

УДК 630\*372

## Современные технологии лесосечных работ

В.Д. Валяжонков<sup>1</sup>, Е.А. Васякин<sup>1</sup>, Ю.И. Беленький<sup>1</sup>, А.А. Коваленко<sup>1</sup>, В.А. Иванов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. Кирова. Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

Статья поступила 13.11. 2011, принята 20.02.2012

*Даны характеристика и оценка основных технологических процессов лесосечных работ. Выполнен анализ по десяти вариантам технологических процессов лесосечных работ. Приведены рекомендации по рациональному применению того или иного варианта в конкретных природно-производственных условиях. Приведены достоинства десяти рассматриваемых технологических схем: сокращение к минимуму числа процессов, выполняемых на лесосеке за счет переноса их выполнения на более производительное оборудование нижних складов; снижение трудозатрат на очистку лесосеки и возможность использования веток, сучьев и вершин на производство полезной продукции; сбор порубочных остатков и рубка их в топливную щепу многооперационными рубительными машинами непосредственно на лесосеке; сбор порубочных остатков и увязка их в вязанки многооперационными мобильными пакетировочными машинами непосредственно на лесосеке; отсутствие порубочных остатков на лесосеке радикально снижает риск лесных пожаров; уменьшение степени повреждаемости подроста и оставляемых на корню деревьев; использование порубочных остатков для укрепления трелевочных волоков; высокая механизация работ; сортировка древесины непосредственно на лесосеке; трелевка древесины сортиментами в погруженном положении сохраняет ее от загрязнений; поставка потребителю продукции непосредственно с верхнего склада. Проанализированы их недостатки: при трелевке деревьев, особенно за комли, труднее сохранить подрост и предотвратить повреждения оставляемых на корню деревьев; считается нежелательным вывоз порубочных остатков с лесосеки, так как они обогащают лесные почвы; при вывозке деревьев уменьшается использование полезной грузоподъемности лесовозного транспорта; увеличение числа операций, выполняемых в лесу; увеличение затрат на последующую очистку лесосеки; затруднено последующее применение порубочных остатков для производства полезной продукции; большая доля ручного труда на лесосечных работах; большое количество порубочных остатков остается на лесосеке, что повышает риск лесных пожаров и ограничивает возможность их полезного использования.*

**Ключевые слова:** технологические процессы лесосечных работ, деревья, хлысты, сортименты, пиломатериалы, щепка.

## Present-day logging techniques

V.D Valyazhonkov<sup>1\*</sup>, E.A. Vasyakin<sup>1</sup>, Yu.I. Belenky<sup>1</sup>, A.A. Kovalenko<sup>1</sup>, V.A. Ivanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg State Forest Technical Academy, 5, Institutsky per., St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

Received 13.11.2011; Accepted 20.02.2012

*The characteristic features and estimation of the logging operating procedures have been proposed in the article. The analysis according to ten alternative versions of the logging operating procedures has been implemented. The advice on the rational use of the mentioned alternative versions under specific natural and production conditions has been given. The following advantages of the ten manufacturing schemes under consideration have been presented: the minimization of the number of the processes performed at a logging site at the expense of their implementation being transferred to more efficient equipment of the lower storehouse; the reduction of labor expenditures for slash disposal and the potential for branches, boughs, and treetops utilization in order to output useful products; the cutting-down remains collecting and their chopping into wood chips using multioperation chippers directly at a logging site; the cutting-down remains collecting and tying them up into bundles using multioperation mobile packing machines directly at a logging site; the absence of cutting-down remains at a logging site considerably reduce forest fires risk; the decrease in regrowth and stand damageability; the cutting-down remains utilization for logger-road consolidation; highly mechanized operation; timber sorting directly at a logging site; timber skidding by assortments in laden position prevents its contamination; product delivery to customers directly from the upper storehouse. The following drawbacks have been analyzed: while skidding, especially by butts, it is more difficult to preserve regrowth and avoid the left stand damaging; the cutting-down remains removal from a logging site is considered to be undesirable as they enrich forest soil; at removing trees, net load capacity utilization of timber transport decreases; the number of operations performed at a logging site increases; the costs for the subsequent slash disposal increase; the follow-up cutting-down remains utilization in order to output useful products becomes hampered; a great amount of manual labour; a lot of cutting-down remains are left at a logging site, and it increases forest fires risk and restricts the possibilities of their effective utilization.*

**Keywords:** logging manufacturing processes, trees, whips, assortments, saw timber, wood chips.

В процессе формирования качественных насаждений от их создания до сплошной рубки требуется выполнение различных промежуточных и окончательных

видов рубок, каждая из которых имеет свои технологические особенности лесосечных работ (рис. 1).

Исходя из конечного продукта, вывозимого с верхнего склада лесосеки, лесосечные работы подразделяются на следующие виды:

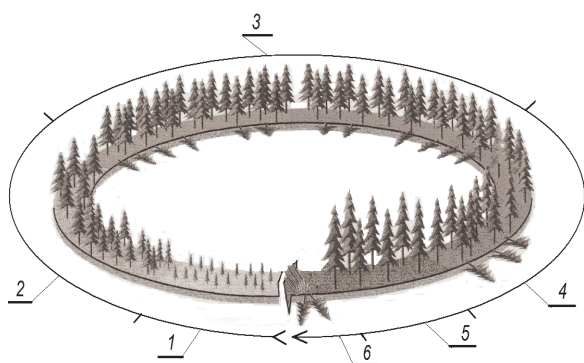
– хлыстовая заготовка древесины;

\* E-mail address: valy-vladimir@yandex.ru

- сортиментная заготовка древесины;
- заготовка древесины с углубленной переработкой.

Технология каждого вида заготовки древесины выполняется с помощью комплекса технологических процессов. Наиболее распространенные технологические процессы представлены в таблице 1 [1...3].

Хлыстовая технология заготовки леса является наиболее распространенной. В настоящее время в России на нее приходится около 80 % всего заготавливаемого леса, в США и Канаде – более 85%.



**Рис. 1.** Цикл развития одного поколения формирования насаждений от их создания до сплошной рубки: 1 – период создания культур; 2 – период ухода за лесом без заготовки древесины; 3 – период ухода за лесом с одновременной заготовкой древесины; 4 – период заготовки древесины выборочными рубками; 5 – период дорастивания леса до спелости сплошной рубки; 6 – период заготовки древесины сплошными рубками.

Сортиментная технология заготовки леса предпочтительна для небольших лесозаготовительных фирм, не имеющих своих лесоперерабатывающих площадок и торгующих древесиной «с колес». Наибольшее распространение данная технология нашла в лесозаготовительных районах с развитой дорожной сетью. Кроме того, она рекомендуется при невозможности использования хлыстовой вывозки леса, например, при малых радиусах поворота лесовозной дороги.

Технология с углубленной переработкой древесины является перспективной. В настоящее время внедряется

большое количество технологических комплексов по переработке заготавливаемой древесины и отходов от нее в условиях лесосеки в различную продукцию.

Оценка комплексов технологических процессов лесосечных работ приведена в таблице А.2.

*Технологические процессы 1, 2 и 3* хлыстовой заготовки древесины характеризуются полной механизацией работ. При применении процессов 1 и 2 на лесосеке выполняется минимум работ, это валка деревьев и их пакетирование в пачки. Для очистки деревьев от сучьев (*техпроцесс 2*) используются сучкорезно-раскряжевные машины (СРМ), установленные на верхнем складе.

При выполнении технологических процессов 3 валка деревьев, очистка их от сучьев и пакетирование хлыстов осуществляются валочно-сучкорезно-пакетирующими процессорами непосредственно на лесосеке.

Во всех технологических процессах трелевка деревьев и хлыстов производится трелевочными машинами в полупогруженном положении. Погрузка древесины в лесовозный транспорт осуществляется специальной погрузочной техникой.

*Технологические процессы 4 и 5* заготовки сортиментов характеризуются получением сортиментов непосредственно на верхнем складе.

При *техпроцессах 4* работы по валке деревьев, очистке их от сучьев и раскряжке обычно выполняются при помощи ручных бензомоторных пил (БМП). На лесосеке производятся валка деревьев, подготовка хлыстов и формирование из них пачек. На верхнем складе хлысты разделяются на сортименты. Подобная технология распространена на не сплошных рубках, при отсутствии у предприятия высокопроизводительных многооперационных машин. У валочно-пакетирующих машин (ВПМ) процессы 5 полностью механизированы. На лесосеке выполняются валка деревьев и их пакетирование в пачки с помощью валочно-пакетирующих машин (ВПМ). Для очистки деревьев от сучьев и раскряжки хлыстов используются СРМ, установленные на верхнем складе

Таблица 1

*Технологические процессы лесосечных работ*

Группа технологических процессов	Операция и вид древесины				
	№ техпроцессов	техпроцессы, выполняемые на лесосеке	вид трелюемой древесины	техпроцессы, выполняемые на верхнем складе	вид вывозимой древесины
хлыстовая	1	В-Ф <sub>п</sub>	Д	П	Д
	2	В-Ф <sub>п</sub>	Д	Ос-П	Х
	3	В-Ос-Ф <sub>п</sub>	Х	П	Х
сортиментная	4	В-Ос-Ф <sub>п</sub>	Х	Р-П	С
	5	В-Ф <sub>п</sub>	Д	Ос-Р-П	С
	6	В-Ос-Р-Ф <sub>п</sub>	С	П-	С
	7	В-Ос-Р-Ф <sub>п</sub> -П			С
с углубленной переработкой	8	В-Ф <sub>п</sub>	Д	Ос-Р-П <sub>р</sub> -П	П <sub>м</sub>
	9	В-Ос-Р-Ф <sub>п</sub>	С	П <sub>р</sub> -П	П <sub>м</sub>
	10	В-Ос-Р-Ф <sub>п</sub>	С	Ок-Р <sub>щ</sub> -П	Щ <sub>тех</sub>
		С <sub>по</sub> -Р <sub>щ</sub>	Щ <sub>топ</sub>	П	Щ <sub>топ</sub>
		С <sub>по</sub> -У <sub>в</sub>	П <sub>в</sub>	П	П <sub>в</sub>

**Основные обозначения:** В – валка деревьев, Ос – очистка деревьев от сучьев, Р – раскряжка, Ф<sub>п</sub> – формирование пакета, П – погрузка на лесовозный транспорт, П<sub>р</sub> – продольная распиловка, Ок – окорка, Р<sub>щ</sub> – рубка в шепу, Д – деревья, Х – хлысты, С – сортименты, С<sub>по</sub> – сбор порубочных остатков, Щ<sub>тех</sub> – щепа технологическая, Щ<sub>топ</sub> – щепа топливная, У<sub>в</sub> – увязка вязанок, П<sub>в</sub> – пачки вязанок







Во всех технологических процессах трелевка деревьев и хлыстов производится трелевочными машинами в полупогруженном положении. Погрузка сортиментов в лесовозный транспорт при выполнении техпроцессов 4 обычно осуществляется погрузочными манипуляторами транспортных средств. При выполнении техпроцессов 5 используется специальная погрузочная техника.

*Технологические процессы 6* являются классическим примером «скандинавских» технологий заготовки леса. На валке леса используются либо бензомоторные пилы, тогда на очистке деревьев от сучьев используются процессоры, либо валочно-сучкорезно-раскряжевные машины (харвестеры). Хотя иногда все технологические операции выполняются с помощью БМП. На трелевке используются сортиментовозы (форвардеры).

Технологические процессы имеют следующие схемы исполнения.

1. БМП (валка, очистка от сучьев, раскряжевка) → форвардер (сбор сортиментов, погрузка, трелевка, разгрузка, погрузка в лесовозный транспорт) → лесовозный транспорт (доставка древесины потребителю).

2. БМП (валка) → процессор (очистка от сучьев, раскряжевка) → форвардер (сбор сортиментов, погрузка, трелевка, разгрузка, погрузка в лесовозный транспорт) → лесовозный транспорт (доставка древесины потребителю).

3. Харвестер (валка, очистка от сучьев, раскряжевка, укладка в пачки) → форвардер (сбор сортиментов, погрузка, трелевка, разгрузка, погрузка в лесовозный транспорт) → лесовозный транспорт (доставка древесины потребителю). Процессы данной схемы полностью механизированы.

*Технологические процессы 7* относятся к «скандинавским» технологиям заготовки леса. Они предусматривают «прямую вывозку леса» непосредственно потребителю, без трелевки и перегрузки древесины на лесовозный транспорт. Такое решение будет эффективным при небольшом расстоянии вывозки (до 10 км) и использовании в качестве транспорта леса только колесных форвардеров.

Технологические процессы имеют следующие схемы исполнения.

1. БМП (валка, очистка от сучьев, раскряжевка) → форвардер (сбор сортиментов, погрузка, трелевка, доставка древесины потребителю, разгрузка).

2. БМП (валка) → процессор (очистка от сучьев, раскряжевка) → форвардер (сбор сортиментов, погрузка, трелевка, доставка древесины потребителю, разгрузка).

3. Харвестер (валка, очистка от сучьев, раскряжевка, укладка в пачки) → форвардер (сбор сортиментов, погрузка, трелевка, доставка древесины потребителю, разгрузка). Процессы данной схемы полностью механизированы.

*Технологические процессы 8 и 9* предусматривают проведение на погрузочном пункте производство пиломатериалов. В настоящее время создано большое количество различных типов мобильных высокопроизводительных станков для продольной распиловки круглых лесоматериалов в условиях лесосеки, которые

успешно применяются лесозаготовительными предприятиями.

Технологические процессы имеют следующие схемы исполнения.

1. № 8 – БМП (валка) → трелевочная машина (формирование пачки, трелевка) → процессор (очистка от сучьев, раскряжевка) → распиловочный станок (продольная распиловка) → погрузчик (погрузка на лесовозный транспорт) → лесовозный транспорт (вывозка пиломатериалов потребителю).

2. № 9 – харвестер (валка, очистка от сучьев, раскряжевка, укладка в пачки) → форвардер (сбор сортиментов, погрузка, трелевка, разгрузка) → распиловочный станок (продольная распиловка) → погрузчик (погрузка на лесовозный транспорт) → лесовозный транспорт (вывозка пиломатериалов потребителю). Процессы данной схемы полностью механизированы.

*Технологические процессы 10* позволяют получать на лесосеке технологическую и топливную щепу, вязанки лесосечных отходов (топливной биомассы). Данные технологические процессы весьма перспективны, особенно в условиях плантационного выращивания. Однако на современном этапе развития лесопромышленного комплекса получение технологической щепы в условиях лесосеки затруднено из-за отсутствия машин, способных производить качественную окорку в данных условиях. Получение топливной щепы и формирование вязанок из порубочных остатков в условиях лесосеки в последние годы активно внедряется.

Данные технологические процессы полностью механизированы. Они имеют следующие схемы исполнения.

1. Технологические процессы заготовки технологической щепы заключаются в валке деревьев, очистке их от сучьев, раскряжке и укладке сортиментов в пачки с помощью харвестеров. Доставка сортиментов на верхний склад выполняется форвардерами, затем окорочными станками и рубительными машинами производится их окорка и рубка в щепу. Погрузка щепы в самосвальный щеповозный транспорт осуществляется ковшовыми погрузчиками или транспортерами.

2. Технологические процессы заготовки топливной щепы заключаются в сборе порубочных остатков, их рубке в щепу с укладкой ее в кузов на месте лесосеки и транспортировке щепы на верхний склад с помощью многооперационных мобильных рубительных машин. Погрузка щепы в самосвальный щеповозный транспорт осуществляется рубительными машинами посредством подъема и опрокидывания кузова.

3. Технологические процессы заготовки топливных вязанок выполняются с помощью многооперационных мобильных пакетировщиков. На лесосеке производятся сбор порубочных остатков и увязка в вязанки; далее вязанки транспортируются на верхний склад. Погрузка лесовозного транспорта осуществляется манипуляторами погрузчиками пакетировщиков или лесовозов.

**Выводы.** В настоящее время для выполнения лесосечных работ используются в основном десять технологических процессов. Три из них приходятся на хлыстовую заготовку леса, четыре на сортиментную и три – на заготовку древесины с углубленной переработкой.

В рассматриваемых технологических процессах следует выделить следующие достоинства: *десять* схем исполнения рассматриваемых технологических процессов высоко механизированы, в *шести* остальных схемах не механизирована только валка деревьев; минимизация при *четырёх* схемах исполнения процессов, выполняемых на лесосеке при заготовке леса деревьями; поставка потребителю продукции непосредственно с лесосеки производится при *трех* схемах исполнения, и непосредственно с верхнего склада – при *десяти* схемах; вывозка с верхнего склада – при *четырёх* схемах исполнения готовой продукции в окончательном виде (пиломатериалы, технологическая и топ-

ливная щепка); применение многооперационных лесосечных машин; отмечены и другие достоинства.

К недостаткам следует отнести большую долю механизированного ручного труда при использовании бензомоторных пил в *шести* схемах исполнения; при трелевке деревьев, особенно за комли, труднее сохранить подрост и предотвратить повреждения оставляемых на корню деревьев; при исполнении *десятой* схемы большое количество порубочных остатков остается на лесосеке, что ограничивает возможность их полезного использования и повышает риск лесных пожаров; имеются и другие недостатки.

### Литература

- 1.Патякин В.И., Григорьев И.В., Иванов В.А., Редькин А.К. Технология и оборудование лесопромышленных производств. СПбГЛТА, 2009. 362 с.
- 2.Григорьев И.В., Валяжонков В.Д. Современные машины и технологические процессы лесосечных работ: моногр. СПб: СПбГЛТА, 2009. 287 с.
3. Методы лесозаготовок [Слайды]. компания John Deere, 2005.

### References

1. Patyakin V. I. Technology and equipment for timber industry / Grigoriev I.V., Ivanov V. A., Red'kin A.K., etc. SPb.: SPbGLTA, 2009. 362 s.
2. Grigoriev I.V., Valyazhonkov V. D. Modern machinery and technological processes of cutting area works: monogr. SPb: SPbGLTA, 2009. 287 s.
3. Lumbering techniques [Slides]. John Deere Company, 2005.

## Геодезические наблюдения за деформациями Братской ГЭС

В.Г. Иванов<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия  
Статья поступила 27.11. 2011, принята 15.02.2012

*Плотины, подпирающие значительные по объему водохранилища, всегда несут потенциальную социальную опасность. Аварии и разрушения приносят огромный экономический ущерб и нередко сопровождаются многочисленными людскими жертвами. В статье в хронологическом порядке приведены примеры последствия разрушений крупных плотин. Основной причиной катастроф явились недостаточная изученность геологического основания, нехватка, а то и полное отсутствие контрольно-измерительной аппаратуры (КИА). Братская ГЭС была первенцем возведения высотных плотин в нашей стране. Учитывая печальный опыт зарубежного и отечественного плотиностроения, проектом была предусмотрена закладка 1,5 тыс. различных знаков – створных, осадочных марок, прямых и обратных отвесов, телетензометров, пьезометров и других. В процессе строительства и эксплуатации плотины их общее количество достигло 2,5 тысяч. В течение нескольких лет по договору с дирекцией Братской ГЭС геодезические работы по наблюдению за деформациями плотины выполняли сотрудники Братского государственного университета. Автор лично в течение 18 лет принимал непосредственное участие во всех видах наблюдений, в начале в качестве исполнителя, а потом и ответственного исполнителя. Усовершенствовав методику высокоточного нивелирования, удалось уменьшить погрешность передачи отметок в тело плотины и выявить в эксплуатационный период упругую работу основания плотины в зависимости от наполнения и сработки водохранилища. Большое внимание было уделено исследованиям по устойчивости опорных штольневых, скальных и глубинных реперов с длиной реперной штанги до 150 м. Неожиданно большой оказалась воронка оседания диабазовой плиты в нижнем бьефе (НБ). Первоначально заложённые реперы сами оказались в зоне оседания. Пришлось закладывать дополнительные. В результате фактических наблюдений и экспериментальных расчетов автору удалось получить экспоненциальные уравнения оседания скального основания в нижнем бьефе, а также вероятные размеры границы влияния осадок до 2 км. Безопасность плотины Братской ГЭС гарантируется постоянными наблюдениями за ее состоянием, значительную часть из них составляют геодезические. Каких-либо опасных перемещений, выходящих за пределы нормальной работы плотины в эксплуатационный период, не выявляется.*

**Ключевые слова:** плотины, разрушения плотин, геодезические знаки, высокоточное нивелирование.

\* E-mail address: VictoVana@mail.ru