято решение о создании вокруг него санитарно-защитной зоны, что потребовало обобщения имеющегося опыта создания защитных насаждений в аридных условиях [1].

Создание и формирование искусственных насаждений в санитарно-защитной зоне г. Нурсултан Республики Казахстан осуществляется в жестких почвенно-климатических условиях. Доля лесопригодных почв здесь не превышает 25%. Климат резко континентальный при значительном недостатке влаги для растений в течение вегетационного периода. Указанное объясняет тот факт, что создание и выращивание зеленых насаждений чрезвычайно затратное и трудоемкое мероприятие. Особо следует отметить, что при проектировании лесоводственных мероприятий необходимо учитывать продолжительный период смыкания крон деревьев, слабую дифференциацию их по высоте и повышенный отпад из-за мозаичности почвы.

Общеизвестно, что основным лесоводственным мероприятием, направленным на повышение устойчивости, улучшение санитарного состояния и рекреационной привлекательности насаждений являются рубки ухода [2, 3]. Особую важность приобретают рубки ухода в искусственных насаждениях, поскольку благодаря им в таежной зоне предотвращается смена пород, а в лесостепной и степной зонах отсутствие своевременных рубок ухода может привести к гибели древостоев из-за недостатка почвенной влаги. В том и другом случаях затраты на создание и выращивание лесных культур окажутся неоправданными [4].

Для оценки устойчивости лесных насаждений к воздействию неблагоприятных антропогенных и природных факторов используются различные показатели. Однако наиболее объективным показателем состояния деревьев и древостоев является морфоструктура, развитость и показатели строения крон [5]. По причине большой степени динамичности именно таксационные показатели крон, по сравнению с диаметром на высоте 1,3 м и высотой, лучше отражают состояние деревьев [6, 7].

Цель исследования: изучение влияния рубок ухода различной интенсивности из-

реживания на таксационные показатели кроны деревьев березы повислой (*Betula pendula* Roth. (verrucosa Ehrh.)).

Материалы и методы исследования

Основой для проведения исследований служили постоянные пробные площади (ППП), заложенные в 2012 г. сотрудником Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации кандидатом сельскохозяйственных наук С.М. Барановым в лесных культурах березы повислой (*Betula pendula* Roth.). ППП расположены на территории лесохозяйственного предприятия «Астана орманы». При закладке эксперимента на секциях ППП проводились рубки ухода умеренной (15–25%) и высокой (25% и более) интенсивности по запасу. Кроме того, на каждой ППП оставлялась контрольная секция, где рубки ухода не проводились.

Одновременно с проведением рубок ухода на рабочих секциях производилась обрезка сухих сучьев.

Искусственные березовые насаждения были созданы посадкой 2-летних сеянцев в 1997 г. Создавались лесные культуры кулисным способом. При этом 5 рядов лесных культур чередовались с междулиственными пространствами шириной 12 м. Схема посадки 0,7×2,0 м.

Установление таксационных показателей исследуемых искусственных березовых древостоев производилось на основании сплошного перечета, выполненного на всех секциях постоянных пробных площадей [8]. Для определения классов бонитета, относительных полнот и запасов древостоев использовались справочные материалы, разработанные Т.Х. Токмурзиным и В.И. Кричуном [9] для березовых древостоев.

При оценке жизненного состояния деревьев использовалась методика, разработанная В.А. Алексеевым [10]. Согласно указанной методике при показателе 100–80% жизненное состояние древостоя оценивалось как «здоровое», при 79–50% древостой характеризовался как ослабленный (поврежденный), при 49–20% – как сильно ослабленный (сильно поврежденный) и при показателе ниже 20% – как разрушенный.

Результаты исследования и их обсуждение

При анализе полученных в ходе исследований материалов данные, установленные на секциях, пройденных рубками ухода

с близкой интенсивностью изреживания, были сгруппированы с установлением средних таксационных показателей при умеренной и высокой интенсивности рубок ухода, а также на контроле (табл. 1).

Материалы, приведенные в табл. 1, свидетельствуют, что объектами исследования служили чистые по составу искусственные березовые насаждения четвертого класса бонитета. В 20-летнем возрасте относительная полнота исследуемых древостоев изменяется, в зависимости от проведенных 5 лет назад рубок ухода различной интенсивности, от 0,4 до 0,6, при варьировании густоты от 700 до 1450 шт/га.

В целом можно отметить, что рубки ухода оказывают положительное влияние на таксационные показатели искусственных березовых древостоев. Поскольку при проведении рубок ухода в первую очередь из древостоя изымались отставшие в росте деревья (низовой метод рубок ухода), при высокой интенсивности изреживания средний диаметр древостоя на высоте 1,3 м превысил аналогичный показатель на контроле спустя 5 лет после ухода на 35,2%. Изреживание увеличило площадь роста оставленных на дорастивание деревьев и, в частности, их освещенность. Последнее объясняет тот факт, что при высокой интенсивности изреживания средняя высота древостоев увеличилась по сравнению с таковой в контрольном древостое лишь на 19,0%.

Вызванное рубками ухода увеличение значений средних диаметров древостоев на высоте 1,3 м обуславливает решение задач повышения рекреационной устойчивости, привлекательности и пожароустойчивости. Последнее особенно важно, поскольку в санитарно-защитной зоне г. Нурсултан резко увеличивается потенциальная опасность возникновения лесных пожаров из-за интенсивного посещения. Наличие степной растительности в межкулисных пространствах создает условия в весенний и осенний периоды для возникновения низовых лесных пожаров. Поскольку пожары, объ-

ектом горения которых служит живой напочвенный покров, преимущественно беглые, наиболее толстые деревья практически от них не страдают. Указанное свидетельствует, что проведение рубок ухода по низовому методу можно рассматривать как эффективное направление повышения пожароустойчивости древостоев.

В рекреационных насаждениях очень важное значение имеет характер крон деревьев и их размещение в пологе древостоя. В частности, смыкание крон – это диагностический показатель возникающей между деревьями конкуренции за свет. Рубки ухода позволяют целенаправленным отбором минимизировать конкуренцию. В то же время не следует забывать, что в высокополотных насаждениях более интенсивно протекают процессы очищения стволов от сучьев. Последнее необходимо учитывать при выращивании бессучковой древесины, а также при формировании рекреационных насаждений с повышенной просматриваемостью. Другими словами при планировании и проведении рубок ухода чрезвычайно важно проводить анализ таксационных характеристик крон деревьев.

Как следует из материалов выполненных исследований, рубки ухода оказывают существенное влияние на средние таксационные показатели крон деревьев березы в искусственных березняках (табл. 2).

Приведенные в табл. 2 данные позволяют сгруппировать секции по интенсивности изреживания (табл. 3) и установить, что с увеличением последней основные таксационные показатели крон деревьев увеличиваются. Так, в частности, спустя 5 лет после проведения рубок ухода умеренной интенсивности все основные таксационные показатели крон деревьев увеличиваются в 1,2–1,5 раза. В то же время проведение в искусственных березовых древостоях рубок ухода высокой интенсивности приводит к увеличению средних таксационных показателей крон деревьев в 1,4–2,0 раза по сравнению с контролем.

Таблица 1

Средние значения таксационных показателей березовых древостоев
ТОО «Астана орманы» в зависимости от степени изреживания

Интенсивность изреживания	Средние		Полнота		Запас, м ³ /га	Густота, экз/га	Класс бонитета
	Диаметр, см	Высота, м	абсолютная, см ²	относительная			
Контроль	9,1	10,0	10,5	0,6	63	1450	IV
Умеренная	10,5	11,5	9,9	0,5	57	1103	IV
Высокая	12,3	11,9	8,8	0,4	52	700	IV

Таблица 2

Таксационные показатели крон в березовых древостоях, пройденных рубками ухода, произрастающих на территории лесохозяйственного предприятия «Астана орманы»

№ ППП – индекс секции	Протяженность кроны ($L_{кр}$), м	Диаметр кроны ($D_{кр}$), см	Площадь кроны ($S_{кр}$), м ²	Объем кроны ($V_{кр}$), м ³
1-А	6,3 ± 0,3	219,8 ± 8,6	4,1 ± 0,3	14,6 ± 1,4
1-Б	8,6 ± 0,2	267,7 ± 6,9	5,8 ± 0,3	26,1 ± 1,6
1-В	6,9 ± 0,2	265,9 ± 12,8	6,1 ± 0,5	22,7 ± 2,3
1-Г	8,3 ± 0,3	315,3 ± 10,2	8,0 ± 0,5	34,9 ± 3,1
1-Д	7,7 ± 0,3	303,1 ± 14,1	7,6 ± 0,6	31,0 ± 3,3
1-Е	8,1 ± 0,2	268,1 ± 7,6	5,8 ± 0,3	24,9 ± 1,8
2-А	7,2 ± 0,4	260,9 ± 13,1	4,2 ± 0,4	14,9 ± 1,3
2-Б	7,8 ± 0,3	288,1 ± 9,4	6,8 ± 0,4	27,9 ± 2,5

Таблица 3

Среднестатистические показатели кроны березовых древостоев в зависимости от степени изреживания

Интенсивность изреживания	Протяженность кроны, м	Диаметр кроны, см	Площадь кроны, м ²	Объем кроны, м ³
Контроль	6,4 ± 0,2	235,9 ± 7,6	4,7 ± 0,3	16,8 ± 1,3
Умеренная	7,8 ± 0,1	272,5 ± 4,5	6,1 ± 0,2	25,1 ± 1,2
Высокая	8,0 ± 0,2	309,6 ± 8,5	7,8 ± 0,4	33,1 ± 2,2

Особо следует отметить, что различия в таксационных показателях крон деревьев ($L_{кр}$, $D_{кр}$, $S_{кр}$, $V_{кр}$) между контрольными и рабочими секциями, т.е. пройденными рубками ухода умеренной и высокой интенсивности, статистически достоверны ($t_s = 3,9-6,5$ при $t_{0,05} = 1,96-1,97$). Кроме того, различия в показателях крон деревьев ($D_{кр}$, $S_{кр}$, $V_{кр}$) оказались статистически достоверными при сравнении секций, пройденных рубками ухода умеренной и высокой интенсивности ($t_s = 2,5-3,9$ при $t_{0,05} = 1,96$).

Как отмечалось ранее, для повышения рекреационной привлекательности березовых насаждений, в процессе проведения рубок ухода была выполнена обрезка нижних сухих сучьев. Материалы табл. 3 наглядно свидетельствуют, что, несмотря на проведение данного мероприятия, среднее значение протяженности крон деревьев на секциях пройденных рубками ухода высокой интенсивности превышает таковые в контрольных древостоях на 25,0%. При этом значения средних диаметров крон спустя 5 лет после проведения рубок ухода высокой интенсивности на 31,2% превышают таковые в контрольных древостоях.

Эстетическая привлекательность деревьев в значительной степени зависит от объема кроны. Выполненные исследования показали, что спустя 5 лет после проведения рубок ухода высокой интенсивности

в 15-летних искусственных березовых насаждениях значения среднего объема крон превысили таковые в контрольных насаждениях аналогичного возраста и состава на 97,0%.

В научной литературе отмечается, что при планировании и проведении лесоводственных мероприятий очень важно иметь объективные данные и учитывать влияние на пожароустойчивость насаждений [11, 12]. Обрезка сухих сучьев у оставляемых на доращивание деревьев способствует не только улучшению эстетических показателей, но и снижает массу напочвенных горючих материалов, а следовательно, интенсивность потенциальных пожаров.

По результатам проведенных нами исследований высота до сухих сучьев в искусственных березовых древостоях составляет 0,5–0,6 м. В процессе рубок ухода проведено удаление, методом обрезки, сухих сучьев у оставшихся после рубок деревьев на высоту до 2,5–3 м (рисунок).

Удаление сухих сучьев в процессе проведения рубок ухода способствует не только сокращению напочвенных горючих материалов и повышению пожароустойчивости древостоев, но и существенно повышает рекреационную привлекательность насаждений. Пройденные рубками ухода древостои с обрезанными сухими сучьями характеризуются повышенной просматриваемостью,

что обеспечивает безопасность отдыхающих, особенно при семейном отдыхе с детьми. Поэтому рубки ухода особую значимость приобретают в лесах зеленых зон, а также вокруг населенных пунктов.



Удаление сухих ветвей со стволов березы на высоту до 2,5–3 м в искусственных древостоях на секции 1-Б (умеренная интенсивность изреживания)

Удаление сухих сучьев в процессе рубок ухода минимизирует затраты на их обрезку и обеспечивает комплексность подхода к уходу за лесом.

Выводы

1. Формирование крон деревьев в рекреационных насаждениях во многом определяет эстетическую привлекательность древостоев.

2. Наиболее эффективным способом формирования крон являются рубки ухода в сочетании с обрезкой нижних сучьев на высоту до 2,5–3,0 м.

3. Проведение рубок ухода по низовому методу в 15-летних искусственных березовых насаждениях способствует увеличению протяженности, диаметра, площади и объема крон оставляемых на доращивание деревьев.

4. С увеличением интенсивности изреживания степень влияния рубок ухода на развитие крон оставляемых на доращивание деревьев увеличивается. Так, спустя 5 лет после проведения рубок ухода умеренной интенсивности в 15-летних искусственных березняках средние таксационные показатели крон у оставленных на доращивание деревьев в 1,2–1,5 раза превышают таковые в контрольном древостое, а после рубок высокой интенсивности – в 1,4–2,0 раза.

5. Вызванное рубками ухода увеличение средних диаметров на высоте 1,3 м у оставленных на доращивание деревьев способ-

ствует повышению их устойчивости против огня потенциальных низовых пожаров, а обрезка нижних сучьев на высоту 2,5–3 м не только уменьшает массу напочвенных горючих материалов, но и способствует созданию эстетически привлекательных рекреационных насаждений с хорошей просматриваемостью.

6. Максимальный лесоводственный эффект в 15-летних искусственных березовых насаждениях санитарно-защитной зоны г. Нурсултан позволяют обеспечить рубки ухода высокой (25% и более) интенсивности по запасу, выполняемые по низовому методу.

Список литературы / References

1. Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Азбаев Б.О. Аккумуляция тяжелых металлов в листьях защитных насаждений зеленого пояса г. Астаны // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2013. Т. XVI. С. 53–57.

Kenbaeva B.A., Kenbaev E.J., Atbaev B.O. Heavy metal accumulations in the leaves of protective plantings of the green belt of Astana // Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rasteniy. 2013. Vol. XVI. P. 53–57 (in Russian).

2. Залесов С.В., Данчева А.В., Эбель А.В., Эбель Е.И. Лесоводственная эффективность рубок ухода в сосняках Казахского мелкосопочника // Лесной журнал. 2016. № 3 (351). С. 21–30. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.2.21.

Zalesov S.V., Dancheva A.V., Ebel A.V., Ebel E.I. Silvicultural Effectiveness of Improvement Cutting in the Pine Forests of Kazakh Upland // Lesnoy zhurnal (Forestry journal). 2016. № 3 (351). P. 21–30 (in Russian).

3. Данчева А.В., Залесов С.В. Влияние рубок ухода на состояние средневозрастных сосняков искусственного происхождения // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (38). С. 103–107.

Dancheva A.V., Zalesov S.V. Thinning effect on the state of middle-aged artificial pine forest stands // Vestnik Bashkir State Agrarian University. 2016. № 2(38). P. 103–107 (in Russian).

4. Минин Н.С., Захаров А.Ю. Рост сосняков искусственного происхождения под влиянием рубок ухода // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2013. № 6. С. 60–64.

Minin N.S., Zakharov A.Yu. Growth of artificial pine stands under the influence of thinning // Proceeding of Petrozavodsk state University. 2013. №. 6. P. 60–64 (in Russian).

5. Зарубина Л.В. Структура и форма кроны сосны в осушенном сосняке кустарничково-сфагновом при разном световом режиме // Молочнохозяйственный вестник. 2014. № 1 (13). С. 20–26.

Zarubina L.V. Structure and form of spruce crown in drained spruce stand of shrubby-sphagnum in different light regime // Molochnokhoyzaistvenny vestnik (The Dairy Farming Bulletin). 2014. № 1 (13). P. 20–26 (in Russian).

6. Лохматов Н.А. О перестройке крон дуба в очагах его усыхания от неблагоприятных условий // Лесоводство и агролесомелиорация. 1981. Вып. 59. С. 21–25.

Lohmatov N.A. On the restructuring of crowns oak in the centers of its desiccation from the adverse conditions // Forestry and agroforestry. 1981. Vol. 59. P. 21–25 (in Russian).

7. Nakajima H., Kume A., Ishida M., Ohmiya T., Mizoue N. Evaluation of estimates of crown condition in forest monitoring: comparison between visual estimation and automated crown image analysis. Annals of Forest Science. 2011. Vol. 68. Issue 8. P. 1333–1340. DOI: 10.1007/s13595-011-0132-9.

8. Портянко А.В., Жолдыбаева М.Х. Разделение лесных массивов по категориям ландшафта и их морфометрические

показатели // Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана. 2011. № 4. С. 40–43.

Portyanko V.A., Zholdybaeva M.H. Forests compartmentations in categories of landscape and morphometric parameters // Vestnik Sel'skokhozyaystvennykh nauk Kazakhstana. 2011. № 4. P. 40–43 (in Russian).

9. Справочник по таксации лесов Казахстана / составители: А.А. Макаренко, П.М. Лагунов, Б.Е. Харитонов, Е.И. Шевчук, В.М. Кричун, Т.Х. Токмурзин. Алма-Ата: Кайнар, 1980. 313 с.

Kazakhstan forest inventory handbook / compilers: A.A. Makarenko, P.M. Lagunov, B.E. Kharitonov, E.I. Shevchuk, V.M. Krichun, T.H. Tokmurzin. Alma-Ata: Kainar, 1980. 313 p. (in Russian).

10. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.

Alekseev V.A. Diagnosis of damage to trees and forest stands at air pollution and assessment of their living conditions // Lesovedeniye. 1989. № 4. P. 51–57 (in Russian).

11. Осипенко А.Е., Ананьев Е.М., Шубин Д.А. Динамика роста искусственных сосняков в высоту и по диаметру на юге Алтайского края // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2017. № 3 (48). С. 61–69.

Osipenko A.E., Ananyev E.M., Shubin D.A. Dynamics of artificial pine stands height and diameter growth in the south of Altai krai // Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova. 2017. № 3 (48). P. 61–69 (in Russian).

12. Залесов С.В., Данчева А.В., Муканов Б.М., Эбель А.В., Эбель Е.И. Роль рубок ухода в повышении пожароустойчивости сосняков Казахского мелкосопочника // Аграрный вестник Урала. 2013. № 6 (112). С. 64–67.

Zalesov S.V., Gancheva A.V., Mukanov B.M., Ebel A.V., Ebel E.I. The Role of thinning in increasing the fire resistance of pine forests Kazakh upland // Agrarnyy vestnik Urala. 2013. № 6 (112). P. 64–67 (in Russian).