

УДК 630*231.32

ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА В ВЯЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА КОЭФФИЦИЕНТ НАПРЯЖЕННОСТИ РОСТА

В. К. ПАНКРАТОВ – магистр кафедры лесоводства*;
научный сотрудник**,
e-mail: pankratov93_1993@mail.ru

И. А. ПАНИН – кандидат сельскохозяйственных наук,
старший преподаватель кафедры лесоводства*,
e-mail: Paninia@m.usfeu.ru
ORCID: 0000-0002-7798-3442

Л. В. ЗАРУБИНА – доктор сельскохозяйственных наук,
доцент***,
e-mail: liliy2709@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6949-8607

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37,
тел. 8-343-254-63-24

** ТОО «Казахский научно-исследовательский институт
лесного хозяйства и агролесомелиорации»;
021704, Акмолинская область, г. Щучинск-4, ул. Кирова, 58

*** ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия»;
1, 60555, Вологодская обл., с. Молочное, ул. Шмидта, 2

Рецензент: Понамарёв В. И., доктор биологических наук, ФГБОУ науки «Ботанический сад» УрО РАН.

Ключевые слова: вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.), искусственные насаждения, рекреация, рубки ухода, состояние древостоев.

Исследовано состояние 21-летних искусственных насаждений вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.), пройденных рубками ухода различной интенсивности в 14-летнем возрасте. Насаждения созданы в зеленой зоне г. Нур-Султана Республики Казахстан. В качестве основных показателей состояния вязовых насаждений были использованы значения относительного жизненного состояния и комплексного оценочного показателя (коэффициента напряженности роста). Исследования проводились на двух постоянных пробных площадях (ППП), включающих 12 секций. В ходе исследований установлено, что, несмотря на жесткие аридные условия, выражающиеся в недостатке осадков и высоких летних температурах, искусственные вязовые насаждения, произрастающие в зеленой зоне г. Нур-Султана, характеризуются хорошим состоянием. Рубки ухода не оказали существенного влияния на показатели оценки относительного жизненного состояния и комплексного оценочного показателя, поскольку древостои всех секций характеризуются как здоровые. Отмечается лишь тенденция к повышению устойчивости насаждений на секциях, где проводились рубки ухода. Учитывая важное значение коэффициента напряженности роста для планирования лесоводственных мероприятий, рекомендуем разработать шкалу значений данного показателя для искусственных вязовых насаждений разного возраста для района исследований.

INFLUENCE OF LOGGING IN ELM STANDS ON THE COEFFICIENT OF GROWTH INTENSITY

V. K. PANKRATOV – magister of forestry chair*,
research fellow**

I. A. PANIN – cand. of agric sciences, oberlehrer of forestry chair*,
e-mail: paninia@m.usfeu.ru
ORCID ID: 0000-0002-7798-3442

L. V. ZARUBINA – doctor of agricultural sciences, associate professor***,
e-mail: liliy2709@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6949-8607

* FSBEE HE «Ural state forest engineering university»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37,
phone: 8 (343) 221-21-00

** TOO «Kazakh Research Institute of forestry and agroforestry» ;
021704, Akmola region, Shchuchinsk-4, Kirova str., 58.

*** Vologda state dairy academy;
1, 60555, Vologda region, Molochnoye village, Schmidt Str., 2

Reviewer: V. I. Ponamarev, doctor of biological Sciences, Botanic garden of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences.

Keywords: squat elm (*Ulmus pumila* L.), artificial plantings, recreation, logging, state of stands.

The state of 21-year-old artificial plantings of squat elm (*Ulmus pumila* L.), which were cut down by care of various intensities at the age of 14, was studied. Plantings were created in the green zone of Nur Sultan, Republic of Kazakhstan. As the main indicators of the state of elm stands, the values of the relative life state and the complex estimated indicator (growth intensity coefficient) were used. The research was carried out on two permanent test areas (SPS), including 12 sections. In the course of research, it was found that, despite the harsh arid conditions, which are expressed in a lack of precipitation and high summer temperatures, artificial elm stands growing in the green zone of Nur Sultan are characterized by good condition. The care cuttings did not have a significant impact on the indicators of the relative life status assessment and the integrated assessment indicator, since the stands of all sections are characterized as healthy. There is only a tendency to increase the stability of plantings in the sections where logging was carried out. Given the importance of the growth intensity coefficient for planning forestry activities, it is recommended to develop a scale of values for this indicator for artificial elm stands of different ages for the research area.

Введение

Исследования, посвященные влиянию густоты на рост и производительность древостоев, имеют длительную историю. Еще в ранних работах Г. Ф. Морозова и Г. Р. Эйтингена (1904–1916 гг.) были отмечены некоторые тенденции изменения продуктивно-

сти стволовой древесины в естественных древостоях различной густоты [1, 2]. В дальнейшем указанные исследования были продолжены [3, 4]. Однако основное количество научных публикаций посвящено вопросам влияния густоты на производительность естественных древостоев, тогда

как влияние ее на искусственные древостои изучено значительно меньше [5–7]. Кроме того, исследования касались преимущественно основных пород-лесообразователей, а насаждения из древесных пород, занимающих незначительную площадь лесного фонда, практически не изучались.

В то же время установление оптимальной густоты при выращивании как искусственных, так и естественных насаждений имеет очень важное значение. В частности, проектируя рубки ухода, мы прежде всего регулируем густоту древостоев [8, 9]. Кроме того, только зная закономерности изменения густоты древостоев на начальном этапе их формирования, можно правильно установить густоту посадки лесных культур [10].

В лесах рекреационного назначения на первый план выходят задачи установления густоты древостоев, обеспечивающей максимальную рекреационную устойчивость и привлекательность [11]. Последнее свидетельствует о необходимости определения критериев устойчивости древостоев в насаждениях различного породного состава и густоты по конкретным лесорастительным регионам.

В Республике Казахстан, где лесистость не превышает 4,7 %, выращивание устойчивых лесных насаждений особенно важно. Кроме того, следует учитывать, что значительная часть искусственных насаждений Республики Казахстан произрастает в жестких аридных условиях при недостатке влаги на далеко не всегда лесопригодных почвах. Так, в частности, очень важно обеспечить устойчивость и рекреационную привлекательность в зеленой зоне г. Нур-Султана, где древесная растительность ранее практически не произрастала.

Целью выполненных исследований являлось установление

влияния рубок ухода в вязовых насаждениях на устойчивость древостоев по показателю коэффициента напряженности роста.

Объекты и методы исследования

Исследования эффективности рубок ухода в вязовых насаждениях производились на территории ТОО «Астана Орманы». Вязовые насаждения были созданы посадкой лесных культур в 1999 г. На момент проведения наших исследований биологический возраст искусственных насаждений составлял 21 год. Специфической особенностью исследуемых вязовых насаждений являлся тот факт, что в 2013 г. в них были проведены рубки ухода различной интенсивности и заложены постоянные пробные площади для изучения их эффективности [12].

Постоянные пробные площади (ППП) были заложены в соответствии с общепринятыми методиками и ОСТАми [13–15]. Для оценки влияния рубок ухода различной интенсивности на каждой ППП устанавливался коэффициент напряженности роста (КНР). Последний рассчитывался по формуле [17–19]

$$\text{КОП} = \frac{H \cdot 100}{G_{1,3}},$$

где КОП – комплексный оценочный показатель (коэффициент напряженности роста), см/см²; H – средняя высота древостоя, м; G_{1,3} – площадь поперечного сечения среднего дерева на высоте 1,3 м, см².

Дополнительно производилась оценка жизненного состояния деревьев вяза приземистого по методике В. А. Алексеева [20]. Расчет жизненного состояния всего древостоя производился по формуле

$$Ln = \frac{(100xn_1 + 70xn_2 + 40xn_3 + 5xn_4)}{N},$$

где Ln – относительное жизненное состояние, рассчитанное по количеству деревьев; n₁ – число здоровых; n₂ – ослабленных; n₃ – сильно ослабленных; n₄ – отмирающих деревьев лесообразователя на ПП (или 1 га), шт; N – общее количество деревьев (включая сухостой) на ПП или 1 га, шт.

При показателе 100–80 % жизненное состояние всего древостоя и отдельных деревьев оценивалось как «здоровое», при 79–50 % древостой считался поврежденным (ослабленным), при 49–20 % – сильно поврежденным (сильно ослабленным), при 19 % и ниже – полностью разрушенным.

Для оценки влияния рубок ухода различной интенсивности КНР рассчитывался в древостоях ППП, имеющих одинаковый возраст и произрастающих в близких лесорастительных условиях. Для анализа были использованы ППП 3 и 4 со свежими лесорастительными условиями.

Результаты и их обсуждение

Район проведения исследований характеризуется специфическими климатическими условиями.

Особенности климатических условий места произрастания

показывают климатограммы (рис. 1), построенные по данным метеостанций за 2019 г.

Из климатограмм следует, что температурный режим исследуемого участка достигает своего максимума в июле, а минимума в феврале. Среднегодовое количество осадков изменяется в зависимости от месяца, максимум осадков, по данным 2019 г., наблюдается в июне, минимум осадков – в январе.

Вмешательство в структуру древостоев рубками ухода приводит к изменению не только густоты древостоев, но и других таксационных показателей [21–24]. Логично, что изменения будут проявляться и при проведении рубок ухода в вязовых насаждениях.

В ходе исследований установлено различие значений средних диаметров на секциях ППП 3 и ППП 4. Так, на ППП 3 значения средних диаметров на секциях составляют: секция А – $8,2 \pm 0,2$ см; секция Б – $9,9 \pm 0,2$ см; секция В – $10,1 \pm 0,2$ см; секция Г – $10,3 \pm 0,2$ см; секция Д – $9,2 \pm 0,2$ см и секция Е – $10,6 \pm 0,2$ см.

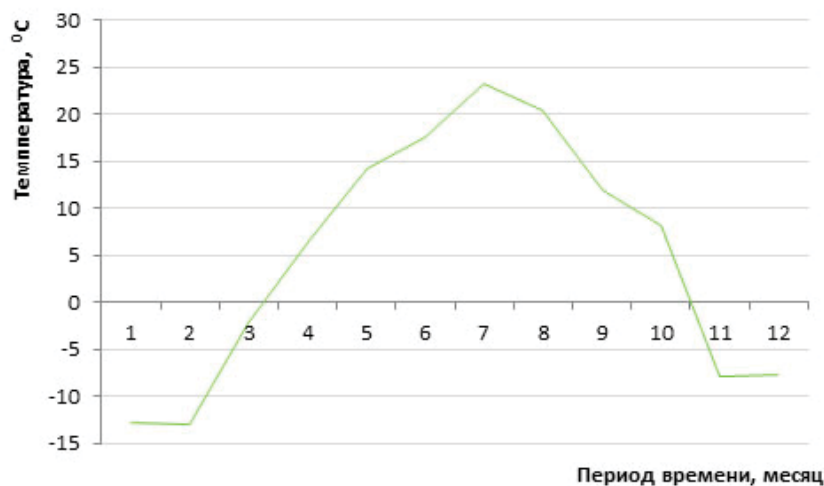
Значения средних диаметров на ППП 4 составляют: секция А – $10,0 \pm 0,2$ см, секция Б – $12,1 \pm 0,2$ см; секция В – $10,7 \pm 0,2$ см; секция Г – $10,9 \pm 0,2$ см; секция Д – $10,2 \pm 0,2$ см и секция Е – $10,4 \pm 0,2$ см.

Внешний вид насаждений вяза приземистого, приведенных на рис. 2–3, наглядно свидетельствует, что данные насаждения, произрастающие в зеленой зоне г. Нур-Султана, находятся в хорошем состоянии. Последнее под-

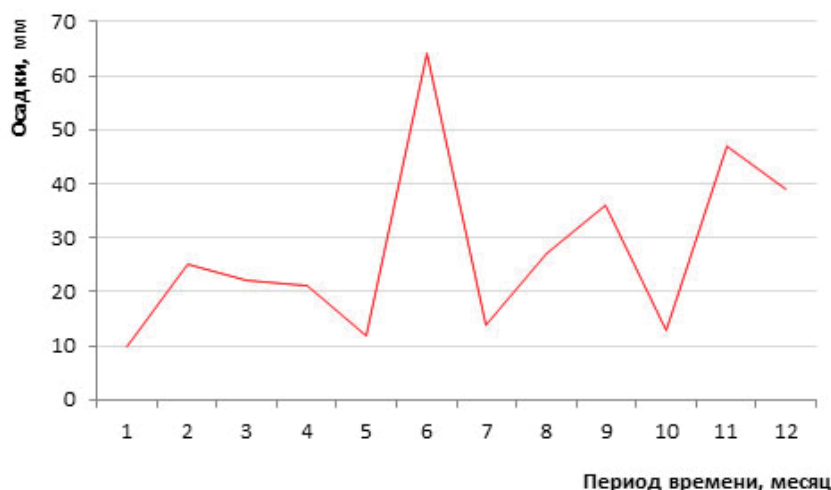
тверждается также значениями коэффициентов жизненного состояния и комплексного оценочного показателя (табл. 1).

Материалы, приведенные в табл. 1, свидетельствуют, что 21-летние насаждения вяза приземистого как на контрольных секциях, так и на секциях, пройденных рубками ухода, ха-

рактеризуются очень высокими значениями относительного жизненного состояния. На ППП 3 эти значения варьируются по секциям от 95 до 99 %, а на ППП 4 – от 94,2 до 100 %. В соответствии с приведенной ранее градацией все указанные древостои можно отнести к здоровым. При этом на секциях, где проводились рубки



а



б

Рис. 1. Климатограммы мест роста ценозов искусственного происхождения зелёного пояса г. Нур-Султана:
а – осадки, б – температура

Fig 1. Climatograms of places of growth of cenoses of artificial origin of the green belt Nur-Sultan:
a – precipitation, b – temperature



Рис. 2. Внешний вид искусственных вязовых насаждений, пройденных рубками ухода
Fig. 2. Appearance of artificial elm plantations, thinned



Рис. 3. Вязовое насаждение без рубки ухода
Fig. 3. Elm stand without thinning

Таблица 1

Table 1

Значения показателей состояния вязовых насаждений, произрастающих в зеленой зоне г. Нур-Султана
Values of indicators of the state of elm plantations growing in the green zone of Nur Sultan

№ ППП № PPP	Интенсивность рубки, % Felling intensity, %	Индекс секции Section index	Показатели Indicators	
			Ln, %	КОП, см/см ²
3	0	А	99,0	8,9
	22	Б	95,0	5,6
	32	В	98,0	6,2
	60	Г	96,3	6,3
	25	Д	98,9	8,0
	55	Е	98,9	5,3
4	0	А	94,2	5,9
	22	Б	95,5	4,2
	32	В	100,0	5,5
	60	Г	98,8	5,1
	25	Д	100,0	6,0
	55	Е	97,9	5,6

ухода, показатели относительно-го жизненного состояния выше таковых на контроле. Однако в данном случае речь идет не о закономерности, а лишь о тенденции.

Как было отмечено ранее, важным показателем, характеризующим состояние древостоев, является комплексный оценочный показатель (КОП), или коэффициент напряженности роста. В ходе исследований вязовых насаждений, произрастающих в зеленой зоне г. Нур-Султана, установлено, что значения КОП на секциях ППП 3 варьируются от 5,3 до 8,9 см/см². На ППП размах значений КОП по секциям составляет от 4,2 до 6,0. К сожалению, для вязовых насаждений отсутствуют шкалы, характеризующие значения комплексного оценочного показателя. Сопос-

тавление значений относительно-го жизненного состояния и КОП позволяет сделать вывод, что для 21-летних древостоев вяза приземистого значения КОП от 4,2 до 8,9 см/см² являются близкими к оптимальным. В то же время важное значение КОП для научно обоснованного назначения рубок ухода вызывает необходимость разработки вышеуказанной шкалы для древостоев разного возраста.

Выводы

1. Насаждения вяза приземистого в условиях зеленой зоны г. Нур-Султана при недостатке осадков и высоких летних температурах до 21-летнего возраста прекрасно себя чувствуют.

2. Проведение рубок ухода, направленных на увеличение площади роста за счет снижения

густоты древостоев в 14-летнем возрасте, не оказывает существенного влияния как на показатели значения относительно-го жизненного состояния, так и комплексного оценочного показателя.

3. Древостои всех 12 обследованных секций характеризуются как здоровые при значениях относительного жизненного состояния от 94,2 до 100 %.

4. Значения КОП варьируются по секциям от 4,2 до 8,9 см/см². Сопоставление значений относительного жизненного состояния и КОП позволяет утверждать, что указанные значения КОП близки к оптимальным.

5. Учитывая важное практическое значение КОП, следует разработать шкалу оценки КОП для вязовых насаждений района исследований.

Библиографический список

1. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. – Изд. 7-е. – М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1949. – 456 с.
2. Эйтинген Г. Р. Избранные труды. – М. : Лесн. пром-сть, 1962. – 478 с.
3. Нагимов З. Я. Закономерности строения и роста сосновых древостоев и особенности рубок ухода в них на Среднем Урале : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Нагимов З. Я. – Свердловск, 1984. – 24 с.
4. 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, 2015. – 221 с.
5. Осипенко А. Е., Залесов С. В. Производительность искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / ИВУЗ. Лесной журнал. – 2018. – № 2. – С. 33–40.
6. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С. В. Залесов, О. В. Толкач, И. А. Фрейберг, Н. Ф. Черноусова // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 9. – С. 42–47.
7. Искусственное лесовосстановление вокруг г. Астаны / С. В. Залесов, Б. О. Азбаев, А. В. Данчева, А. Н. Рахимжанов, М. Р. Ражанов, Ж. О. Суюндиков // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – URL: www.Science-education.ru/118-13438
8. Залесов С. В., Луганский Н. А. Проходные рубки в сосняках Урала. – Свердловск : Изд-во Урал. ун-та, 1989. – 128 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 // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 6 (112). – С. 64–68.

10. Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале / В. Н. Данилик, Р. П. Исаева, Г. Г. Терехов, И. А. Фрейберг, С. В. Залесов, В. Н. Луганский, Н. А. Луганский. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. – 117 с.
11. 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.
12. Опыт проведения рубок ухода в искусственных вязово-кленовых насаждениях Северного Казахстана / В. К. Панкратов, А. В. Данчева, С. В. Залесов, Е. П. Платонов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2020. – № 1. – С. 92–98.
13. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустойчивые. Метод закладки. – М. : ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. – 60 с.
14. Фомин В. В., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Методики оценки густоты подроста и древостоев при зарастании сельскохозяйственных земель древесной растительностью с использованием космических снимков высокого пространственного разрешения // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 1 (131). – С. 25–29.
15. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – 90 с.
16. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.
17. Данчева А. В., Залесов С. В. Использование комплексного оценочного показателя при оценке состояния сосняков Государственного лесного природного резервата «Семей орманы» // Известия СПб ЛТА. – 2016. – № 215. – С. 20–54.
18. Данчева А. В., Залесов С. В. Использование комплексного оценочного показателя в оценке состояния рекреационных сосняков Баянаульского ГНПП // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 7 (141). – С. 51–61.
19. Данчева А. В., Залесов С. В. Использование комплексного оценочного показателя для оценки состояния рекреационных сосняков ГНПП «Бурабай» // Бюллетень науки и практики. – 2016. – № 3 (4). – С. 45–55.
20. Алексеев В. А. Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л. : Наука, 1990. – С. 38–53.
21. Данчева А. В., Залесов С. В. Взаимосвязь параметров ассимиляционного аппарата деревьев с коэффициентом напряженности роста в сосняках Баянаульского ГНПП // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – № 3. – С. 4–12.
22. Рубки ухода в производных мягколиственных молодняках как способ формирования сосняков на Южном Урале / С. В. Залесов, Н. А. Луганский, В. А. Бережнов, Е. С. Залесова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4. – С. 118–120.
23. Рубки ухода / С. В. Залесов, Н. А. Луганский, Н. Н. Теринов, В. А. Щавровский. – Екатеринбург : Урал. лесотехн. ин-т, 1993. – 112 с.
24. The effect of different intensity of thinning on the development in scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Kazakh Uplands / A. V. Ebel, Y. I. Ebel, S. V. Zalesov, S. Agan // Alinteri Journal of Agriculture sciences. – 2019. – 34 (2). – 182–187. Doi 10.28955/alinterizbd.

Bibliography

1. Morozov G. F. The doctrine of the forest. – Ed. 7th. – Moscow ; Leningrad : Goslesbumizdat, 1949. – 456 p.
2. Eitingen G. R. Selected Works. – Moscow : Lesn. prom-st, 1962. – 478 p.
3. Nagimov Z. Ya. patterns of structure and growth of pine forest stands and features of thinning in them in the Middle Urals : author. dis. ... Cand. s.-kh. sciences. – Sverdlovsk, 1984. – 24 p.

4. Influence of completeness and density on the growth of pine forest stands of the Kazakh melkosopochnik and the efficiency of thinning in them / A. V. Ebel and E. I. Ebel, S. V. Zalesov, B. M. Mukanov. – Yekaterinburg : Ural. state forestry engineering. un-t, 2015. – 221 p.
 5. Osipenko A. E., Zalesov S. V. Productivity of artificial pine forests in the belt pine forests of the Altai Territory // *IVUZ. Forest Journal*. – 2018. – No. 2. – P. 33–40.
 6. Experience in the creation of forest cultures on salt licks with good forest suitability / S. V. Zalesov, O. V. Tolkach, I. A. Freiberg, N. F. Chernousova // *Ecology and Industry of Russia*. – 2017. – T. 21. – No. 9. – P. 42–47.
 7. Artificial reforestation around Astana city / S. V. Zalesov, B. O. Azbaev, A. V. Dancheva, A. N. Rakhimzhanov, M. R. Razhanov, Zh. O. Suyundikov // *Modern problems of science and education*. – 2014. – No. 4. – URL: www.Science-education.ru/118-13438
 8. Zalesov S. V., Lugansky N. A. Continuous cuttings in the pine forests of the Urals. – Sverdlovsk : Ural Publishing House. University, 1989. – 128 p.
 9. The role of thinning in improving the fire resistance of pine forests of the Kazakh Upland / 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. Recommendations for reforestation and afforestation in the Urals / V. N. Danilik, R. P. Isaeva, G. G. Terekhov, I. A. Freiberg, S. V. Zalesov, V. N. Lugansky, N. A. Lugansky. – Yekaterinburg : Ural. state forestry engineering acad., 2001. – 117 p.
 11. Bunkova N. P., Zalesov S. V. Recreational stability and capacity of pine plantations in the forest parks of Yekaterinburg. – Yekaterinburg : Ural. state forestry engineering un-t, 2016. – 124 p.
 12. Experience of thinning in artificial elm-maple plantations of Northern Kazakhstan / V. K. Pankratov, A. V. Dancheva, S. V. Zalesov, E. P. Platonov // *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy*. V. R. Filippova. – 2020. – No. 1. – P. 92–98.
 13. OST 56-69-83. Forest inventory test plots. Laying method. – Moscow : TsBNTI Gosleskhoza USSR, 1983. – 60 p.
 14. Fomin V. V., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Methods for assessing the density of undergrowth and forest stands during overgrowing of agricultural lands with woody vegetation using satellite images of high spatial resolution // *Agrarian Bulletin of Ural*. – 2015. – No. 1 (131). – P. 25–29.
 15. Fundamentals of phytomonitoring / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. G. Magasumova, R. A. Osipenko. – Yekaterinburg : Ural. state forestry engineering un-t, 2020. – 90 p.
 16. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Environmental monitoring of recreational forest plantations. – Yekaterinburg : Ural. state forestry engineering un-t, 2015. – 152 p.
 17. Dancheva A. V., Zalesov S. V. The use of a comprehensive assessment indicator in assessing the state of pine forests of the State Forest Natural Reserve «Semey Ormany» // *Izvestia SPb LTA*. – 2016. – No. 215. – P. 20–54.
 18. Dancheva A. V., Zalesov S. V. The use of a complex assessment indicator in assessing the state of the recreational pine forests of the Bayanaul State Research and Production Enterprise // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. – 2016. – No. 7 (141). – P. 51–61.
 19. Dancheva A. V., Zalesov S. V. The use of an integrated assessment indicator to assess the state of recreational pine forests of the State Scientific and Production Enterprise «Burabay» // *Bulletin of Science and Practice*. – 2016. – No. 3 (4). – P. 45–55.
 20. Alekseev V. A. Diagnosis of damage to trees and forest stands during atmospheric pollution and assessment of their life state // *Forest ecosystems and atmospheric pollution*. – Leningrad : Nauka, 1990. – P. 38–53.
 21. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Interrelation of the parameters of the assimilation apparatus of trees with the coefficient of growth intensity in pine forests of the Bayanaul State Research and Production Enterprise // *Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry*. – 2017. – No. 3. – P. 4–12.
-