

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОЦЕССОВ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

В.И. Запруднов, С.П. Карпачев, М.А. Быковский

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
zaprudnov@mgul.ac.ru

Приведены современные технологические процессы лесосечных работ, которые должны разрабатываться с таким расчетом, чтобы при выполнении каждой рабочей операции и всего их комплекса в нормальном производственном режиме при соответствующих видах рубок исключалось недопустимое отрицательное воздействие на все элементы биогеоценозов. Установлено, что на выбор парка машин для проведения лесосечных работ влияет широкий комплекс природно-производственных условий, характерных для данного предприятия (таксационная характеристика, параметры среды, виды и способы рубок, объемы лесозаготовок по каждому из видов и способов рубок и т. д.). В основу классификации условий применения парка машин положена возможность высококачественного выполнения всего комплекса основных лесосечных работ с учетом влияния условий эксплуатации на работу машин. Определено влияние лесорастительных условий на технологические процессы лесосечных работ и выбор системы машин, которая определяется вероятностью их реализации с минимальным повреждением элементов леса в процессе рубок. Предложено при выборе лесной техники принимать во внимание способ заготовки древесины (хлыстовой или сортиментной) и природно-производственные условия. Выбор оптимальных параметров оборудования определяется прежде всего производительностью лесозаготовительной техники, которая оправдывала бы затраты на ее приобретение. Однако не стоит пренебрегать и показателями экологических требований — воздействие техники на лес должно быть минимальным. В работе рассмотрены три группы методов выбора машин для проведения лесосечных работ. Главным отличительным признаком для отнесения метода к определенной группе является его точность. Приведено процентное соотношение различных технологий заготовки и вывозки древесины из лесосек в общем объеме лесозаготовок в Российской Федерации с указанием основных технологических операций и основного лесозаготовительного оборудования.

Ключевые слова: лесосечная работа, парк лесосечных машин, лесовозобновление, лесозаготовительная техника, технологии заготовки древесины

Ссылка для цитирования: Запруднов В.И., Карпачев С.П., Быковский М.А. Технологии и технические средства процессов лесосечных работ // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 1. С. 108–117. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-1-108-117

Современные технологические процессы лесосечных работ следует планировать с таким расчетом, чтобы при выполнении каждой рабочей операции и всего их комплекса в нормальном производственном режиме при соответствующих видах рубок исключалось недопустимое отрицательное воздействие на все элементы биогеоценозов [1].

Рубки главного пользования (по типам и видам), установленные для конкретных участков, должны осуществляться с применением соответствующих технологий и технических средств для лесосечных работ, прошедших в установленном порядке государственную экологическую экспертизу и обеспечивающих эффективное восстановление леса, сохранение экологических условий, исключение или соответствующее ограничение отрицательных последствий рубок. Лесоводственные требования к организации и технологии лесосечных работ указываются в организационно-технологическом проекте рубок главного пользования — лесовозобновления, содержащем технологическую карту разработки лесосеки.

Организационно-технологический проект рубок лесовозобновления составляется лесополь-

зователем на каждую лесосеку до начала проведения подготовительных работ и ее разработки. В организационно-технологическом проекте для каждой лесосеки указываются: вид рубки, способ очистки лесосек, оставление семенников и семенных групп, куртин и полос, площадь и количество на 1 га подлежащего сохранению подраста ценных целевых пород.

Проект включает также схематический чертеж лесосеки, на который наносят семенные группы, куртины, полосы, подлежащие оставлению (сохранению), участки неспелых древостоев, не подлежащих рубке, а также участки, на которых должен быть сохранен подрост.

В технологической карте проекта указывают: принятую технологию и сроки проведения лесосечных работ; способы уборки порубочных остатков; схемы размещения лесовозных дорог, усов, волоков, погрузочных пунктов, складов, стоянок машин и механизмов и объектов обслуживания, а также других объектов; площадь, на которой должен быть сохранен подрост, процент его сохранности и встречаемость; мероприятия по предотвращению эрозионных процессов.

До начала лесосечных работ должна быть проведена разметка в натуре границ погрузоч-

ных пунктов, трасс канатных установок, магистральных и пасечных волоков, дорог, производственных и бытовых площадок.

Для размещения погрузочных пунктов, других производственных и бытовых площадок, а также технологической сети волоков в первую очередь должны использоваться места с минимальным количеством подроста и деревьев других ярусов, подлежащих сохранению при рубке. Прокладка волоков по руслам постоянных и временных водотоков не допускается.

Выбора парка машин для проведения лесосечных работ. Парком лесосечных машин (ПЛМ) лесозаготовительного предприятия (ЛЗП) считают набор лесосечных машин для выполнения основных операций на рубках главного и промежуточного пользования с максимальной эффективностью. На выбор машин, составляющих парк, влияет широкий комплекс природно-производственных условий, характерных для данного предприятия (таксационная характеристика, параметры среды, виды и способы рубок, объемы лесозаготовок по каждому из видов и способов рубок и т. д.). Оценка работы машин, входящих в парк, выполняется с учетом объединения их в системы, оптимальные по численности и структуре, как в реальных условиях, характерных для конкретного ЛЗП. Объединение машин в системы при определении ПЛМ необходимо для реализации наиболее эффективных технологий лесосечных работ. Входящие в набор единицы оборудования, предназначенного для выполнения лесосечных работ, должны согласовываться друг с другом по своим техническими и технологическим характеристикам. Для этого необходим учет некоторых главных природных и производственных факторов. Природно-производственные факторы существенно влияют на условия перемещения лесозаготовительных машин по лесосеке и на условия выполнения операций, связанных с валкой деревьев, трелевкой, обрезкой сучьев, раскряжевкой хлыстов. Значение природно-производственных факторов может значительно колебаться даже в пределах одного лесозаготовительного предприятия.

Природно-производственные факторы подразделяют на:

— климатические (температура окружающего воздуха, количество и сроки выпадения осадков, преобладающее направление и сила ветра, высота снежного покрова в лесу и др.);

— почвенно-грунтовые (тип и свойства почв, влажность, плотность, механический состав почв, макро-, мезо- и микрорельеф, несущая способность грунта);

— лесорастительные (средний объем деревьев в насаждении, породный состав насаждений,

средняя длина деревьев, средний диаметр деревьев на высоте груди, средний запас на 1 га, наличие на лесосеке подроста, степень захламленности лесосеки, характер размещения древостоя по площади);

— технологические (расстояние трелевки, технология работы машин, состав и сочетание операций, выполняемых машиной, площадь лесосеки);

— производственные (сменность, плановый объем работ, степень механизации процессов, виды и способы рубок, сроки работ, тип машин, эксплуатационные показатели машин, квалификация операторов).

Возможно включение в эту группу и лесохозяйственных условий с требованиями лесовосстановления и лесовыращивания (ориентация лесосек относительно сторон света, ширина лесосеки, срок и способ примыкания, способы очистки лесосек). В зависимости от условий применения систем лесосечных машин и видов рубок одни факторы будут важными, а другие — второстепенными. Поэтому параметры, приведенные ниже, приняты нами за основные. Менее значимые факторы рассмотрены при исследовании особых условий функционирования машин.

Все большее внимание привлекает экологическая проблема — взаимосвязь лесозаготовительной техники и лесной среды [2].

В основу классификации условий применения машин положена возможность высококачественного выполнения всего комплекса основных лесосечных работ с учетом влияния условий эксплуатации на работу машин.

Учет влияния всех факторов на работу лесозаготовительной техники затруднителен и в ряде случаев нецелесообразен по следующим причинам: количество факторов очень велико (около пятидесяти); влияние не всех факторов является существенным; количественную оценку влияния некоторых факторов, например климатических, трудно спрогнозировать и можно реализовать только при оперативном управлении; многие факторы являются неустойчивыми во времени или по территории.

Анализ природных факторов, оказывающих основное влияние на эффективность работы парка лесосечных машин, позволил выделить среди них следующие (в порядке значимости): средний объем хлыста; ликвидный запас деревьев на 1 га; рельеф; почвенно-грунтовые условия; породный состав насаждений.

Средний объем хлыста как нормообразующий фактор оказывает главное влияние на эффективность работы парка лесосечных машин, что признается всеми производителями и научными работниками.

Ликвидный запас деревьев на 1 га влияет на объем подготовительных работ, производительность труда на валке деревьев и трелевке.

Рельеф является одним из важных факторов, определяющих принципы организации и технологию лесосечных работ. От несущей способности грунтов зависит проходимость трелевочных машин.

Породный состав насаждений наиболее существенно влияет на трудоемкость обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов.

Выделение этих факторов как наиболее значимых позволило определить структуру математических моделей взаимодействия машин с лесной средой.

Поиском эффективных решений при проектировании технологических процессов лесосечных работ и выборе машин для лесосечных работ достаточно широко стали заниматься в начале 70-х гг. XX в. С этого времени ведутся интенсивная разработка и внедрение в производство новой лесозаготовительной техники, исключаяющей ручной труд и повышающей ее производительность. Однако новая техника дорога, тяжела, а ее применение часто усиливает негативное воздействие рубок на формирование лесных биогеоценозов [3, 5].

Возникла проблема выбора машин по операциям и определения потребности в них с учетом эффективного использования. Было решено: для каждой машины и механизма определить наиболее выгодные природные и производственные условия их применения, а также разместить оборудование по леспромхозам определенными комплексами. Результатом работы ученых и научно-производственных коллективов явилось создание новой техники и научных основ выбора технологии и организации лесосечных работ.

Как показывает практика эксплуатации лесосечных машин и систем машин, функционирование их в разнообразных природных условиях с резко и значительно меняющимися характеристиками, разная степень надежности машин, практические стратегии управления производственными системами и техническая политика предприятия требуют исследования вопросов рационального выбора технологических процессов и систем машин для предприятия.

Понятия «система машин» и «парк лесосечных машин» рассматриваются в работе [4], где под системой машин понимают совокупность машин и оборудования различного функционального назначения, взаимосвязанных по техническим и технологическим параметрам и предназначенных для последовательного выполнения операций технологического процесса лесосечных работ; «система машин характери-

зуется количеством машин каждого типа, последовательностью их расстановки и наличием технологических связей между ними». О парке машин сказано, что «парк следует комплектовать путем поставки не отдельных машин, а комплексно», «необходимо учитывать, что из состава парка машин будут формироваться комплексы (системы) машин, структура и состав которых рекомендованы для конкретного лесозаготовительного района» [4].

Первые опыты внедрения перспективных машин и систем машин показали, что в силу большого разнообразия природно-производственных условий во многих случаях освоить весь запас древесины на лесосеке системой машин в «чистом виде» не удастся. Кроме того, директивно установленное число машин в системе часто не соответствует требованиям обеспечения максимальной производительности труда при работе на годичной лесосеке предприятия. Однако имеется методика по расчету оптимального числа машин в системе для работы на конкретной лесосеке.

В настоящее время формирование парков лесосечных машин предприятий выполняют не системами, а отдельными машинами, необходимое число которых определяют по усредненным показателям среды и сырья на основе нормативного расчета годовой производительности отдельных машин.

В работах [6, 7] предложен подход регионального уровня, когда определяют объемы поставок техники в лесной регион по средневзвешенной выработке машин с учетом ограничений применения лесосечных машин по их техническим возможностям: объему хлыста, рельефу, несущей способности грунтов. Однако при таком подходе не учитываются:

- характеристики лесосечного фонда и лесосырьевой базы предприятия, которые могут резко отличаться от средних характеристик по региону (характеристики среды и сырья даже внутри предприятия часто бывают крайне разнообразными);

- оценка объемов применения отдельных лесосечных машин без учета объединения их в системы;

- изменчивость параметров древостоя, характеристик грунтов и рельефа, которые требуют иногда включения в систему дополнительных машин, не имеющих ограничений по своим техническим возможностям;

- особенности применения машин и систем машин в зависимости от древостоев и грунтов отдельных лесосек;

- экологические ограничения на применение систем машин.

Существующий подход к оценке эффективности отдельно взятой лесозаготовительной машины для выполнения отдельной операции не всегда объективен, так как использование каждой машины для одной из операций в значительной мере определяет показатели использования других средств механизации и показатели выполнения многих других операций.

Основными факторами, определяющими выбор технологических процессов лесосечных работ, типов машин и механизмов, являются таксационные и лесотипологические характеристики лесосечного фонда. Исследования процесса лесосечных работ отечественными учеными [1–11] на разных этапах определяли направления конструкционного совершенствования машин и оборудования, в том числе оптимизацию их параметров. Используемые при этом критерии отражали уровень механизации работ в отрасли и обществе, а также социальные отношения и взгляды на лесопользование. В настоящее время большинство технологических схем разработки лесосек основаны на применении систем машин.

Влияние лесорастительных условий на технологические процессы лесосечных работ и выбор системы машин определяется возможностью их реализации с минимальным повреждением элементов леса в процессе рубок.

При выборе лесной техники чаще всего принимают во внимание способ заготовки древесины (хлыстовой или сортиментной) и природно-производственные условия. В зависимости от вида заготавливаемой древесины выбирают технику в зависимости от ее технических параметров и эксплуатационных показателей, типа технологического оборудования.

Многообразие зарубежной лесозаготовительной техники по классам типоразмерного ряда приведено в табл. 1 и 2 [8].

Чтобы правильно подобрать машину (трактор) по массомощностным характеристикам, необходимо определиться прежде всего с параметрами дерева (диаметром и средним объемом). Древостой при среднем объеме ствола до $0,39 \text{ м}^3$ считается мелким, от $0,4$ до $0,6 \text{ м}^3$ — средним, более $0,65 \text{ м}^3$ — крупным.

Для оценки рельефа местности определяют распределение лесопокрытых площадей в зависимости от крутизны склонов. Площади делятся на три группы: с уклонами до 15° (тракторы могут работать в течение всего года), от 16 до 25° (тракторы используют только в сухую погоду летом), 26° и более (тракторная трелевка запрещена, требуется применение других трелевочных средств).

Почвенно-грунтовые условия для лесозаготовительных работ по эксплуатационным показателям делятся на четыре категории:

— первая категория (сухие пески, каменистая почва) — допускается многократный проход лесозаготовительных машин по следу (волоку), в периоды весенней и осенней распутицы несущая способность их снижается, но летние осадки на проходимость машин влияют мало;

— вторая категория (супесчаные почвы, мелкие суглинки) — допускается многократный проход машин по одному следу (волоку), в период весенней и осенней распутицы несущая способность их снижается, летние осадки на проходимость влияют мало;

— третья категория (глинистые почвы, супеси с глинистыми прослойками) — грунты имеют повышенную влажность в течение всего теплого периода года, тракторы быстро разрушают растительный слой и образуют глубокую колею на волоках;

— четвертая категория (торфяно-болотные, перегнойно-глеевые почвы) — наиболее неблагоприятные для лесозаготовки грунты, в периоды затяжных дождей волоки становятся непроезжими.

Выбор оптимальных параметров оборудования определяется прежде всего производительностью лесозаготовительной техники, которая оправдывала бы затраты на ее приобретение. Однако не стоит пренебрегать и показателями экологических требований — воздействие техники на лес должно быть минимальным.

Анализ изложенных в работе методов выбора машин для проведения лесосечных работ позволил разделить их на три группы. Главным отличительным признаком для отнесения метода к определенной группе является его точность.

1. Нормативные методы, для которых потребность в технике определяет нормативная нагрузка машин и оборудования. Эти методы являются приближенными. Могут применяться при расчете потребности в технике и определении перспективной структуры парка машин для региона и страны в целом, а также при текущем оперативном планировании базы лесозаготовительного производства.

2. Графические методы, для которых потребность в технике и структура систем машин определяются по графикам, номограммам. Им присущи простота использования, наглядность и быстрота получения информации. Хотя они и приближают парк машин к оптимальной структуре, однако не дают экономически оптимального решения. Применение графических методов возможно при оперативном управлении лесосечными работами, когда возникает задача определения оптимальной

Т а б л и ц а 1

Лесозаготовительная техника для сортиментной технологии заготовки древесины
Forestry equipment for timber assortment technology

Параметр	Класс		
	Легкий (масса 5–10 т)	Средний (масса 10–15 т)	Тяжелый (масса свыше 15 т)
Машины харвестерного типа (валочно-пакетирующие, валочно-трелевочные, сучкорезные)			
Число моделей	6	19	72
Мощность двигателя, кВт	73,5–104,0	74,0–164,0	96,0–243,0
Масса, т	8,5–9,1	10,8–15,0	15,1–39,9
Диаметр среза дерева, см	37,0–46,0	45,0–68,0	46,0–110,0
Форвардеры			
Число моделей	3	34	29
Мощность двигателя	77,0	86,0–176,0	126,5–222,0
Масса, т	9,5	10,5–15,0	15,1–24,8
Грузоподъемность, т	7,5	9,0–14,0	12,0–20,5
Всего моделей обоих типов	9	53	101
Общее количество моделей — 164, из них на колесном шасси — 114, на гусеничном шасси — 50			

Т а б л и ц а 2

Лесозаготовительная техника для хлыстовой технологии заготовки древесины
Forestry equipment for tree-length timber logging technology

Параметр	Класс		
	Легкий (масса 5–10 т)	Средний (масса 10–15 т)	Тяжелый (масса свыше 15 т)
Машины харвестерного типа (валочно-пакетирующие; валочно-трелевочные; сучкорезные)			
Число моделей	6	19	72
Мощность двигателя, кВт	73,5–104,0	74,0–164,0	96,0–243,0
Масса, т	8,5–9,1	10,8–15,0	15,1–39,9
Диаметр среза дерева, см	37,0–46,0	45,0–68,0	46,0–110,0
Скидеры			
Число моделей	3	26	19
Мощность двигателя, кВт	52,0–93,0	87,0–176,0	89,5–222,0
Масса, т	4,6–7,3	10,3–13,65	15,6–27,3
Объем пачки деревьев, м ³	4,0–6,0	4,5–7,0	4,5–18,5
Всего моделей обоих типов	9	45	91
Общее количество моделей — 145, из них на колесном шасси — 102, на гусеничном шасси — 43			

структуры системы лесосечных машин (типов и численности машин на каждой операции) в природно-производственных условиях конкретной разрабатываемой лесосеки.

3. Точные расчетные методы с применением ЭВМ, появление которых связано с проведением многовариантного расчета, анализом вариантов и выбором оптимального решения. Большая размерность задачи выбора оптимальной структуры и состава парка лесосечных машин для предприятия обуславливает необходимость задействовать современные ЭВМ. Несмотря на очевидную сложность задачи, использование ЭВМ позволяет решать ее в приемлемые сроки, тем более что задачу решают, как правило, не чаще одного раза в год.

Анализ методик показал, что они позволяют решить лишь ряд частных вопросов проектиро-

вания технологических процессов лесосечных работ.

Технологические процессы заготовки древесного сырья классифицируют по виду продукта, вывозимого с лесосеки. Это заготовка: хлыстов; сортиментов; деревьев; щепы.

При заготовке хлыстов и деревьев их дальнейшая первичная обработка (обрезка сучьев, раскряжевка на сортименты) осуществляется на нижнем складе лесозаготовительного предприятия, располагаемого в местах постоянного проживания работающих.

До перестройки экономики в России практически весь объем заготавливаемой древесины получали в хлыстах (более 90%). Заготовка сортиментов осуществлялась преимущественно при рубках ухода с применением бензодвигательного инструмента. Заготовка

Т а б л и ц а 3

**Технологии заготовки и вывозки древесины, их доля
в общем объеме лесозаготовок в Российской Федерации**
Harvesting technology and timber transportation ratio in the total harvesting volume in the Russian Federation

Технологические операции	Лесозаготовительное оборудование	Вывозка из лесосеки	Доля в общем объеме, %
Валка + обрезка сучьев + трелевка	Бензопила + машина трелевочная чокерная	Хлысты	8,5
Валка, пакетирование деревьев + трелевка + обрезка сучьев	ВПП + машина трелевочная бесчокерная + сучкорезная машина		17,2
И т о г о в ы в о з к а х л ы с т о в			25,7
Валка + обрезка сучьев + трелевка + раскряжевка хлыстов на верхнем складе	Бензопила + машина трелевочная чокерная + бензопила	Сортименты	44,9
Валка + трелевка + раскряжевка хлыстов на верхнем складе	Бензопила + машина трелевочная чокерная + сучкорезно-раскряжевочная машина (процессор)		3,3
Валка, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов + подвозка сортиментов	Харвестер + форвардер		19,2
Валка, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов + подвозка сортиментов	Бензопила + форвардер		6,5
Валка, пакетирование деревьев + трелевка + обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов	ВПП + машина трелевочная бесчокерная + процессор		0,4
И т о г о в ы в о з к а с о р т и м е н т о в			74,3
В с е г о			100

деревьев и щепы была весьма незначительной (менее 1 %).

С началом перестройки экономики в России отмечается повышение спроса на технологии заготовки древесного сырья в сортиментах, в том числе с использованием специализированных колесных машин — харвестеров и форвардеров (скандинавская технология). При этой технологии заготовка сортиментов осуществляется на месте повала деревьев с использованием бензомоторных пил или машинным способом (с помощью харвестера), а сбор и перевозка сортиментов к месту погрузки в автолесовозный транспорт осуществляется колесной погрузочно-транспортной машиной (форвардером). Значительная доля сортиментов заготавливается путем раскряжки хлыстов с применением бензопил на верхнем складе лесосеки. Заготовка древесины по скандинавской технологии распространена в европейской части России, на Дальнем Востоке и, в меньшем объеме, в Сибири.

За последнее десятилетие резко увеличилась доля заготовки и вывозки древесины по сортиментной технологии (74,3 % от общего объема лесозаготовок). В перспективе, по данным регионов, доля лесозаготовок по сортиментной технологии и уровень ее механизации возрастут.

Данные о различных технологиях заготовки и вывозки древесины из лесосек с указанием основных технологических операций и основного

лесозаготовительного оборудования приведены в табл. 3.

Машины для хлыстовой технологии заготовки древесины производятся в России, но используется и импортная техника: валочно-пакетирующие машины (ВПП) фирм JohnDeere, Tigercat, Caterpillar, а также колесные трелевочные машины этих же производителей.

Внутренние потребности в специализированных машинах для сортиментной технологии заготовки древесины (харвестерах и форвардерах) удовлетворяются практически полностью за счет импорта. Преимущественно ввозится продукция трех фирм: JohnDeere, KomatsuForest (ранее Valmet) и Ponsse. JohnDeere и Ponsse имеют производственные мощности в Финляндии. Среди других фирм, поставляющих в Россию харвестеры и форвардеры, можно выделить финские фирмы Logset, Pinox, Logman.

В табл. 4. приведены перечень и характеристики машин, применяемых в России на лесозаготовках.

Изучение состояния лесозаготовительного производства в России методом анкетного опроса администрации лесных регионов (27 регионов с общим объемом заготовки древесины 109,8 млн м³), а также на основании информации отраслевых печатных изданий показало, что отечественные лесозаготовители в настоящее время используют две основные технологии лесозаготовок — заготовку и вывозку древесины в хлыстах и в сортиментах.

Т а б л и ц а 4

**Основные технологические процессы и системы машин, применяемые
в Российской Федерации для лесозаготовок [9]**
The main technological processes and machine systems used in the logging operations in the Russian Federation [9]

№ п/п	Технические средства (наименование, марка)	Техническая характеристика	Выполняемые операции	Изготовитель	Районы применения
1. Заготовка хлыстов					
1.1	Бензопилы Хускварна 365Н и 357ХР	Длина шины 45 см Шаг цепи 3/8 Объем бака для смазки цепи 0,42 л Мощность 3,9 (5,3) кВт (л. с.) Объем двигателя 65,1 см ³ Объем бака 0,77 л	Валка, обрезка сучьев	Швеция	Европейская часть: подзона тайги и хвойно-широколиственных лесов; Уральский таежный район; Сибирь: северо-таежный и южнотаежный районы
	Трелевочная машина чокерная типа ТЛТ-100А	Мощность двигателя 88,8 кВт Объем трелеваемого пакета 8 м ³ Тип коробки передач — механическая Масса эксплуатационная 12,6 т	Трелевка хлыстов	ОГЗ, г. Петро-заводск	
	Или: трелевочная машина чокерная «Онежец-300»	Макс. объем трелеваемой пачки 10 м ³ Макс. тяговое усилие лебедки 105 кН Тип ходовой системы — рычажно-балансирная, подрессоренная Тип коробки передач — гидромеханическая Мощность двигателя 89 кВт Дорожный просвет 55 см Масса машины 12,8 т			
1.2	Бензопилы Хускварна 365Н и 357ХР	Длина шины 45 см Шаг цепи 3/8 Объем бака для смазки цепи 0,42 л Мощность 3,9 (5,3) кВт (л. с.) Объем двигателя 65,1 см ³ Объем бака 0,77 л	Валка, обрезка сучьев	Швеция	Европейская часть: группа средне- и южнотаежных лесов; Сибирь: подзона тайги и хвойно-широколиственных лесов; Дальний Восток: подзона тайги, хвойно-широколиственных и широколиственных лесов
	Трелевочная машина чокерная типа ТТ-4М	Макс. объем трелеваемой пачки 15 000 м ³ Макс. тяговое усилие лебедки 122,3 кН Тип ходовой системы — рычажно-балансирная, передняя каретка подрессоренная Тип коробки передач — механическая Мощность двигателя 95,5 кВт Дорожный просвет 53,7 см Масса машины 14,4 т	Трелевка хлыстов	«Краслесмаш», г. Красноярск; Абаканский опытно-механический завод	
1.3	ВПМ ЛП-19А	Макс. диаметр спиливаемого дерева 90 см Макс. вылет манипулятора 8,2 м Тип срезающего органа — пильная шина (по заказу может быть установлено захватно-срезающее устройство Quadro с дисковой пилой) Мощность двигателя 96 кВт Тип ходовой системы — рычажно-балансирная Дорожный просвет 50 см Масса машины 24,0 т	Валка-пакетирование	«Лестехком», г. Йошкар-Ола	То же
	Трелевочная гусеничная машина с пачковым захватом ЛТ-187	Базовый трактор ТТ-4М Макс. объем трелеваемой пачки 10 м ³ Мощность двигателя 96 кВт Дорожный просвет 53,7 см Масса машины 16,3 т	Трелевка деревьев	«Краслесмаш», г. Красноярск; Абаканский опытно-механический завод	
	Сучкорезная машина ЛП-33А	Базовый трактор ТТ-4М Макс. диаметр обрабатываемого дерева 75 см Макс. кривизна обрабатываемого дерева 15 % Тяговое усилие механизма подачи обрабатываемого дерева 50,0 кН Мощность двигателя 95,5 кВт Масса машины 29,9 т	Обрезка сучьев	«Екатеринбургские лесные машины»	

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Технические средства (наименование, марка)	Техническая характеристика	Выполняемые операции	Изготовитель	Районы применения
1.4	ВГМ типа John Deere 753J	Макс. диаметр спиливаемого дерева 56 см Макс. вылет манипулятора 8,4 м Тип срезающего органа — дисковый Мощность двигателя 180 кВт Тип ходовой системы — жесткий тракторный Дорожный просвет 74 см Масса машины 29,9 т	Валка-пакетирование	США, Канада	»
	Или: ВГМ типа John Deere 903J	Макс. диаметр спиливаемого дерева 61 см Макс. вылет манипулятора 6,7 / 8,15 м Тип срезающего органа — дисковый Мощность двигателя 224 кВт Тип ходовой системы — жесткий тракторный Дорожный просвет 73,5 см Масса машины 32,9 т		То же	
	Трелевочная колесная машина с пачковым захватом типа JohnDeere 648H (средний класс)	Макс. объем трелеваемой пачки 7,4 м ³ Мощность двигателя 138 кВт Дорожный просвет 60 см Масса машины 14,8 т	Трелевка деревьев	»	
	Или: Трелевочная колесная машина с пачковым захватом типа JohnDeere 748H (тяжелый класс)	Макс. объем трелеваемой пачки 8,2 м ³ Дорожный просвет 60 см Масса машины 17 т	То же	»	
	Сучкорезная машина ЛП-33А	Базовый трактор ТТ-4М Макс. диаметр обрабатываемого дерева 75 см Макс. кривизна обрабатываемого дерева 15 % Тяговое усилие механизма подачи обрабатываемого дерева 50,0 кН Мощность двигателя 95,5 кВт Масса машины 29,9 т	Обрезка сучьев	«Екатеринбургские лесные машины»	
2. Заготовка сортиментов					
2.1	Бензопилы Хускварна 365H и 357XP	Длина шины 45 см Шаг цепи 3/8 Объем бака для смазки цепи 0,42 л Мощность 3,9 (5,3) кВт (л. с.) Объем двигателя 65,1 см ³ Объем бака 0,77 л	Валка, обрезка сучьев.	Швеция	Европейская часть: подзона тайги, хвойно-широколиственных лесов; Уральский таежный район;
	Трелевочная машина чокерная ТЛТ-100А (или ТТ-4М, см. п. 1.2)	Мощность двигателя 88,8 кВт Объем трелеваемого пакета 8 м ³ Тип коробки передач — механическая Масса эксплуатационная 12,6 т	Трелевка деревьев	ОТЗ, г. Петрозаводск	Сибирь: подзона тайги и хвойно-широколиственных лесов;
	Бензопилы Хускварна 365H и 357XP	Длина шины 45 см Шаг цепи 3/8 Объем бака для смазки цепи 0,42 л Мощность 3,9 (5,3) кВт (л. с.) Объем двигателя 65,1 см ³ Объем бака 0,77 л	Раскряжевка	Швеция	Дальний Восток: подзона тайги, хвойно-широколиственных и широколиственных лесов

Окончание таблицы 4

№ п/п	Технические средства (наименование, марка)	Техническая характеристика	Выполняемые операции	Изготовитель	Районы применения
2.2	Бензопилы Хускварна 365Н и 357ХР	Длина шины 45 см Шаг цепи 3/8 Объем бака для смазки цепи 0,42 л Мощность 3,9 (5,3) кВт (л. с.) Объем двигателя 65,1 см ³ Объем бака 0,77 л	Валка, обрезка сучьев, раскряжевка	Швеция	То же
	Форвардер типа John Deere 1210E	Колесная формула 6×6 / 8×8 Грузоподъемность 14,3 т Макс. вылет манипулятора 10 м Наибольшая длина транспортируемых сортиментов 6,5 м Мощность двигателя 136 кВт Дорожный просвет 60,5 см Масса машины 16,2/18,1 т	Трелевка (перевозка) сортиментов	Финляндия, Швеция	
2.3	Харвестер типа John Deere 1270E	Масса — 19,0 т Макс. вылет манипулятора 10 м Подъемный момент (брутто) 197 кНм Тяговое усилие механизма подачи обрабатываемого дерева 33,8 кН Скорость обработки механизмом подачи 0–4,5 м/с; Наибольший диаметр в зоне спливания 650 мм; Габаритные размеры (длина, ширина; высота): 7550×2750×3875 мм	Валка, обрезка сучьев, раскряжевка	То же	»
	Форвардер типа John Deere 1210E	Колесная формула 6×6 / 8×8 Грузоподъемность 14,3 т Макс. вылет манипулятора 10 м Наибольшая длина транспортируемых сортиментов 6,5 м Мощность двигателя 136 кВт Дорожный просвет 60,5 см Масса машины 16,2/18,1 т	Трелевка (перевозка) сортиментов	»	

Список литературы

- [1] Григорьев И.В., Жукова А.И., Григорьева О.И., Иванов А.В. Средоадаптивные технологии разработки лесосек в условиях северо-западного региона Российской Федерации: учебно-научное издание. СПб.: ЛТА, 2008. 174 с.
- [2] Лесной кодекс Российской Федерации: от 4 декабря 2006 г. № 200 ФЗ. 41 с.
- [3] Редькин А.К. Технология и оборудование лесозаготовок: учеб. пособие для вузов, направление бакалавриата «Лесное дело», специальность «Лесное хозяйство». М.: МГУЛ, 2010. 178 с.
- [4] Игнатов В.И., Макуев В.А., Сиротов А.В. Техническая эксплуатация и технология ремонта машин и оборудования лесного комплекса. М.: МГУЛ, 2006. 337 с.
- [5] Обыденников В.И. Лесовозобновление после сплошных рубок с применением агрегатной техники. М.: ВНИПИЭЛеспрот, 1988. Вып. 7. 28 с.
- [6] Мясичев Д.Г. Малая механизация для трелевки при рубках ухода. Архангельск: Гос. техн. ун-т, 2008. 120 с.
- [7] Григорьев И.В., Каляшов В.А. Современные тенденции развития техники и технологии лесосечных работ // Леспротоминновации, 2005. № 1. С. 6–8.
- [8] Макуев В.А. Критерии формирования парка лесосечных машин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2010. № 1 (70). С. 82–84.
- [9] Быков В.В., Тесовский А.Ю. Справочник по технологическим и транспортным машинам лесопромышленных предприятий и техническому сервису. М.: МГУЛ, 2000. 532 с.
- [10] Прохоров Л.Н., Зинин В.Ф., Желдак В.И. Система технологий и машин (СТМ) для рубок ухода за лесом // Лесная информация, 2004. № 5. С. 25–36.
- [11] Черноиванов В.И., Бледных В.В., Северный А.Э. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учебное пособие. Москва–Челябинск, 2005. 992 с.

Сведения об авторах

Запруднов Вячеслав Ильич — д-р техн. наук, профессор кафедры ЛТ-8, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: zaprudnov@mgul.ac.ru

Карпачев Сергей Петрович — д-р техн. наук, профессор кафедры ЛТ-8, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: karpachev@mgul.ac.ru

Быковский Максим Анатольевич — канд. техн. наук, доцент кафедры ЛТ-8, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: bykovskiy@mgul.ac.ru

Статья поступила в редакцию 15.08.2016 г.

TECHNOLOGIES AND TECHNICAL EQUIPMENT USED IN LOGGING OPERATIONS

V.I. Zaprudnov, S.P. Karpachev, M.A. Bykovskiy

BMSTU (Mytishchi branch), 1 st. Institutskaya, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

zaprudnov@mgul.ac.ru

There have been considered some modern technological processes of logging operations which should be developed in such a way that when performing both each operation and a complex of operations as a whole in a normal production mode, with appropriate types of felling, any unacceptable negative impacts on all ecosystem elements could be eliminated. It has been found that the choice of a load and haul fleet needed to carry out logging operations depends on a wide range of environmental and production conditions peculiar to an enterprise (stand conditions, environmental settings, types and methods of logging, the harvesting volume for each type and method of logging, etc.). The classification of the load and haul fleet exploitation conditions was based on the possibility to successfully perform the full range of major logging operations, taking into account the influence of operating conditions on the machine operation. The influence of forest conditions on the technological process of logging operations and on the choice of a machine type was determined, the above choice resulting from by the possibility to carry on logging operations with a minimal damage to the elements of the forest during the felling process. It has been proposed to choose forestry equipment taking into account the method of timber harvesting (tree-length or cut-to-length methods) and both environmental and production conditions. The choice of equipment with optimal parameters is determined primarily by its performance which would warrant its acquisition costs. However, the environmental requirements should not be neglected, i.e., the technology impact on the forest ecosystem should be minimal. The paper presents three groups of methods of choosing machines to carry out logging operations. The main reason for including a method into a particular group is its accuracy. The relationship of technologies used for harvesting timber and its transportation from felling areas in the total timber harvesting volume in the Russian Federation with the description of the main technological operations and main logging equipment has been presented.

Keywords: logging operations, a load and haul fleet, reforestation, logging technology, wood harvesting technology

Suggested citation: Zaprudnov V.I., Karpachev S.P., Bykovskiy M.A. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva protsessov lesosechnykh rabot* [Technologies and technical equipment used in logging operations]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, v. 21, no. 1, pp. 108–117. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-1-108-117

References

- [1] Grigoriev I.V., Zhukova A.I., Grigorieva O.I., Ivanov A.V. *Sredoshchadyashchie tekhnologii razrabotki lesosek v usloviyakh severo-zapadnogo regiona Rossiyskoy Federatsii* [Environmentally friendly technologies the development of cutting areas in the North-West region of the Russian Federation]. SPb.: LTA Publ., 2008, 174 p. (in Russian)
- [2] *Lesnoy kodeks Rossiyskoy Federatsii* [Forest codex of the Russian Federation] from 4 December 2006. 200 FZ, 41 p. (in Russian)
- [3] Redkin A.K. *Tekhnologiya i oborudovanie lesozagotovok* [Technology and equipment of logging]. Moscow: MSFU Publ., 2010, 178 p. (in Russian)
- [4] Ignatov V.I., Makeev V.A., Sirota A.V. *Tekhnicheskaya ekspluatatsiya i tekhnologiya remonta mashin i oborudovaniya lesnogo kompleksa* [Maintenance and repair of machines and equipment of forest complex]. Moscow: MSFU Publ., 2006, 337 p. (in Russian)
- [5] Obydennikov V.I. *Lesovozobnovlenie posle sploshnykh rubok s primeneniem agregatnoy tekhniki* [Reforestation after clear-cutting with the use of aggregate equipment] *Environmental protection*, v. 7, Moscow: NIPIEllesprom, 1988, 28 p. (in Russian)
- [6] Myasishchev D.G. *Malaya mekhanizatsiya dlya trelevki pri rubkakh ukhoda* [Small machines for skidding when thinning]. Arkhangelsk: Arkhangelsk state technical university, 2008, 120 p. (in Russian)
- [7] Grigoriev I.V., Kalyashov V.A. *Sovremennye tendentsii razvitiya tekhniki i tekhnologii lesosechnykh rabot* [Modern trends in technique and technology of logging operations] *Lesprominform*, no. 1, 2005, pp. 6-8. (in Russian)
- [8] Makuev V.A. *Kriterii formirovaniya parka lesosechnykh mashin* [Criteria for formation of the park logging machines] *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2010, no. 1 (70), pp. 82-84. (in Russian)
- [9] Bykov V.V., Tesovskiy A.Yu. *Spravochnik po tekhnologicheskim i transportnym mashinam lesopromyshlennykh predpriyatiy i tekhnicheskomu servisu* [Handbook of technological and transport machines for timber companies and technical services], Moscow: MSFU Publ., 2000, 532 p. (in Russian)
- [10] Prokhorov L.N., Zinin V.F., Zheldak V.I. *Sistema tekhnologiy i mashin (STM) dlya rubok ukhoda za lesom* [The system of technologies and machines (STM) for thinning of the forest]. *Forest information*, no. 5, 2004, pp. 25-36. (in Russian)
- [11] Chernoiyanov V.I., Blednykh V.V., Severnyy A.E. *Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v sel'skom khozyaystve* [Maintenance and repair of machinery in agriculture: a training manual] Moscow-Chelyabinsk, 2005. 992 p.

Author's information

Zaprudnov Vyacheslav Il'ich — Dr. Sci. (Tech.), Prof. BMSTU (Mytishchi branch), e-mail: zaprudnov@mgul.ac.ru

Karpachev Sergey Petrovich — Dr. Sci. (Tech.), Prof. BMSTU (Mytishchi branch), e-mail: karpachev@mgul.ac.ru

Bykovskiy Maksim Anatol'evich — Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof. BMSTU (Mytishchi branch), e-mail: bykovskiy@mgul.ac.ru

Received 15.08.2016