

УДК 630*935.1

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.5.123

СОРТИМЕНТНАЯ ЗАГОТОВКА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ

В.М. Дербин, канд. техн. наук, доц.

М.В. Дербин, канд. техн. наук, доц.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
наб. Сев. Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; e-mail: v.derbin@narfu.ru

В мировой практике широко распространены хлыстовая и сортиментная заготовка древесины. Хлыстовая заготовка по сравнению с сортиментной имеет ряд существенных преимуществ: сосредоточение большого количества технологических операций на промышленных площадках; применение высокопроизводительного оборудования; использование более дешевой электрической энергии для привода лесозаготовительного оборудования; больший выход деловых сортиментов; более полное использование биомассы дерева. Несмотря на наличие преимуществ хлыстовой технологии в последние годы широко внедряется сортиментная заготовка древесины. Причинами этому послужили следующие обстоятельства: появление большого количества лесозаготовительных предприятий с малым объемом заготовки; физический износ и невозможность приобретения лесоскладского оборудования. Рассмотрено два варианта заготовки древесины при выборочных рубках. Опыт работы операторов харвестеров показал, что для правильного выбора спиливаемых и оставляемых деревьев в поле зрения оператора должно быть 3–5 растущих деревьев. Поэтому для качественного проведения выборочных рубок оператору рекомендуется рабочую зону мысленно разбивать на секторы. Представлены схемы работы харвестеров с разбивкой рабочей зоны на секторы. Показана очередность валки деревьев по секторам. Для правильной оценки технологического процесса рассмотрены критериальные показатели, по значению которых можно судить о ходе процесса и давать ему качественную оценку. К таким показателям относятся производительность машин, энергоемкость процесса, себестоимость продукции, приведенные затраты. Представлена формула производительности харвестера с разбивкой продолжительности обработки одного дерева на составляющие. Проведен анализ продолжительности составляющих времени цикла обработки дерева. Сделан вывод о том, что при работе харвестера по разным технологиям меняются продолжительность манипуляций гидроманипулятора и, соответственно, составляющая продолжительности обработки одного дерева. По первой технологии с одной рабочей позиции обеспечивается валка большего количества деревьев и производительность по этой технологии выше, чем по второй. При выборе технологии работы харвестера необходимо учитывать конкретные условия работы (густота насаждений, почвенные условия).

Ключевые слова: хлыстовая технология, сортиментная технология, выборочные рубки, харвестер, рабочая зона, сектор.

Для цитирования: Дербин В.М., Дербин М.В. Сортиментная заготовка древесины при выборочных рубках // Лесн. журн. 2016. № 5. С. 123–131. (Изв. высш учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.5.123

Введение

В настоящее время в мировой практике широко распространены хлыстовая и сортиментная заготовка древесины. До перестройки в России практически весь объем лесозаготовок осуществлялся по хлыстовой технологии, которая по сравнению с сортиментной имеет ряд следующих преимуществ:

сосредоточение большого количества технологических операций на промышленных площадках – нижних лесоскладах, расположенных в черте рабочих поселков;

использование высокопроизводительного оборудования;

применение электрической энергии для привода лесозаготовительного оборудования, которая значительно дешевле энергии, вырабатываемой двигателями внутреннего сгорания;

большой выход деловых сортиментов;

более полное использование биомассы дерева.

После перестройки в технологию заготовки древесины были внесены существенные коррективы. Несмотря на ряд существенных преимуществ хлыстовой технологии в последние годы широко внедряется сортиментная заготовка древесины. Эта тенденция связана в первую очередь с исключением из лесозаготовительного процесса нижних лесоскладов. Причинами этому явлению послужили следующие обстоятельства:

1. Развитие в лесозаготовительном производстве малого и среднего бизнеса. Практика показывает, что нижние лесосклады являются экономически целесообразными при годовом грузообороте не менее 100 тыс. м³. Только такой объем производства обеспечивает достаточную загрузку всего нижескладского оборудования (краны для выгрузки хлыстов с подвижного состава и выполнения штабелевочных работ, раскряжевочные установки, сортировочные лесотранспортеры, оборудование для отгрузки и штабелевки готовой продукции).

2. Физический износ и невозможность приобретения лесоскладского оборудования.

Объект и методика исследования

Сортиментную заготовку древесины при выборочных рубках можно проводить с использованием бензомоторных пил, процессоров, харвестеров, форвардеров и других механизмов. В настоящее время наибольший интерес представляет заготовка древесины харвестерами и форвардерами, позволяющая механизировать весь лесозаготовительный процесс [1, 3–5, 7, 9–17].

При выборочных рубках следует выполнять ряд лесохозяйственных требований, например исключение повреждений растущих деревьев технологическим оборудованием харвестера или другими деревьями во время валки [6, 8, 15, 16]. Поэтому при валке каждого дерева следует индивидуально выбрать направление его падения.

Цель данной работы – повышение производительности лесозаготовительных машин и эффективности лесосечных работ при выборочных рубках.

Эффективная работа харвестера достигается в том случае, если при валке всех деревьев в рабочей зоне полностью обеспечивается контролируемое управление манипулятором, т. е. для оператора создан достаточный обзор в зоне работы харвестерной головки. Опыт работы показывает, что для правильного выбора спиливаемых и оставляемых деревьев в поле зрения оператора харвестера должно быть 3–5 растущих деревьев. Поэтому для качественного проведения выборочных рубок оператору рекомендуется мысленно разбивать рабочую зону на секторы.

В зависимости от конкретных условий можно использовать две технологии выборочных рубок. Первая предусматривает валку деревьев на трелевочном волоке параллельно направлению движения харвестера. Выработанные сортименты укладывают сбоку харвестера, в основном под углом к трелевочному волоку, отличным от 90°. По второй технологии валку деревьев на трелевочном волоке и в других секторах производят перпендикулярно направлению движения харвестера, а сортименты укладывают сбоку харвестера перпендикулярно трелевочному волоку.

При работе харвестера по первому варианту валку деревьев на трелевочном волоке производят «от харвестера» (параллельно трелевочному волоку). При этом выделяют следующие секторы: трелевочный волок, полоса у трелевочного волока, левый передний сектор, правый передний сектор, левый боковой сектор, правый боковой сектор (рис. 1, а).

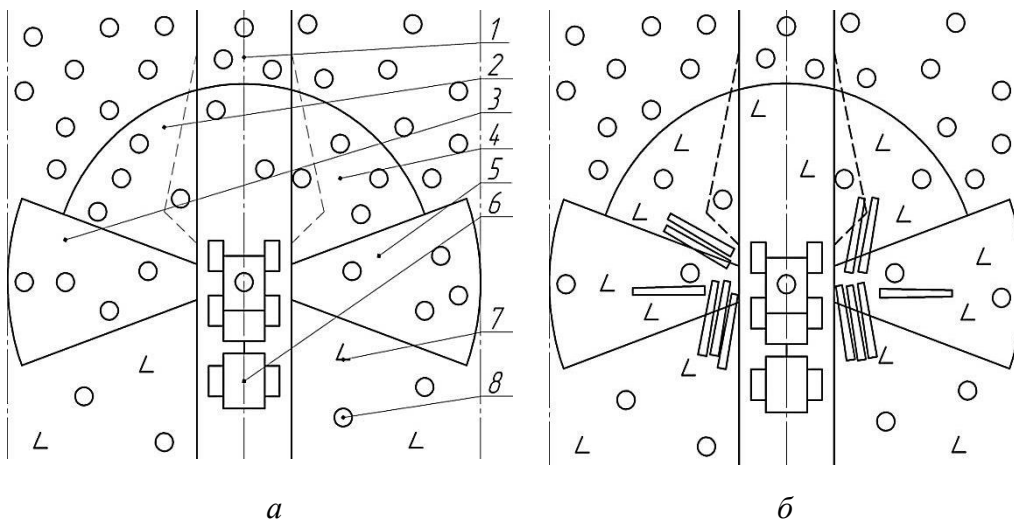


Рис. 1. Технологические схемы разработки делянки при выборочной рубке со смешанным направлением валки – первая технология: а – расположение секторов при валке деревьев; б – схема обработанной рабочей зоны с одной рабочей позиции харвестера; 1 – трелевочный волок; 2 – левый передний сектор; 3 – левый боковой сектор; 4 – правый передний сектор; 5 – правый боковой сектор; 6 – харвестер; 7 – пень; 8 – растущее дерево

Рабочая зона оператора харвестера, включающая все указанные секторы, составляет примерно 220° . При 10-метровом вылете манипулятора харвестера обработка 3–5 деревьев на трелевочном волоке и в передних секторах соответствует вылету манипулятора около 8 м. Боковые секторы можно обрабатывать на максимальном вылете манипулятора, достигая расстояния между волоками 20 м. При размещении сортиментов в рабочей зоне следует учитывать, что около 80 % деревьев спиливается на трелевочном волоке и в передних зонах, 20 % – в боковых.

При разработке харвестером очередной рабочей зоны рекомендуется: выполнять валку деревьев на трелевочном волоке и прореживание его границ; осуществлять прореживание переднего и бокового секторов на одной стороне волока; производить прореживание переднего и бокового секторов на другой стороне волока.

Обработка рабочей зоны по секторам упрощает выбор деревьев для валки. Следует учесть, что после разработки передних секторов на предыдущей рабочей зоне улучшается обзор в боковых секторах очередной рабочей зоны, что упрощает работу оператора харвестера и способствует уменьшению повреждений деревьев при валке.

На рис. 1, б показана схема обработанной рабочей зоны с одной рабочей позиции харвестера, на рис. 2, а – схема общей последовательности валки деревьев в рабочей зоне харвестера. При выполнении оператором харвестера указанной методики разработки делянки обеспечиваются правильное расположение сортиментов около трелевочного волока и производительная работа форвардера при формировании пачки сортиментов.

При разработке делянки по рассмотренной технологии выработанные сортименты укладывают сбоку харвестера, в основном под углом к трелевочному волоку, который отличается от 90° .

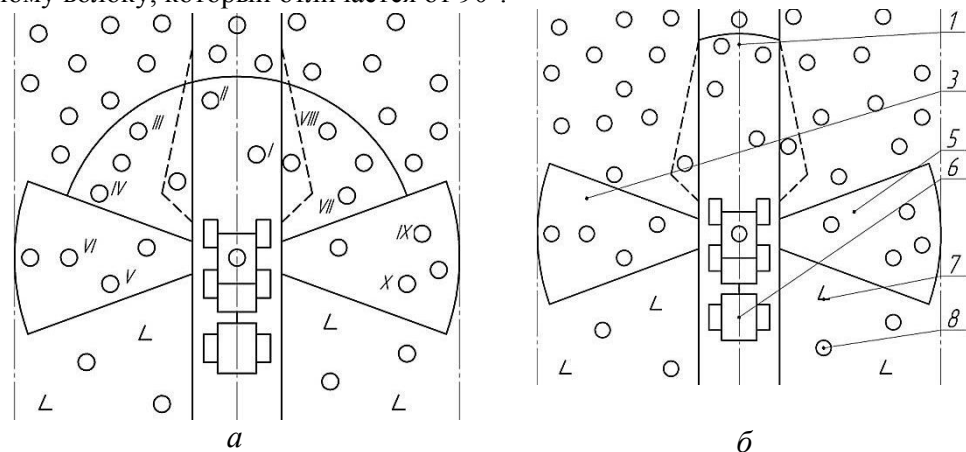


Рис. 2. Технологические схемы: а – общая последовательность валки деревьев (I–X) в рабочей зоне харвестера; б – расположение секторов при валке деревьев (разработка делянки при выборочной рубке с валкой деревьев перпендикулярно трелевочному волоку – вторая технология) (остальные обозначения см. на рис. 1)

Технология разработки рабочей зоны с валкой перпендикулярно трелевочному волоку при обработке деревьев обеспечивает концентрацию порубочных остатков на трелевочном волоке (рис. 2, б). Поэтому рассматриваемую технологию целесообразно применять при слабой несущей способности грунтов, так как порубочные остатки используют для укрепления трелевочных волоков. В отличие от предыдущей технологии оператор выделяет сектор валки деревьев на трелевочном волоке и боковые секторы.

На рис. 3, а показана схема общей последовательности валки деревьев в рабочей зоне харвестера, на рис. 3, б – схема обработанной рабочей зоны с одной рабочей позиции харвестера.

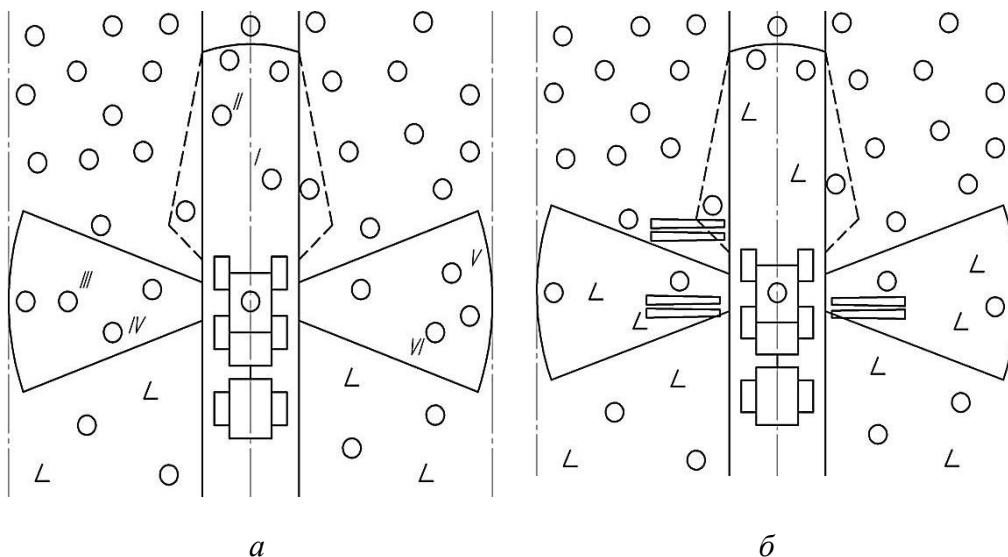


Рис. 3. Схемы рабочей зоны харвестера: а – общая последовательность валки деревьев (I–VI) в рабочей зоне харвестера; б – рабочая зона, обработанная с одной рабочей позиции харвестера

Валка деревьев на трелевочном волоке производится примерно в 6-метровой зоне перпендикулярно волоку. Укладывают выработанные сортименты слева и справа от трелевочного волока. Деревья, поваленные влево, во время обработки перемещают вправо, и сортименты укладывают справа от трелевочного волока.

В боковом секторе валку начинают с ближайшего к харвестеру дерева перпендикулярно трелевочному волоку. Поваленное дерево перемещают, обрабатывают и выработанные сортименты укладывают на другой стороне трелевочного волока. Деревья в боковых секторах валят в пределах максимального вылета манипулятора. Поваленные деревья, расположенные от харвестера на расстоянии 6 м и более, можно обрабатывать в том же секторе без перемещения через трелевочный волок.

Результаты и их обсуждение

Для правильной оценки технологического процесса необходимы критерийные показатели, по значению которых можно судить о ходе процесса и давать ему качественную оценку. К таким показателям относятся производительность машин, энергоемкость процесса, себестоимость продукции, приведенные затраты [2].

Себестоимость продукции и приведенные затраты включают в себя эксплуатационные расходы, которые зависят от следующих субъективных факторов: квалификация и мастерство оператора, организация технического обслуживания, техническое состояние машин, технологическая схема разработки лесосек и т. п. Сравнительная оценка технологий лесосечных работ с учетом перечисленных факторов возможна только при наличии объективных значений показателей.

Производительность – один из важнейших технологических показателей работы машин. Принципом формирования машин в систему являются равные или кратные их производительности.

Часовая производительность харвестера определяется по формуле

$$П_{ч} = \frac{3600 \phi_1 V_{хл}}{t_{ц}}, \quad (1)$$

где 3600 – переводной коэффициент (продолжительность 1 ч в секундах);

ϕ_1 – коэффициент использования рабочего времени;

$V_{хл}$ – средний объем хлыста, м³;

$t_{ц}$ – продолжительность цикла обработки одного дерева, с,

$$t_{ц} = t_{н} + t_{с} + t_{о} + t_{п}; \quad (2)$$

$t_{н}$ – продолжительность наводки харвестерной головки на ствол дерева и его захват, с;

$t_{с}$ – продолжительность спиливания дерева с пня, с;

$t_{о}$ – продолжительность обрезки сучьев и раскряжевки на сортименты, с;

$t_{п}$ – продолжительность переездов харвестера на смежную рабочую позицию, с.

Анализируя продолжительность составляющих цикла обработки дерева, можно сделать вывод, что при работе харвестера по разным технологиям меняется продолжительность манипуляций гидроманипулятора и, соответственно, составляющая продолжительности обработки одного дерева. Например, при заготовке древесины по второй технологии для перемещения обрабатываемых деревьев через трелевочный волок требуются дополнительные перемещения манипулятора.

Заключение

По первой технологии с одной рабочей позиции обеспечивается валка большего количества деревьев, производительность по этой технологии выше, чем по второй. Перемещение деревьев для обработки на другую сторону тре-

левочного волокна (вторая технология) приводит к увеличению общей продолжительности цикла на валку и обработку дерева и снижению производительности харвестера на 5...10 %. Однако при высокой густоте лесонасаждений обработка перемещенного дерева на освобожденную от растущих деревьев зону наоборот снижает общую продолжительность цикла на валку и обработку дерева (за счет удобства его обработки) и увеличивает производительность харвестера. Поэтому при выборе технологии работы харвестера необходимо учитывать конкретные условия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Азаренок В.А., Герц Э.Ф., Мехренцев А.В.* Сортиментная заготовка леса: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТА, 2001. 129 с.
2. *Дербин В.М., Дербин М.В.* Лесосечные работы с сортировкой хлыстов или деревьев. Архангельск: ИД САФУ, 2014.– 103 с.
3. *Дербин В.М., Дербин М.В.* Сортиментная технология заготовки древесины // Актуальные направления научных исследований XXI в.: Теория и практика: материалы Междунар. заоч. науч.-практ. конф. Воронеж: Диамант-принт, 2014. № 5, ч. 4 (10-4). С. 87–91.
4. *Дербин В.М., Мигунов В.И., Барачевский А.И., Дербин М.В., Клименко Н.Ф.* Технология и оборудование лесосечных работ (сортиментная технология заготовки древесины): метод. указания к курсовому и дипломному проектированию. Архангельск: ИД САФУ, 2014. 54 с.
5. *Кочегаров В.Г., Дербин В.М.* Заготовка леса с сортировкой хлыстов в процессе очистки деревьев от сучьев // Лесн. журн. 1981. № 5. С. 45–50. (Изв. высш. учеб. заведений).
6. Лесной кодекс РФ. М.: ЭЛИТ, 2007. 48 с.
7. *Матвейко А.П., Федоренчик А.С.* Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов. Минск: Технопринт, 2002. 480 с.
8. Правила заготовки древесины: утв. приказом МПР России № 184 от 16.07.2007. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124947/?frame=5.
9. *Behrndt W.* Stand und Entwicklung der Mechanisierung in Holzernte als Beitrag zur Effizienzsteigerung des Staatsforstbetriebes Niedersachsen. Forst Holz. 1998. N 53. S. 363–371.
10. *Brokmeier H., Strunk M.* Struktur und Geschäftsfelder niedersächsischer Forstunternehmen // Forst und Technik. 2008. P. 24–27.
11. *Drewes D.* Bestandesvorbereitung in der hochmechanisierten Holzernte // Forsttechnik. 2010. 12 p.
12. *Drushka K., Konttinen H.* Tracks in the Forest. The Evolution of Logging Machinery / Timberjack Group. Helsinki, 1997. 253 p.
13. *Fleischer M.* Geschichte der Holzernte in Handarbeit: Proekte Verlag Cornelius GmbH, Halle. S. 1. Auflage, 2009. 212 p.
14. *Fleischer M.* Geschichte der mobile Holzerntemaschinen: Proekte Verlag Cornelius GmbH, Halle. S. 1. Auflage, 2007. 366 p.
15. *Kokkarinen J.* (toim.) Koneellinen puunkorjuu – Hallitusti hyvään tulokseen / Metsäteho Oy. Helsinki, 2013. 91 p.

16. Stampfer K., Strinmuller T. Harvester und Seilgerät im Steilgelände – Valmet 911 1 X3 M und Synchrofalke / Universität für Bodenkultur, Institut für Forsttechnik, Wien, 2004. 25 S.

17. Thieme F. Naturgemäße Waldwirtschaft und modern Foresttechnik. FT, 1999. S. 12–13.

Поступила 18.04.16

UDC 630*935.1

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.5.123

Cut-to-Length Method in Selective Felling

V.M. Derbin, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

M.V. Derbin, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya

Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: v.derbin@narfu.ru

The whiplash and CTL technologies are widely used in the world. The whiplash technology has some significant advantages: concentration of a large number of technological operations at industrial sites; the use of high-performance equipment; the use of cheaper electricity to drive the logging equipment; higher return of industrial wood assortments; fuller use of tree biomass. Despite a number of significant advantages of the whiplash technology the CTL technology is widely implemented in recent years. The reasons are: the emergence of a large number of logging companies with a small volume of logging; physical wearing of equipment and impossibility to buy the timber storage facility. Two variants of logging in the selective felling are considered. According to the experience of the harvester operators 3–5 growing trees should be within an operator's sight for the proper selection of trees to be sawed down and remained. Therefore, an operator should mentally sector a work zone for quality selective logging. The schemes of harvesters' performance with the work zone sectoring are presented. We demonstrate the order of tree cutting in sectors. For correct evaluation of the technological process the criterion indicators are considered, their values can describe and give a qualitative assessment of the process. The indicators include the machines performance, process energy intensity, production cost, overhead costs. The paper presents a harvester performance formula with the processing time divided into components according to the treatment duration of one tree. The analysis of duration of the parts of a tree processing cycle is carried out. The period of every manipulation of a hydraulic manipulator and the duration component of one tree treatment vary in different technologies of a harvester's performance. In the first technology one operation position provides a felling of a larger number of trees and a higher performance than in the second one. It is necessary to consider the particular working conditions when choosing the technology of the harvester's performance (density of plantings, soil conditions).

Keywords: whiplash technology, CTL technology, selective felling, harvester, work zone, sector.

For citation: Derbin V.M., Derbin M.V. Cut-to-Length Method in Selective Felling. *Lesnoy zhurnal*, 2016, no. 5, pp. 123–131. DOI: 10.17238/issn0536-1036.5.123

REFERENCES

1. Azarenok V.A., Gerts E.F., Mekhrentsev A.V. *Sortimentnaya zagotovka lesa* [Cut-to-Length]. Yekaterinburg, 2001. 129 p.
2. Derbin V.M., Derbin M.V. *Lesosechnye raboty s sortirovkoy khlystov ili derev'ev* [Logging Operations with Sorting of Stems or Trees]. Arkhangelsk, 2014. 103 p.
3. Derbin V.M., Derbin M.V. Sortimentnaya tekhnologiya zagotovki drevesiny [A CTL Technology]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI v.: Teoriya i praktika: materialy Mezhdunar. zaoch. nauch.-prakt. konf.* [Actual Research Trends of the 21st century: Theory and Practice: Proc. of the Int. Correspondence Sci.-Pract. Conf.]. Voronezh, 2014, no. 5, part 4 (10–4), pp. 87–91.
4. Derbin V.M., Migunov V.I., Barachevskiy A.I., Derbin M.V., Klimenko N.F. *Tekhnologiya i oborudovanie lesosechnykh rabot (sortimentnaya tekhnologiya zagotovki drevesiny)* [Technology and Equipment of Logging Operations (CTL Technology)]. Arkhangelsk, 2014. 53 p.
5. Kochegarov V.G., Derbin V.M. Zagotovka lesa s sortirovkoy khlystov v protsesse ochistki derev'ev ot such'ev [Logging with Sorting of Tree-Length at Delimiting]. *Lesnoy zhurnal*, 1981, no. 5, pp. 45–50.
6. *Lesnoy kodeks RF* [Forestry Code of the Russian Federation]. Moscow, 2007. 48 p.
7. Matveyko A.P., Fedorenchik A.S. *Tekhnologiya i mashiny lesosechnykh rabot* [Technology and Machines of Logging Operations]. Minsk, 2002. 480 p.
8. *Pravila zagotovki drevesiny: utv. prikazom MPR Rossii № 184 ot 16.07.2007* [Rules of Logging: as Approved by the Order of the Ministry of Natural Resources of Russia no. 184 of 16 July 2007]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124947/?frame=5
9. Behrndt W. Stand und Entwicklung der Mechanisierung in der Holzernte als Beitrag zur Effizienzsteigerung des Staatsforstbetriebes Niedersachsen. *Forst Holz*, 1998, no. 53, pp. 363–372.
10. Brokmeier H., Strunk M. Struktur und Geschäftsfelder niedersächsischer Forstunternehmen. *Forst und Technik*, 2008, pp. 24–27.
11. Drewes D. Bestandesvorbereitung in der hochmechanisierten Holzernte. *Forsttechnik*, 2010. 12 p.
12. Drushka K., Kontinen H. *Tracks in the Forest. The Evolution of Logging Machinery*. Finland, Helsinki, 1997. 253 p.
13. Fleischer M. *Geschichte der Holzernte in Handarbeit*. Germany, 2009. 212 p.
14. Fleischer M. *Geschichte der mobilen Holzerntemaschinen*. Germany, 2007. 366 p.
15. Kokkarinen J. (toim.) *Koneellinen puunkorjuu – Hallitusti hyvään tulokseen*. Finland, Helsinki, 2013. 91 p.
16. Stampfer K., Steinmuller T. *Harvester und Seilgerät im Steilgelände – Valmet 911.1 X3 M und Syncrofalke*. Vienna, 2004. 25 p.
17. Thieme F. Naturgemäße Waldwirtschaft und modern Foresttechnik. *FT*, 1999, pp. 12–13.

Received on April 18, 2016