

УДК 630*64: 630*24

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.86

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ – ЗАДАЧА ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

О.И. Антонов, канд. с.-х. наук, доц.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия, 194021;
e-mail: woodfm@mail.ru

Правильно организованное лесное хозяйство в своей основе содержит такое понятие, как цикл лесовыращивания. Цель этого хозяйства – производство древесины высокого качества. В правильно выстроенных рыночных лесных отношениях лес на корню является товаром. При соблюдении этих условий ведение лесного хозяйства способно приносить доход собственнику лесов. Продуктивность и товарность насаждений можно повысить регулярными, своевременно проводимыми интенсивными рубками ухода и внесением минеральных удобрений, улучшить качество формируемой древесины – обрезкой ветвей у отобранных для дальнейшего выращивание деревьев. Эти три лесоводственных приема составляют комплексный уход за лесом. Рентабельность лесовыращивания во многом определяется рубками ухода, проводимыми в молодняках и средневозрастных древостоях. Основная цель этих рубок заключается в формировании состава выращиваемого насаждения, оптимизации его густоты и пространственного размещения деревьев. Коммерческие рубки ухода позволяют заготавливать ликвидную древесину и получать дополнительный доход. Улучшения свойств производимой древесины можно добиться в результате проведения многократной обрезки ветвей. В странах с развитым лесным хозяйством она считается необходимой мерой ухода за лесом и почти классическим примером выгоды капиталовложений. 30-летними исследованиями установлено, что в результате своевременно выполняемой 3-приемной обрезки ветвей, проводимой в сочетании с регулярным разреживанием древостоев, формируется высококачественная бессучковая древесина, стоимость которой в 4–10 раз выше обычной. При распиловке такой древесины получают пиломатериалы отборного сорта и различные спецсортименты (резонансные, авиационные), при лущении или строгании – высококачественный фанерный шпон. В связи с этим обрезка ветвей должна стать обязательным мероприятием как средство перспективного капиталовложения. Неоднократное удобрение древостоев повышает их продуктивность, которая отмечается на протяжении 10 лет и более. Ежегодный дополнительный прирост древесины составляет от 1,5 до 2,0 м³/га. Увеличивается актуальное плодородие почвы, что приводит к интенсивному биокруговороту элементов питания, ускорению восстановительных процессов в фитоценозе и в его структурных компонентах.

Ключевые слова: комплексный уход за лесом, рубки ухода, обрезка ветвей, удобрение древостоев, качество древесины, правильное лесное хозяйство.

Для цитирования: Антонов О.И. Повышение качественной продуктивности насаждений – задача интенсивного лесного хозяйства // Лесн. журн. 2017. № 1. С. 86–94. (Изд. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.86

Необходимость ведения интенсивного лесного хозяйства становится все более очевидной проблемой, обусловленной в первую очередь его низкой рентабельностью. Для повышения экономической ценности лесных ресурсов и получения долгосрочного конкурентного преимущества требуется создание продукции с добавочной стоимостью.

Одна из задач правильного лесного хозяйства [15] как основы лесного сектора экономики заключается в получении максимально возможного и стабильного лесного дохода, который обеспечивается, в том числе, и за счет повышения качественной продуктивности насаждений в процессе интенсивного лесовыращивания. Это касается улучшения количественных и качественных параметров всего древостоя и каждого дерева в отдельности, а также свойств производимой древесины, которые служат базой для успешной работы различных отраслей лесопромышленного комплекса (лесозаготовительной, деревообрабатывающей, мебельной, целлюлозно-бумажной). Такие показатели, как сучковатость, плотность древесины, длина волокна и другие, влияют на качество конечной продукции и ее себестоимость.

Улучшить качество формируемой древесины у отобранных для дальнейшего выращивания деревьев можно многократной обрезкой ветвей, продуктивность и товарность насаждений можно повысить регулярными, своевременно проводимыми интенсивными рубками ухода и внесением минеральных удобрений. Эти три лесоводственных приема составляют комплексный уход за лесом (рис. 1).



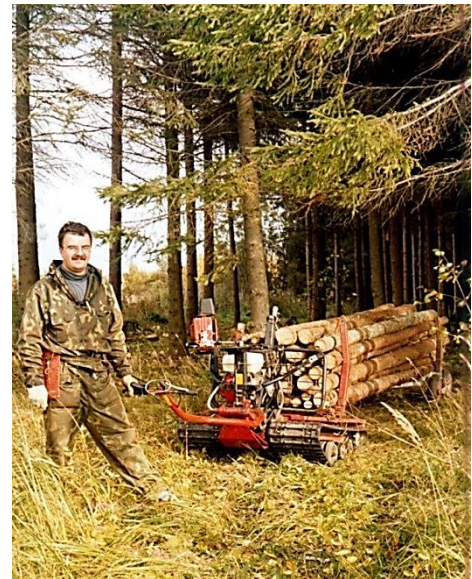
Рис. 1. Культуры ели европейской после проведения комплексного ухода (Орлинское участковое лесничество Гатчинского лесничества, квартал 105; 2016 г.)

Одним из основных мероприятий, определяющих рентабельность всего цикла лесовыращивания, являются рубки ухода в молодняках I класса возраста, или некоммерческие рубки ухода, которые проводятся в насаждениях до 20 лет. Основная цель этих рубок – формирование состава, оптимизация густоты и пространственного размещения деревьев в формируемом насаждении. Такие рубки являются затратными, так как получение ликвидной древесины в таком возрасте невозможно.

Некоммерческие рубки ухода требуются как в лесных культурах, так и в естественных молодняках. Причем посадка лесных культур без проведения в дальнейшем рубок ухода не имеет смысла.

Рубки ухода в молодняках II класса возраста и средневозрастных насаждениях (коммерческие рубки) также сводятся к оптимизации густоты и пространственного размещения деревьев, но при этом заготавливается ликвидная древесина, которая может быть реализована на свободном рынке лесоматериалов. Проведение коммерческих рубок ухода позволяет получать доход от лесовыращивания намного раньше окончательной рубки, увеличивая оборот денежных средств. При выполнении таких рубок возможно использование малогабаритной трелевочной техники (рис. 2).

Рис. 2. Транспортировка древесины с использованием мини-трактора «Железный конь» JH 129 PRO (Швеция)



После обязательных разреживаний древостоев для получения максимального дохода от лесовыращивания необходимо проводить еще два дополнительных лесохозяйственных приема: многократную обрезку ветвей у перспективных деревьев и внесение азотных удобрений.

Обрезка ветвей как средство борьбы с главным пороком древесины – сучковатостью – известна с давних времен. Еще римляне более 2 тыс. лет

назад говорили об обрезке сучьев у плодовых деревьев как о давнем для той эпохи техническом улучшении. Лукреций (I в. до н. э.) и Теофраст (IV–III вв. до н. э.) называли обрезку ветвей одним из приемов более тонкого ухода за деревьями в лесу [14]. О пользе обрезки высказывался и римский архитектор Марк Витрувий (I в. до н. э.) [2].

Выращивать высококачественные лесоматериалы с применением обрезки ветвей начали английские ученые в XVII в. Этой проблеме большое внимание уделяли лесоводы Германии, Швеции, Финляндии, Швейцарии, США и Японии. В XX в. обрезка получает наибольшее распространение в промышленно развитых странах, где она считается необходимой мерой ухода за лесом [16, 19, 21, 22] и является почти классическим примером выгоды капиталовложений [17]. В Финляндии такие работы ежегодно проводятся на площади 2...4 тыс. га и оцениваются примерно в 2 млн евро. За 1983–2013 гг. уходом с обрезкой ветвей пройдено 166,4 тыс. га [18].

В России первые опыты по обрезке ветвей осуществлены в корабельных дубовых лесах под руководством форстмейстеров М. Зельхера и И. Валентина (учеников известного лесовода Ф.Г. Фокеля) в середине XVIII в. на территории, занимаемой в настоящее время Республиками Чувашия, Марий Эл и Татарстан. Было обработано свыше 100 тыс. деревьев [2]. К сожалению, в дальнейшем обрезка ветвей в России не получила широкого практического распространения и проводилась лишь в опытных целях.

По результатам долгосрочных экспериментов сотрудниками лаборатории лесовосстановления Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства (СПбНИИЛХ) была разработана технология выращивания высококачественной древесины хвойных и лиственных пород [1, 11], которая предусматривала отбор насаждений и перспективных деревьев, установление таких параметров, как количество деревьев на 1 га, интенсивность обрезки, количество приемов, сроки и правила проведения работ, необходимый инструмент и др.

В целях разработки данной технологии подбирали 15–40-летние культуры и естественные древостои сосны, ели и березы Ia-II классов бонитета. Обрезку ветвей различной интенсивности проводили до высоты 4,0...7,5 м с использованием ручной штанговой пилы и специальной вилки конструкции СПбНИИЛХ. Также был поставлен опыт механизированной обрезки ветвей в культурах ели до высоты 13,0 м (для получения двух стандартных бревен) с применением сучкорезной машины KS-31 (Германия).

30-летними исследованиями установлено, что в результате своевременной выполняемой 3-приемной обрезки ветвей, проводимой в сочетании с регулярным разреживанием древостоев, формируется высококачественная бессучковая древесина. Последующая распиловка такой древесины позволяет получать пиломатериалы отборного сорта и различные спецсортименты (резонансные, авиационные), при лущении или строгании – высококачественный фанерный шпон.

Автором данной статьи были изучены свойства древесины ели, сформировавшейся после обрезки ветвей до высоты 7,0 м, проведенной в Сиверском опытном лесхозе под руководством проф. А.В. Давыдова в 1929 г. Было установлено, что в результате 60-летнего выращивания образовавшаяся древесина имеет довольно высокие предел прочности при сжатии вдоль волокон и ударную вязкость, значения которых превосходят стандартные, а также обладает резонансными свойствами: среднее значение акустической константы – $11,4 \text{ м}^4/\text{кгс}$.

Резонансная древесина является дорогим и остродефицитным материалом. В России стоимость 1 м^3 резонансного пиломатериала составляет 60...70 тыс. р., за рубежом – до 150 тыс. долл. США [20]. Сочетая обрезку ветвей умеренной интенсивности с рациональной густотой древостоя, можно целенаправленно выращивать резонансную древесину для производства музыкальных инструментов.

Процесс формирования ценной дорогостоящей древесины можно сравнить с технологией превращения алмазов в бриллианты, а само выполнение таких работ – с хирургической операцией, которая требует достаточно серьезной квалификации исполнителя.

При анализе хода роста модельных деревьев в 80-летних культурах ели (класс бонитета Ia) был сделан расчет возможного прироста объема высококачественной бессучковой древесины в результате своевременного проведения обрезки ветвей [1]. Установлено, что к возрасту рубки запас такой древесины достигнет $150...180 \text{ м}^3/\text{га}$. В связи с тем, что она оценивается гораздо выше, чем обычная, обрезка ветвей при лесовыращивании должна стать обязательной как средство перспективного капиталовложения. Это становится актуальным в связи с арендой участков лесного фонда на 49 лет и возможностью ее продления.

Вопрос о влиянии удобрений на повышение продуктивности насаждений и качество выращиваемой древесины нашел отражение в работах различных авторов [3–10, 12, 13]. Внесение азотных удобрений сказывается положительно на изменения в эдафотопе – повышается биологическая активность и уровень актуального плодородия почвы, что сопровождается интенсификацией биокруговорота элементов питания при сохранении стабильного баланса органического вещества в лесном биогеоценозе. Вследствие этого ускоряются восстановительные процессы не только в разреженном древостое, но и в фитоценозе и во всех его структурных компонентах [4].

В результате экспериментов, особенно в системе комплексного ухода за лесом, было установлено, что после 2–3-кратного применения удобрений древостой «закрепляется» на более высоком уровне продуктивности, даже после истечения срока их эффективного действия, т. е. более 10 лет. Дополнительный прирост варьирует в достаточно широких пределах (до $5,2 \text{ м}^3/\text{га}$ в год за 10 лет), но наиболее стабильно – от 1,5 до $2,0 \text{ м}^3/\text{га}$ в год [4]. Ширина годичных колец увеличивается на 14...49 %. Отмечено небольшое снижение плотности древесины (1...10 %) в течение 4...7 лет после каждого приема ухода [7]. Применение азотных и смешанных удобрений в дозах 150 и 200 кг/га в прорастающих и спелых сосняках брусничных, черничных и ли-

шайниковых увеличивает ширину годичных слоев в 1,3–2,2 раза, процент поздней древесины – на 9,6...30,7; снижает число годичных слоев в 1,2–2,2 раза, формирует менее равномерные годичные слои по сравнению с контрольными древостоями [12]. Однократные и повторные внесения азотных удобрений в сосняке брусничном положительно влияют на строение, качество и показатели физико-механических свойств древесины (прочность при сжатии вдоль волокон и при статическом изгибе) [13].

В российском лесном хозяйстве в настоящее время удобрение лесов не применяется, в то время как в Финляндии эти работы за период с 1990 г. по 2013 г. выполнены на площади 600,4 тыс. га [17].

Таким образом, проведение регулярных, своевременных и интенсивных рубок ухода с внесением минеральных удобрений ведет к повышению продуктивности и товарности искусственных и естественных насаждений, применение 2–3-приемной обрезки ветвей у отобранных для дальнейшего выращивания целевых деревьев позволяет улучшить качество формируемой древесины. Эти мероприятия, регулируя горизонтальную и вертикальную структуру древостоев, повышают качественную продуктивность насаждений, а также их капитализацию и, соответственно, стоимость как товара.

В заключение следует отметить, что правильно организованное лесное хозяйство в своей основе содержит такое понятие, как цикл лесовыращивания, а в правильно выстроенных рыночных лесных отношениях лес на корню является товаром. Только при соблюдении этих условий ведение лесного хозяйства способно приносить доход собственнику лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов О.И. Влияние обрезки ветвей на рост культур и качество древесины ели: дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2000. 104 с.
2. Давыдов А.В. Влияние сомкнутости насаждения и рубок ухода за лесом на сучковатость и форму стволов // Рубки ухода за лесом: сб. тр. Наркомлес ЦНИИЛХ. Л.: Гослестехиздат, 1940. С. 5–49.
3. Данилов Д.А. Влияние лесоводственных уходов на сосново-еловые древостои черничного типа леса // Экологические проблемы Арктики и северных территорий: межвуз. сб. науч. тр. Архангельск: САФУ, 2013. С. 57–68.
4. Мельников Е.С. Лесоводственные основы теории и практики комплексного ухода за лесом: дис. ... д-ра с.-х. наук. СПб., 1999. 338 с.
5. Минин Н.С. К методам и способам исследований анатомического строения и плотности древесины древостоев, формирующихся под влиянием лесохозяйственных мероприятий // Проблемы лесоведения и лесоводства: материалы III Мелеховских чтений. Архангельск: АГТУ, 2005. С. 140–144.
6. Паавилайнен Э. Применение минеральных удобрений в лесу. М.: Лесн. пром-сть, 1986. 96 с.
7. Пеккоев А.Н. Качество древесины культур ели при ускоренном лесовыращивании // Лесн. журн. 2016. № 1. С. 89–99. (Изв. высш. учеб. заведений).
8. Подошвелев Д.А. Система лесоводственных мероприятий по ускоренному выращиванию крупномерной и топливной древесины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Минск, 2011. 21 с.

9. Рябинин Б.Н. Предпосылки повышения продуктивности еловых культур при применении азотных удобрений и химических уходов // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур: сб. науч. тр. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1992. С. 110–114.

10. Соколов А.И., Пеккоев А.Н., Харитонов В.А. Результаты первых опытных работ по выращиванию плантационных культур сосны и ели в условиях средней тайги Карелии // Инновации и технологии в лесном хозяйстве: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбНИИЛХ, 2012. Ч. 2. С. 177–181.

11. Старостин В.А. Влияние обрезки ветвей на рост культур сосны: дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1984. 110 с.

12. Степаненко И.И. Критерии и индикаторы роста, продуктивности лесных насаждений при их интенсивном выращивании // Лесн. журн. 2015. № 4. С. 18–27. (Изв. высш. учеб. заведений).

13. Степаненко И.И. Влияние интенсивных методов лесовыращивания с внесением минеральных удобрений на физико-механические свойства древесины сосны // Лесохозяйств. информ. 2008. № 5. С. 3–10.

14. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. Л.: Гослестехиздат, 1939. 746 с.

15. Шутов И.В. Вехи лесного хозяйства России. СПб.: СПб ПУ, 2012. 284 с.

16. Arvidson A. Pruning for Quality. *Small Scale Forestry*, 1986, no. 1, pp. 1–7.

17. Axel R. Wirtschaftlichkeit der Wertastung. *Allgemeine Forst Zeitschrift fur Waldwirtschaft und Umweltsorge*, 1989. Bd. 44–45. Ss. 1188–1190.

18. *Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2014*. Available at: www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinenusk.

19. Scholzke D. Die Astung von Fichtenbeständen in der Bundesrepublik Deutschland. *Forstund Holzwirt*, 1982. Bd. 12. Ss. 307–308, 310, 312, 314.

20. *Tonewood*. Available at: <http://www.tonewood.ch> (accessed 31.10.16).

21. Uleberg I. Kunstig kvisting som kvalitetsforbedrende tiltak. *Norsk. Skogbruk*, 1976, no. 2, pp. 9–10.

22. Vuokila Y. Karsiminen ja kasvu. *Metsantutkimuslaitoksen julkaisuja*, 1968, no. 66, p. 5.

Поступила 26.02.16

UDC 630*64:630*24

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.86

Qualitative Productivization of Forest Stands is the Goal of Intensive Forestry

O.I. Antonov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Saint Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov,

Institutskiy per., 5, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation;

e-mail: woodfm@mail.ru

Properly organized forestry basically contains a concept of a forest growing cycle. The goal of this forestry is to produce high quality wood. In the properly built market forest relations

For citation: Antonov O.I. Qualitative Productivization of Forest Stands is the Goal of Intensive Forestry. *Lesnoy zhurnal*, 2017, no. 1, pp. 86–94. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.86

the standing crop is a subject of sale. Under these conditions the forest management is capable of producing income to the owner of the forests. Productivity and marketability of crops can be improved by regular, timely conducted, intensive thinning and application of mineral fertilizers; the quality of the formed timber can be improved by cutting branches of selected for further cultivation trees. These three silvicultural techniques are the comprehensive forest care. Forest growing profitability is largely determined by thinning conducted in young and middle-aged stands. The main purpose of these thinning is to form the composition of cultivated crops, optimize the density and spatial distribution of trees. Commercial thinning allows commercial harvesting and earning extra income. The improvement of properties of manufactured wood can be achieved by multiple pruning. In the countries with developed forestry this approach is considered to be a necessary measure for thinning and almost classic example of a profitable investment. 30-year study demonstrates the formation of high-quality branchless wood, which costs 4–10 times higher, as a result of the timely implemented three-stage pruning, carried out in combination with the regular thinning of the stands. When wood sawing the clean timber and timber assortments (sounding, aircraft) are obtained; when peeling or slicing the high-quality plywood veneer is produced. In this regard, pruning should be an obligatory measure as a means of long-term investments. Repeated fertilizing of stands increases their productivity, which is observed for more than 10 years. Additional annual growth of wood is 1.5...2.0 m³/ha. The increasing of the actual soil fertility leads to the intense biocycling of fertilizer elements, acceleration of reconstructive processes in phytocenosis and its structural components.

Keywords: comprehensive forest care, thinning, pruning, fertilization of stands, wood quality, proper forestry.

REFERENCES

1. Antonov O.I. *Vliyanie obrezki vetvey na rost kul'tur i kachestvo drevesiny eli*: dis. ... kand. s.-kh. nauk [The Effect of Pruning on the Growth of Crops and the Quality of Spruce Wood: Cand. Agric. Sci. Diss.]. Saint Petersburg, 2000. 104 p.
2. Davydov A.V. *Vliyanie somknotosti nasazhdeniya i rubok ukhoda za lesom na suchkovatost' i formu stvolov* [The Influence of Stand Canopy Density and Thinning on the Branchiness and Stem Form]. *Rubki ukhoda za lesom: sb. tr. Narkomles TsNIILKh* [Proc. People's Committee of Forest of the Central Scientific Research Institute for Forestry "Thinning"]. Leningrad, 1940, pp. 5–49.
3. Danilov D.A. *Vliyanie lesovodstvennykh ukhodov na sosново-ellovye drevostoi chernichnogo tipa lesa* [The Effect of Thinning on Pine and Spruce Stands of the Myrtillus-Type Forest]. *Ekologicheskie problemy Arktiki i severnykh territoriy: mezhvuz. sb. nauch. tr.* [Ecological Problems of the Arctic and Northern Territories]. Arkhangelsk, 2013, pp. 57–68.
4. Mel'nikov E.S. *Lesovodstvennye osnovy teorii i praktiki kompleksnogo ukhoda za lesom*: dis. ... d-ra s.-kh. nauk [Silvicultural Foundations of the Theory and Practice of Comprehensive Forest Care: Dr. Agric. Sci. Diss.]. Saint Petersburg, 1999. 338 p.
5. Minin N.S. *K metodam i sposobam issledovaniy anatomicheskogo stroeniya i plotnosti drevesiny drevostoev, formiruyushchikhsya pod vliyaniem lesokhozyaystvennykh meropriyatiy* [The Methods and Techniques of Research of the Anatomical Structure and Wood Density of Stands, Formed Under the Influence of Forestry Activities]. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: materialy III Melekhovskikh chteniy* [Problems of Forest and Forestry: Proc. 3d Melekhov's Readings]. Arkhangelsk, 2005, pp. 140–144.

6. Paavilaynen E. *Primenenie mineral'nykh udobreniy v lesu* [Application of Fertilizer in the Forest]. Moscow, 1986. 96 p.
7. Pekkoev A.N. Kachestvo drevesiny kul'tur eli pri uskorennom lesovyrashchivani [Wood Quality of Spruce Crops Under Intensive Growing]. *Lesnoy zhurnal*, 2016, no. 1, pp. 89–99.
8. Podoshvelev D.A. *Sistema lesovodstvennykh meropriyatiy po uskorennomu vyrashchivaniyu krupnomernoy i toplivnoy drevesiny: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* [Silvicultural System of Intensive Cultivation of Large-Sized Wood and Firewood: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs.]. Minsk, 2011. 21 p.
9. Ryabinin B.N. *Predposylki povysheniya produktivnosti elovykh kul'tur pri primeneni azotnykh udobreniy i khimicheskikh ukhodov* [The Background of Increasing Productivity of Spruce Crops at the Application of Nitrogen Fertilizers and Chemical Care]. *Tekhnologiya sozdaniya i ekologicheskie aspekty vyrashchivaniya vysokoproduktivnykh lesnykh kul'tur: sb. nauch. tr.* [Technology of Creation and Environmental Aspects of the Cultivation of High-Yield Plantations]. Saint Petersburg, 1992, pp. 110–114.
10. Sokolov A.I., Pekkoev A.N., Kharitonov V.A. *Rezultaty pervykh opytnykh rabot po vyrashchivaniyu plantatsionnykh kul'tur sosny i eli v usloviyakh sredney taygi Karelii* [The Results of the First Experimental Work on the Cultivation of Plantation Pine and Spruce Crops in the Middle Taiga of Karelia]. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: materialy II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Innovations and Technologies in Forestry: Proc. 2nd Int. Sci. Prac. Conf.]. Saint Petersburg, 2012, part 2, pp. 177–181.
11. Starostin V.A. *Vliyanie obrezki vetvey na rost kul'tur sosny: dis. ... kand. s.-kh. nauk* [The Effect of Pruning on the Growth of Pine: Cand. Agric. Sci. Diss.]. Leningrad, 1984. 110 p.
12. Stepanenko I.I. *Kriterii i indikatory rosta, produktivnosti lesnykh nasazhdeniy pri ikh intensivnom vyrashchivani* [Criteria and Indicators of Growth, Productivity of Forest Stands Under Their Intensive Cultivation]. *Lesnoy zhurnal*, 2015, no. 4, pp. 18–27.
13. Stepanenko I.I. *Vliyanie intensivnykh metodov lesovyrashchivaniya s vneseniem mineral'nykh udobreniy na fiziko-mekhanicheskie svoystva drevesiny sosny* [The Effect of Intensive Methods of Forest Cultivation with Application of Mineral Fertilizers on the Physical and Mechanical Properties of Pine Wood]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2008, no. 5, pp. 3–10.
14. Tkachenko M.E. *Obshchee lesovodstvo* [General Forestry]. Leningrad, 1939. 746 p.
15. Shutov I.V. *Vekhi lesnogo khozyaystva Rossii* [The Milestones in the Russian Forestry]. Saint Petersburg, 2012. 284 p.
16. Arvidson A. *Pruning for Quality. Small Scale Forestry*, 1986, no. 1, pp. 1–7.
17. Axel R. *Wirtschaftlichkeit der Wertastung. Allgemeine Forst Zeitschrift fur Waldwirtschaft und Umweltsorge*, 1989. Bd. 44–45. Ss. 1188–1190.
18. *Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2014*. Available at: www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen/sk.
19. Scholzke D. *Die Astung von Fichtenbestanden in der Bundesrepublik Deutschland. Forstund Holzwirt*, 1982. Bd. 12. Ss. 307–308, 310, 312, 314.
20. *Tonewood*. Available at: <http://www.tonewood.ch> (accessed 31.10.16).
21. Uleberg I. *Kunstig kvisting som kvalitetsforbedrende tiltak. Norsk. Skogbruk*, 1976, no. 2, pp. 9–10.
22. Vuokila Y. *Karsiminen ja kasvu. Metsantutkimuslaitoksen julkaisu*, 1968, no. 66, p. 5.

Received on February 26, 2016