

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

МДК01.01 «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЛЕСОЗАГОТОВОК»

***ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО
ПРОФИЛЯ ПОЛУЧАЕМОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ***

Разработала Панова Дарья Игоревна, преподаватель кафедры
экономико-деревообрабатывающих дисциплин

В методических указания по выполнению курсового проекта по
междисциплинарному комплексу МДК 01.01 «Технологические процессы
лесозаготовок», изложены методические рекомендации по выполнению
курсового проекта, в результате их выполнения, студент закрепляет
теоретические знания и навыки расчета.

Предназначено для студентов технического профиля получаемого
профессионального образования, очной формы обучения.

Рассмотрено на заседании кафедры информационных систем,
программирования и автоматизации

« _____ » _____ 20__ г. _____

Одобрено и утверждено редакционным советом

(Подпись председателя РС)

« _____ » _____ 20__ г. № _____

Содержание

Введение	5
1.Технологический процесс лесосечных работ	10
1.1 Обоснование схемы технологического процесса	10
1.2 Выбор способа рубок и размеров лесосеки.	
Определение необходимого числа лесосек	.11
1.3 Выбор способа разработки лесосеки	12
1.4 Режим работы предприятия и объемы производства по операциям	14
1.5 Определение трудозатрат на проведение подготовительных работ	15
1.6 Выбор и обоснование применяемых машин и механизмов	16
1.7 Расчет производительности машин и механизмов	16
1.8 Расчет производительности многооперационных машин	23
1.9 Описание технологического процесса лесосечных работ	24
Список использованных источников	26

Введение

Технологический процесс лесосечных работ представляет собой комплекс мероприятий по заготовке древесины в лесном массиве, результатом которых являются несколько видов древесной продукции, называемой деревьями, хлыстами, сортиментами, щепой.

Лесосекой называют участок леса, деревья на котором определены к спиливанию, другими словами – это лесная зона, отведенная под лесосечные работы. Лесосечные работы производятся во время лесозаготовки и включают в себя комплекс технологических операций, связанных с валкой деревьев, их сортировкой, транспортировкой и соответствующими подготовительными и вспомогательными работами. Набор мероприятий и порядок их проведения зависят от технологического процесса, определяемого видом получаемой древесины.

Лесосечные работы имеют свои отличительные характеристики:

1. Проводятся в различных климатических и географических условиях (сухость, влажность, тепло, холод, равнины и взгорья).
2. Охватывают все существующие разрешённые для обработки виды древесины, включая их размещение, количество запасов, получаемое сырьё, его размеры, качество.
3. Имеют разнообразие производственных условий.
4. Лесозаготовительные участки удалены друг от друга и иногда разобщены.

Благодаря перечисленным характеристикам лесосечные работы являются наиболее трудоёмкими во всем комплексе производственных процессов лесозаготовительного предприятия.

В лесосечных работах содержится комплекс процессов, характеризующихся по значимости и производственному содержанию:

- основные,
- подготовительные,
- вспомогательные.

Их можно сгруппировать следующим образом:

1. Рабочие мероприятия на лесосеке, предшествующие основным операциям:
 - подготовительные (подготовка пунктов лесопогрузки, верхних лесных складов, лесовозных дорог и самой лесосеки);
 - вспомогательные (создание передвижных пунктов технического обслуживания, обеспечение агрегатов топливом и расходными материалами, обеспечение бытовых условий рабочим).
2. Основные лесосечные операции:
 - валка деревьев (операция спиливания деревьев с корня и укладки в пачки или пакеты для удобства дальнейшего перемещения);
 - трелевка (процесс непосредственного перемещения деревьев, сортиментов и хлыстов от места спиливания, в пункт лесопогрузки или к лесовозной дороге);

- очистка дерева от сучьев (спиливание или обрубка со ствола дерева веток и сучьев, их можно использовать на лесосеке как материал для создания лесовозных путей);

- раскряжёвка хлыстов (деление хлыстов по предварительной разметке на сортименты требуемой длины, производится или непосредственно на лесосеке, или на верхнем складе).

Строение лесосеки.

Лесосека делится на делянки, в одной делянке располагается несколько пазок – полос с шириною в 15-20, 30, 50 метров. Спеленные деревья увозятся с пазки по трелевочному волоку, который располагается вдоль каждой пазочной полосы. Для каждой делянки устраивается свой лесопогрузочный пункт, возле которого обязательно проходит лесовозная дорога.

Технологии лесосечных работ.

Технический прогресс не стоит на месте, постоянно модернизируются и создаются новые специализированные машины, их внедрение в процесс лесосечных работ позволяет улучшить условия труда рабочих, уменьшить ручной труд на лесосеках, но полностью автоматизировать его и заменить собой ручные элементы механизации - автоматика так и не смогла.

Это происходит потому, что на лесосечных работах отражаются природные условия, которые в нашей стране разнообразны и местами довольно суровы. Но кроме климатических и географических условий, на применение машин влияют технологии рубки, что происходит, к примеру, при несплошных рубках, когда использование техники ограничено или исключено. Иногда бензиномоторными пилами производятся практически все основные рабочие операции.

Механизированная технология.

Механизированная валка производится ручными цепными бензомоторными пилами и валочными приспособлениями (гидроклин, домкрат и др.). С помощью цепных пил выполняются операции:

- валки деревьев,
- раскряжёвки хлыстов,
- обрезки сучьев.

Одно из важных требований, оно же и особое искусство при валке цепными пилами – умение направить падение дерева в заранее определённую сторону. Здесь одновременно учитывается ряд условий:

- диаметр ствола и его наклон,
- форма и скученность кроны,
- направление ветра и его сила.

В механизированной технологии предусмотрены операции:

1. Обязательная предварительная подготовка рабочего места. При которой дерево осматривается, оцениваются его влияющие на валку характеристики, окружающее пространство вокруг дерева очищается от кустов и молодой поросли, в зимний период расчищается снег – вальщику ничего не должно мешать находиться в удобной позе и свободно отойти от дерева в момент его падения.

2. Со стороны направления падения делаются две параллельные резы или подпил в виде клина.

3. Спилывание выполняется с противоположной стороны от подпила с использованием валочного приспособления, необходимого для предотвращения заклинивания пильной шины и придания стволу направления падения.

4. При начале падения (сталкивание) вальщик должен высвободить приспособление для валки и отойти от ствола на безопасное расстояние.

Хлыстовая технология.

Технология заготовки хлыстов предусматривает высокий процент автоматизации всего цикла, от спила дерева до попадания на конечный склад, включая транспортировку. Заготовка хлыстов характеризуется следующими чертами:

- дерево спиливается и снимается с корня;
- освобождается от сучьев и от вершины;
- в таком виде, как бревно, транспортируется.

При этом на лесосеке производится минимальное количество обрабатываемых операций, что позволяет уменьшить непродуктивную потерю древесины, возникающую при обработке в «полевых условиях», которая наиболее эффективна и экономична в условиях лесоперерабатывающего предприятия на стационарном оборудовании.

Хлыстовая технология была разработана ещё в Советском Союзе, характеризовалась как наиболее эффективный способ сохранения древесного сырья при производстве, и длительное время была распространена на территории России.

В настоящее время хлыстовая технология в нашей стране мало употребима – всего четверть (статистика за 2019 год) от общего количества выработки древесины, причиной стало законодательное ограничение, распространяющееся на правила перевозки хлыстов по автомобильным дорогам. Благодаря этому самой распространённой стала сортиментная технология. А удобство и экономичность хлыстовой технологии не скрылась от зарубежных производителей и в настоящее время наиболее широко применяется в странах североамериканского континента.

Сортиментная технология

В сортиментной технологии широко распространено использование машинных комплексов, они включают в себя разные узконаправленные функциональные модули, выполняющие определённые технические задачи, такие как загрузка дерева, обрезание сучков, протаскивание, раскряжёвка и других.

К машинным комплексам относятся:

- Харвестеры (валят деревья, срезают сучки, делают раскряжёвку). Машина используется как основной комплекс, эффективна на участках не сплошных рубок, с её помощью выполняются все операции – спиливание дерева, подготовка сортиментов, их сортировка, формирование пачек, благодаря такой многофункциональности экономична и снижает трудозатраты.

- Процессоры (срезают сучки, делают раскряжёвку). Очищает от сучьев поваленные деревья, готовит хлысты.

- Форвардеры (производят трелевочные операции). Форвардер – машина с повышенной проходимостью, её технологическая задача собирать спиленный материал, досортировывать, перемещать и штабелировать сортименты.

- Валочно-сучкорезные-раскряжевно-трелевочные форвестеры – многофункциональные машины.

Три распространённых сортиментных технологии.

№1 - С центральным волоком. Технология, при которой волок расположен в центральной части пасеки, используется на делянках, где необходимо сохранить подрост. Валка производится непосредственно с волока налево и направо, без заезда вглубь пасеки. Деревья направляются перпендикулярно линии волока вершиной вглубь каждой полупасеки, выпиленные сортименты укладываются вдоль края волока, оставляя нетронутым ближайший к нему подрост. Технология предусматривает использование харвестера на валке и раскряжёвке и форвардера для перемещения сортиментов.

№2. В данной технологии допускаются заезды харвестера вглубь пасеки. Используется при проведении сплошных рубок, а также не сплошных, где необходим подъезд к разно удалённым от волока деревьям. Для плавных примыканий к волоку заезды происходят по дуге от его линии.

№3. Данная технология характеризуется наличием между двумя волоками дополнительного технологического коридора, которым пользуется только харвестер, где он производит валку и складывает пачки сортиментов на удалении от себя, чтобы у форвардера была возможность достать их, находясь на волоке. Форвардер также выполняет перемещение сортиментов и работает только на волоках.

Дополнительный коридор позволяет выделять на волоки меньшую площадь. Технология может использоваться для выборочных рубок разной интенсивности и для сплошной рубки.

Сортиментные технологии с использованием на лесосеках машинных комплексов позволяют увеличить сохранность разрабатываемых лесных площадей для развития подроста, сделать лесосечные работы производительными и экономически эффективными.

Технологические процессы лесозаготовки является одной из основных профилирующих дисциплин. Эта дисциплина охватывает широкий круг проблем. С одной стороны она связана с заготовкой, транспортом, первичной обработкой и переработкой древесного сырья, производством товаров народного потребления и производственного назначения и комплексной переработкой низкокачественной древесины и отходов производства. С другой стороны, с воспроизводством лесных ресурсов и всех полезностей леса, т.е. с непрерывностью и не истощительностью пользования лесом. Многие полезности могут быть реализованы в процессе рациональной заготовки древесины.

Основная хозяйственная задача заключается в сохранении качества лесов, их наиболее ценного древесного состава, особенно хвойных пород. При планировании развития лесного хозяйства особое внимание следует обращать на усиление водоохраных, защитных, климатообразующих,

оздоровительных и иных полезных природных свойств лесов в интересах народного хозяйства, улучшения окружающей среды.

Технологические процессы лесозаготовок охватывает большой комплекс работ в области лесного хозяйства, которое в свою очередь тесно взаимодействует с другими отраслями. Развитие лесного хозяйства обусловлено экономическими и социальными потребностями страны. Лесное хозяйство как отрасль, формирующая, сохраняющая и регулирующая использование лесных ресурсов, призвано вести свою деятельность в направлении возрастания запасов лесных ресурсов, повышения их качества и правильного территориального размещения.

1 Технологический процесс лесосечных работ

1.1 Обоснование схемы технологического процесса

Лесосечные работы являются первой фазой технологического процесса лесозаготовительного предприятия. В их состав входят основные работы (валка деревьев, обрубка сучьев, трелевка и погрузка леса), подготовительные работы (подготовка лесосек, трелевочных волоков, лесопогрузочных пунктов), вспомогательные работы, очистка лесосек от порубочных остатков. Число и состав работ на лесосеке зависят от общего, принятого на предприятии технологического процесса и включают 3-8 основных операций. К ним относятся валка деревьев, трелевка, очистка деревьев от сучьев, раскряжевка хлыстов, сортировка лесоматериалов, штабелевка и погрузка на лесовозный транспорт.

В соответствии с данными по курсовому проектированию, с учетом способа вывозки сортиментов принимаем следующую схему технологического процесса:

При вывозке сортиментов - валка деревьев, трелевка деревьев, обрубка сучьев, раскряжевка хлыстов и погрузка лесоматериалов.

Валка деревьев является первой операцией технологического процесса заготовки древесного сырья. При валке дерево отделяют от прикорневой части, превращая его в предмет дальнейшей обработки на лесосеке, лесопогрузочном пункте или верхнем лесоскладе. Валка деревьев производится бензопилой «Штиль - 361».

При трелевке деревья перемещают от места валки к лесопогрузочному пункту. В состав работ входят следующие элементы: транспортировка одного или нескольких сортиментов на лесопогрузочный пункт и обратный ход трактора на лесосеку. Трелевка производится трактором МТЗ – 82 с трелевочным механизмом типа «Муравей». Погрузку сортиментов на лесовозный транспорт производим Уралом 55-57 с манипулятором.

Очистка деревьев от сучьев наиболее трудоемкая операция лесосечных работ, т.к., включает в себя следующие приёмы: обрубку сучьев, сбор сучьев в кучи в пустоты между деревьями и сжигание их в не пожароопасный период.

Следующей операцией технологического процесса является раскряжевка, она заключается в поперечном делении хлыста на сортименты от 2 до 6,5 м. Производится с помощью бензопилы «Штиль - 361» и рулетки.

Это пример

1.2 Выбор способа рубок и размеров лесосеки. Определение необходимого числа лесосек

Таблица 1 – Выбор варианта

Вариант	Годовой объём производства, м ³	Общий запас леса на га., м ³	Длина деляны, м	Ширина деляны, м
1	87000	160	400	130
2	86000	150	380	120
3	89000	180	390	120
4	87500	155	420	130
5	90000	180	500	150
6	88000	175	460	150
7	87500	160	400	120
8	89000	180	470	150
9	90000	175	480	150
10	88000	170	410	130
11	88500	180	420	130
12	89500	170	420	130

При выборе способа рубок и размеров лесосек руководствуемся Правилами сплошных рубок в лесах Западной Сибири и данными задания на курсовой проект. Принимаем следующие размеры лесосеки: по варианту.

Площадь лесосеки S определяется по формуле

$$S = \frac{Q}{q_{\text{га}}} \quad (1)$$

где Q – годовой объём производства, м³;
 $q_{\text{га}}$ – общий запас леса на га., м³;

Число делян N , необходимых для выполнения годового плана предприятием рассчитывается по формуле

$$N = \frac{10000 \cdot S}{B \cdot L}, \text{шт} \quad (2)$$

где B – ширина деляны, м;
 L – длина деляны, м.

1.3 Выбор способа разработки лесосеки и делянки

Вследствие неправильной формы и непостоянных размеров лесосек расположение волоков может быть как параллельным, радиальным и диагональным, как с магистральным волоком, так и без него, количество и расположение погрузочных пунктов будет зависеть от количества, размеров и

расположения естественных прогалин. Лесовозные дороги и усы должны быть расположены на существующей густой сети лесных и лесопожарных дорог.

Ширина пасеки зависит от возраста и высоты насаждения. Лесосека разбивается на пасеки с трелёвочным волоком посередине. Сучья, вершины обрубает на месте у пня, тут же проводят раскряжёвку хлыста на сортименты, затем, после трелёвки сортиментов, порубочные остатки укладывают на волоке, естественных прогалинах и т.п.

Разработку пасек начинают с ближнего края по отношению к погрузочному пункту с предварительной разработкой волока. Валку всех клейменных деревьев проводят сразу по всей ширине полупасек, вершиной на волок в сторону трелёвки. Ширину пасеки в этом случае принимают 30 - 40 м., волока 3 - 5 м. Погрузочные пункты располагаются у дорог и квартальных просек, на полянах, прогалинах и других не покрытых лесной растительностью площадях. Общая площадь погрузочных площадок должна быть не более 0,2 га. на лесосеках до 10 га, 0,3 га. на лесосеках площадью 10 - 15 га. Общая площадь технологических коридоров, прорубаемых при проходных рубках, не должна превышать 15 % площади лесосеки.

При выборе схемы освоения лесосеки учитывается сезон лесозаготовок, тип лесовозной дороги, тип тягача. На плане лесосеки обозначают делянки, пасеки, волоки, верхние лесосклады, направления и последовательность движения рабочих и тракторов, зоны безопасности, лесовозные усы и места размещения оборудования.

Основными собирающими путями заготовленного леса являются лесовозные усы. Вследствие хорошей освоенности лесов Озерского лесхоза лесовозные усы проектируются по существующей сети дорог и просек. При небольших размерах лесосеки и наличии дорог общего пользования лесопогрузочный пункт можно расположить вне контура лесосеки. Трелёвка осуществляется колесными тракторами МТЗ – 82 в пространствах между деревьями.

Из выше сказанного и схем освоения лесосеки выбираем схему лесосеки с одним лесовозным усом, так как ширина лесосеки, расположение уса вдоль длинной стороны лесосеки.

После составления схем освоения лесосеки приступают к выбору способа разработки делянки, взятой из схемы освоения лесосеки. При этом следует учитывать базовый механизм на валке деревьев и способ вывозки леса. В данном случае бензопила и вывозка сортиментов. При разработке делянки возможны следующие способы разработки: метод широкого фронта, параллельный, радиальный. Метод широкого фронта применяется при широком использовании на погрузке челюстных погрузчиков, а также для создания запасов вдоль лесовозного уса. Параллельная схема применяется при крупнопакетной погрузке, т.е. большие трудозатраты на сооружение погрузок. Радиальный способ применяется при сортиментной вывозке. Таким образом, мы выбираем – радиальный способ разработки делянки

С учетом выбранных схем следует выполнить на отдельном листе ватмана план разработки делянки с расстановкой необходимых размеров, с размещением погрузочных пунктов, с указанием очередности разработки

пасек, направления трелевки и размещения оборудования, лесовозного уса, зоны безопасности.

Для выбранной схемы разработки делянки определяется среднее расстояние трелевки хлыстов, которое не должно превышать 300 м.

$$L_{\text{ср}} = 0,5B + 0,4L \quad (3)$$

где $L_{\text{ср}}$ – среднее расстояние трелевки, м;

B – ширина деляны, м;

L – длина деляны, м.

1.4 Режим работы предприятия и объёмы производства по операциям

Для определения объёма производства по операциям определяем число рабочих дней в году. При этом учитываем число дней работы в неделю (пяти или шестидневная рабочая неделя), время на осенне-весеннюю распутицу и на перебазировки лесозаготовительных бригад, тип лесовозной дороги, число праздничных дней в этом году.

Возьмем пятидневная рабочую неделю, тогда число рабочих дней в году будет составлять

$$N = N_{\text{общ}} - N_{\text{вых}} - N_{\text{празд}} - N_{\text{распут}} - N_{\text{перебаз}} \quad (4)$$

где: $N_{\text{общ}}$ - число дней в году;

$N_{\text{вых}}$ - число выходных;

$N_{\text{празд}}$ - число праздничных дней;

$N_{\text{распут}}$ - число дней на распутицу (~20);

$N_{\text{перебаз}}$ - число дней на перебазировку (~6).

Суточная производительность $Q_{\text{сут}}$ заготовки леса определяется по формуле

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q}{N} \quad (5)$$

где Q - годовой объем производства;

N - число рабочих дней.

Сменная производительность $Q_{\text{см}}$ по операциям определяется по формуле

$$Q_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{n} \quad (6)$$

где n – число смен работы на данной операции.

Число смен работы устанавливается в зависимости от времени года, применяемого оборудования, состава бригады и т.д. В данном случае принимаем число смен – 2.

Режим работы предприятия отразить в Таблице 2.

Таблица 2 - Режим работы предприятия

Наименование операции	Годовой объем заготовки, м ³	Число		Объем производства, м ³	
		рабочих дней в году	смен работы в сутки	в сутки	в смену
Валка деревьев					
Обрубка сучьев					
Раскряжевка хлыстов					
Трелевка сортиментов					
Погрузка лесоматериалов					

1.5. Определение трудозатрат на проведение подготовительных работ

Подготовительные работы включают следующие виды работ: уборка опасных деревьев, разметка волоков, разрубка зоны безопасности и мест стоянки оборудования, перебазировки бригад из одной лесосеки в другую, устройство лесопогрузочных пунктов.

Трудозатраты (Т) на подготовительные работы рассчитываются по формуле

$$T = \frac{Q}{q} \left(A + \frac{B}{S} \right) \text{ ч/дн} \quad (7)$$

где: Q – годовая программа;

q – запас леса на 1га;

A – трудозатраты на подготовку 1га лесосеки одним рабочим – 0,5 дня;

B – трудозатраты на подготовку одного погрузочного пункта рабочим 1,4 дня;

S – площадь, тяготеющая к одному погрузочному пункту – 6 га;

С учетом выбранного числа дней работы в году N и трудозатрат определяем потребное число рабочих

$$n_1 = \frac{T}{N}, \text{ чел} \quad (8)$$

1.6 Выбор и обоснование применяемых машин и механизмов

Колёсный трактор МТЗ – 82 добавить описание ПРИМЕР

1.7. Производительность машин и механизмов

При расчете потребности в оборудовании определяется технически возможная производительность по каждому механизму в отдельности. После вычисления технически возможной производительности механизмов определяется норма выработки по ЕНВиР (единые нормы времени и расценки). При отсутствии в нормах производительности механизма сменная производительность устанавливается исходя из технически возможной производительности или их фактически полученной на предприятиях.

ЕНВиР добавить

1.7.1 Производительность бензомоторных пил

Бензопила добавить описание

Производительность бензиномоторных пил определяется по формуле

$$P_{\text{см}} = \frac{T_{\text{см}} \cdot \varphi_{\text{в}} \cdot q_{\text{хл}}}{T_{\text{ц}}} \quad (9)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, с; при 8-часовой рабочей смене $T_{\text{см}} = 28800$ с (односменный режим работы), при 7-часовой рабочей смене $T_{\text{см}} = 25000$ с (двухсменный);

$\varphi_{\text{в}}$ – коэффициент использования рабочего времени; для бензиномоторных пил $\varphi_{\text{в}} = 0,4 \dots 0,6$;

$q_{\text{хл}}$ – объем хлыста, м^3 ; (по заданию);

$T_{\text{ц}}$ – время цикла обработки одного дерева, с.

1.7.2 Расчет времени цикла на валке бензопилой

Время цикла на валке деревьев $T_{\text{ц}}$ определяется как сумма составляющих

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \text{ с}, \quad (10)$$

где t_1 – время на подготовку рабочего места (удаление подлеска, утаптывание снега зимой и т.д.). Величина t_1 зависит от состояния площади лесосеки и ее рекомендуют принимать на незахламленной лесосеке с

небольшим количеством подлеска $t_1 = 10...15$ с, а с учетом расчистки снега $t_1 = 15...25$ с;

t_2 – время, затрачиваемое на спиливание дерева с учетом выполнения подпила, с;

t_3 – время на переход от подпила к спиливанию, принимается в пределах 3...5 с;

t_4 – время падения дерева и отход от него, принимается в пределах 5...10 с;

t_5 – время на переход от одного обрабатываемого дерева к другому.

Время, затрачиваемое на спиливание дерева с учетом подпила, определяют по формуле

$$t_2 = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot k_{н.п.}}{4 \cdot \Pi_{ч.п.} \cdot \varphi_{ч.п.}}, \text{с} \quad (11)$$

где d – средний диаметр дерева в месте его спиливания, см, (принимается по дополнительному материалу в зависимости от длины и объема хлыста);

$k_{н.п.}$ – коэффициент увеличения площади пиления за счет подпила, $k_{н.п.} = 1,25...1,3$;

$\varphi_{ч.п.}$ – коэффициент использования производительности чистого пиления. На валке деревьев $\varphi_{ч.п.} = 0,5...0,6$;

$\Pi_{ч.п.}$ – производительность чистого пиления мотоинструмента, м /с. По технической характеристике современных бензиномоторных пил значение $\Pi_{ч.п.}$ устанавливается в пределах 60... 130 см /с (выбирается в зависимости от модели бензиномоторной пилы и используемой на ней цепи).

Время на переход от одного дерева к другому зависит от количества обрабатываемых деревьев, размещенных на 1 га, и скорости перемещения вальщика. С учетом сказанного значение t_5 при сплошных рубках можно определить по формуле

$$t_5 = \frac{100 \cdot k_H \sqrt{\frac{q_{хл}}{q_{га}}}}{V_{MT}^B}, \text{с} \quad (12)$$

где V_{MT}^B – скорость перемещения моториста по лесосеке при валке деревьев, которая принимается в пределах 0,4...0,6 м/с;

$q_{га}$ – ликвидный запас древесины на 1 га лесосеки, м /га (принимается по данным индивидуального задания);

k_H – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения деревьев на лесосеке, $k_H = 1,2$.

При выборочных рубках время t_5 определяется по формуле

$$t_5 = \frac{100 \cdot K_{\Pi}}{V_{\text{MT}}^B \cdot \sqrt{n_d}} \quad (13)$$

где K_{Π} – коэффициент, учитывающий условия перехода вальщика с учетом обхода встречающихся на пути деревьев и визуального поиска отмеченных в рубку деревьев, принимается в пределах 1,25... 1,5;

n_d – количество деревьев, отведенных в рубки, которое в зависимости от видов и очередности рубок, условий проведения, породного состава колеблется в широких пределах и составляет при осветлениях – 1000...3000, при прочистках – 400...1000, при прореживаниях – 200...500 и при проходных рубках – 80...300.

1.7.3 Расчет времени цикла на обрезке деревьев от сучьев бензопилой

Производительность бензиномоторных пил на обрезке деревьев от сучьев определяется по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{T_{\text{см}} \cdot \varphi \cdot q_{\text{хл}}}{t_c} \quad (14)$$

где $T_{\text{см}}$ – время смены;
 φ – коэффициент использования рабочего времени смены, равный $\varphi = 0,15...0,2$ – на лесосеке и $\varphi = 0,21...0,25$ – на лесопогрузочном пункте;

$q_{\text{хл}}$ – средний объем хлыста;

t_c – время спиливания сучьев на одном дереве.

Величина t_c определяется как

$$t_c = \frac{F_c}{\Pi_{\text{ч.п.}}} \quad (15)$$

где F_c – суммарная площадь среза сучьев на одном дереве;
 $\Pi_{\text{ч.п.}}$ – производительность чистого пиления, $\text{см}^2/\text{с}$, ($\Pi_{\text{ч.п.}} = 75 \dots 120 \text{ см}^2/\text{с}$, по технической характеристике, а реально $12...28 \text{ см}^2/\text{с}$).

Суммарная площадь среза F_c на одном дереве, как говорилось ранее, зависит от породы дерева, его диаметра и ряда других факторов, и для выбора ее значений можно воспользоваться данными табл. 3.

Таблица 3 – Зависимость суммарной площади срезаемых сучьев F_c от диаметра дерева d

Диаметр дерева, d , см	8	16	24	28	32	36	40
Суммарная площадь среза сучьев F_c , см^2	120... 295	235... 470	470... 770	940... 1240	1240... 2125	1770... 3070	1950... 3540

Примечание: большие значения F_c – для ели, средние – для осины и березы и меньшие – для сосны.

Реальная производительность при обрезке сучьев с помощью моторизованного инструмента может составлять от 25 до 50 м³ в смену.

При расчете производительности бензиномоторных пил на раскряжевке хлыстов время цикла определяется по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{T_{\text{см}} \cdot \varphi_{\text{в}} \cdot q_{\text{хл}}}{T_{\text{ц}}} \quad (16)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, с; при 8-часовой рабочей смене $T_{\text{см}} = 28800$ с (односменный режим работы), при 7-часовой рабочей смене $T_{\text{см}} = 25000$ с (двухсменный);

$\varphi_{\text{в}}$ – коэффициент использования рабочего времени; для бензиномоторных пил $\varphi_{\text{в}} = 0,4 \dots 0,6$;

$q_{\text{хл}}$ – объем хлыста, м³; (по заданию);

$T_{\text{ц}}$ – время цикла обработки одного дерева, с.

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (17)$$

где t_1 – время, перемещения моториста вдоль дерева с учетом разметки хлыстов, определяется по формуле

$$t_1 = \frac{2,3 \cdot l_{\text{хл}}}{V_{\text{мт}}^{\text{п}}} \quad (18)$$

где $V_{\text{мт}}^{\text{п}}$ – скорость перемещения моториста вдоль хлыста при его раскряжевке, м/с; принимается в пределах 0,1...0,2 м/с;

t_2 – время на пиление хлыста, определяется по формуле

$$t_2 = \frac{\pi \cdot d_{\text{сер}}^2 \cdot n_{\text{р}}}{4 \cdot \Pi_{\text{ч.п.}} \cdot \varphi_{\text{ч.п.}}} \quad (19)$$

где $d_{\text{сер}}^2$ – срединный диаметр хлыста, м; (принимается в зависимости от длины и объема хлыста);

$\varphi_{\text{ч.п.}}$ – коэффициент использования производительности чистого пиления $\varphi_{\text{ч.п.}} = 0,5 \dots 0,6$;

$n_{\text{р}}$ – число резов (целое), приходящееся на один хлыст при раскряжевке, определяется как

$$n_{\text{р}} = \frac{l_{\text{хл}} - l_{\text{в}}}{l_{\text{с}}} + 1, \text{ шт} \quad (20)$$

где l_b – длина отпиливаемой вершины, м; $l_b = 1,5...2,0$ м;
 l_c – длина выпиливаемого сортимента, м $l_c = 3... 6$ м;
 t_3 – время на переход от дерева к дереву, с. При раскряжевке у пня t_3 определяется так же, как и на валке деревьев, при раскряжевке на погрузочной площадке $t_3 = 10... 15$ с.

t_4 – время на окучивание сортиментов, с $t_4=0$

$$t_4 = n_p \cdot t_{y.k} \quad (21)$$

$t_{y.k}$ – время на укладку в кучу одного сортимента, $t_{y.k} = 20...60$ с.

При раскряжевке у места валки дерева укладка сортиментов в кучу может не производиться. Окучивание крупномерных сортиментов вручную не производится. В этом случае $t_4=0$.

1.8 Расчет производительности многооперационных машин

Технологический процесс лесосечных работ представляет собой ...

Лесосечные работы имеют свои отличительные характеристики . . .

В лесосечных работах содержится комплекс процессов...

Существует несколько видов трелевочных машин...

Добавить описание тех процессов, многооперационных машин, лесосечных работ.

Производительность лесозаготовительных машин определяется по формуле

$$П_{см} = \frac{T_{см} \cdot \varphi_b \cdot q_{хл}}{T_{ц}} \quad (22)$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, с;

φ_b – коэффициент использования рабочего времени смены, учитывающий простои по техническим, технологическим и организационным причинам;

$q_{хл}$ – среднее значение объема хлыста, м³;

$T_{ц}$ – время цикла обработки одного дерева, с.

Таблица 4 – Значения φ_b , рекомендуемые для учебных расчетов

Марка машины	Значения φ_b при продолжительности смены	
	$T_{см} = 28800с$	$T_{см} = 25200с$
ВМ-4А	0,77	0,75
ЛП-17 ЛП-49	0,75	0,73
ЛП-19 ЛП-19А	0,79	0,76
Харвестер	0,75	0,73

1.8.1 Расчет производительности валочно-пакетирующих машин

Производительность валочно-пакетирующих машин рассчитывают с учетом регламентирования простоев, но в отличие от аналогичного расчета производительности бензиномоторных пил, регламентированные простои принимаются с учетом специфики тракторных работ. В этом случае формула для расчета сменной производительности при машинной валке леса имеет вид

$$P_{\text{см}} = \frac{T_{\text{см}} - (T_{\text{п.з.}} + T_{\text{об.}} + T_{\text{от.п.}})}{T_{\text{ц}}} \cdot q_{\text{хл}} \quad (22)$$

где $P_{\text{см}}$ – сменная производительность трелевочного оборудования, м^3 ;

$T_{\text{см}}$ – время смены;

$T_{\text{п.з.}}$, $T_{\text{об.}}$, $T_{\text{от.п.}}$ – затраты времени, соответственно, на подготовительно-заключительные работы, обслуживание и отдых и личные надобности;

$q_{\text{хл}}$ – средний объем хлыста, м^3 ;

$T_{\text{ц}}$ – время обработки одного дерева.

Оборудование в отрезки времени, обозначенные в числителе формулы в скобках, не работает, поэтому при подсчете производительности они исключаются из общего времени смены, при этом значение этих исключаемых затрат времени заранее планируется. Так, для определенного типа оборудования устанавливается значение $T_{\text{п.з}}$ (время на подготовку к выполнению задания, инструктаж, прогрев и запуск двигателя, переезд машины со стоянки к месту работы и т.д.) и $T_{\text{об}}$ (время на заправку машин, наружный осмотр, проверку и дозаправку масла, топлива). Для тракторных агрегатов обычно задается суммарное значение, $(T_{\text{п.з.}} + T_{\text{об.}})$, и оно составляет от 30 до 50 мин. Также задается значение $T_{\text{отп.}}$ в соответствии с нормативами по труду в % от оперативного времени (разность в числителе формулы $T_{\text{оп}} = T_{\text{см}} - (T_{\text{п.з.}} + T_{\text{об.}} + T_{\text{отп.}})$) – в пределах 8...12 %, что составляет 30...40 мин.

Для расчета производительности валочно-пакетирующих машин можно использовать ту же формулу, которая применяется для расчета производительности машинной трелевки, но вместо объема трелеваемой пачки следует брать объем пакета (средний объем 1...2 м^3). Цикловое время при работе ВПМ (ЛП-19Б, ВПМ-35) составляют из следующих элементов

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (23)$$

где t_1 – время наведения захватно-срезающего устройства машины на дерево, его захват и натяг;

t_2 – время на срезание дерева;

t_3 – время на перенос дерева и его укладку в пакет;

t_4 – время на перемещение машин с одной технологической стоянки на другую.

Учитывая сложность процесса наводки, его затруднительно определять аналитически, и обычно значение t_1 определяют фотохронометражом ($t_1 = 25...40$ с).

Время на спиливание дерева определяют, исходя из поперечного размера ствола в месте срезания и производительности чистого пиления

$$t_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot \Pi_{\text{ч.п.}} \cdot \varphi_{\text{ч.п.}}} \quad (24)$$

где d – средний диаметр ствола дерева в месте спиливания, м; (принимается по исходным данным относительно объема хлыста);

Таблица 5 – Исходные данные

$V_{\text{хл}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
d , см	12	16	20	24	26	28	30	32	34	36

$\Pi_{\text{ч.п.}}$ – производительность чистого пиления, которая составляет 200...250 см²/с;

$\varphi_{\text{ч.п.}}$ – коэффициент использования производительности чистого пиления, принимаемый в пределах 0,6...0,7.

Время на перенос дерева и укладки его в пакет t_3 определяется по формуле

$$t_3 = \frac{2 \cdot \varphi \cdot K_1 \cdot K_2}{\omega} \quad (25)$$

где φ – средний угол поворота манипулятора с ЗСУ от места срезания дерева до места укладки его в пакет, рад; 140

K_1 – коэффициент, учитывающий время укладки дерева в пакет, принимаемый равным 1,2...1,4;

ω – угловая скорость поворота манипулятора, выбираемая в пределах 0,05...0,3π, рад/с;

K_2 – коэффициент, учитывающий затраты времени на подготовку к повороту и маневрирование ЗСУ с деревом, $K_2 = 1,1...1,2$.

Время, затрачиваемое на перемещение машины, равно

$$t_4 = \frac{l_n}{V_{\text{пер}}} \quad (26)$$

где l_n – путь перемещения машины к очередному обрабатываемому дереву, м;

$V_{\text{пер}}$ – скорость перемещения машины, принимаемая равной 0,5...0,7 м/с.

Величину l_n можно считать равной среднему расстоянию между соседними деревьями $l_{\text{ср}}$, которое можно определить как

$$l_n = l_{cp} = \sqrt{\frac{10000}{n_d}} = \frac{100}{\sqrt{n_d}} \quad (27)$$

где под корнем в числителе площадь одного га в м²;

n_d – число деревьев на 1 га.

Значение n_d с учетом таксационных показателей можно определить по выражению

$$n_d = \frac{q}{q_{хл}} \quad (28)$$

где q – ликвидный запас древесины на 1 га, м³;

$q_{хл}$ – средний объем хлыста, м³.

Здесь величину t_4 тоже надо соотносить к одному дереву и ее значение соответственно будет меньше во столько раз, во сколько объем дерева меньше объема пакета, т.е.

$$t_4 = t'_4 \cdot \frac{q_{хл}}{Q_{п}} \quad (29)$$

где t'_4 будет соответствовать значениям времени перемещения машины относительно пакета.

1.8.2 Расчет производительности валочно-трелевочных и валочно-пакетирующих машин

Формула производительности валочно-трелевочных машин имеет вид

$$П_{см} = \frac{T_{см} - (T_{п.з.} + T_{об.} + T_{от.п.})}{T_{ц}} \cdot q_{хл} \quad (29)$$

Время цикла валочно-трелевочных машин типа ЛП-17 и ЛП-49, работающих в режиме «валка-пакетирование-трелевка», определяется по формуле

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8, с \quad (30)$$

где t_1 – движение машины с погрузочной площадки на первую технологическую стоянку, определяется по формуле

$$t_1 = \frac{l_{cp}}{V_{x.x}} \cdot \frac{q_{хл}}{V_{п}}, с \quad (31)$$

где l_{cp} – среднее расстояние трелевки, м;

V_n – значение объема трелюемой пачки, m^3 (принимается из технической характеристики машины);

$V_{x.x.}$ – скорость перемещения лесозаготовительной машины в холостом (без груза) направлении, m/c (по технической характеристике машины);

t_2 – наведение захватно-срезающего устройства на дерево, его захват и натяг; $t_2 = 13... 16$ с;

t_3 – срезание дерева и возвращение пильного аппарата в исходное положение;

t_4 – повал дерева в заданном направлении и доставка срезанного дерева в грузоформирующее устройство или пакет на земле; $t_4 = 14...20$ с;

t_5 – зажим дерева в грузоформирующем устройстве; $t_5 = 3...8$ с;

t_6 – перемещение машины к очередному дереву или на следующую технологическую стоянку

$$t_6 = \frac{R-r}{V_m} \cdot \frac{10^4 \cdot q_{xл}}{k_F \cdot R^2 \cdot Q_{га}}, c \quad (32)$$

где R, r – максимальный и минимальный вылет гидроманипулятора лесозаготовительной машины, соответственно, m (принимается из технической характеристики машины);

V_m – скорость перемещения лесозаготовительной машины по лесосеке с одной технологической остановки на другую, m/c ; с учетом трогания с места и торможения в расчетах можно принять $V_m = 0,5...0,6$ m/c ;

k_F – коэффициент формы площади лесосеки, обрабатываемой машиной с одной технологической остановки; для машины ЛП-17 $k_F = 0,47$; для машины ЛП-49 $k_F = 0,43$.

Остальные величины определяются также как в формуле;

t_7 – движение машины с пачкой полного объема с последней технологической стоянки на погрузочную площадку, определяется по формуле

$$t_7 = \frac{l_{cp}}{V_{p.x.}} \cdot \frac{q_{xл}}{V_n}, c \quad (33)$$

где V_{px} – скорость перемещения лесозаготовительной машины в рабочем (с трелюемой пачкой) направлении, m/c (по технической характеристике машины).

t_8 – выгрузка пачки, выравнивание комлей (маневры на площадке для движения в обратном направлении), определяется как

$$t_8 = \frac{(36 \dots 60) \cdot q_{xл}}{V_n}, c \quad (34)$$

1.8.3 Расчет производительности харвестеров

Добавить описание харвестера, харвестерной головки (виды и т.д.)

Для расчета производительности харвестеров, используемых для сортиментной заготовки, применяют формулу, по которой рассчитывают производительность трелевочных многооперационных машин для хлыстовой заготовки. Цикловое время $T_{ц}$ разбивают на составляющие соответственно типу машины и специфике ее работы

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \text{ с} \quad (35)$$

где t_1 – время на наводку харвестерной головки на дерево и его захват, с;

t_2 – время на срезание дерева, с;

t_3 – время на обрезку сучьев;

t_4 – время на раскряжевку хлыста;

t_5 – время на перемещение харвестера с одной технологической стоянки на другую.

Значения времени t_1 и t_2 соответствуют аналогичным значениям валочно-пакетирующих машин, а t_5 – значению t_4 , которое использовалось при анализе времени цикла $T_{ц}$ для валочно-пакетирующих машин.

Время обрезки сучьев со ствола дерева срезающими ножами харвестерной головки t_3 определится как

$$t_3 = \frac{l_{об}}{V_{пр}}, \text{ с} \quad (36)$$

где $l_{об}$ – длина обрабатываемой части дерева, м;
 $V_{пр}$ – скорость протаскивания ствола протаскивающими вальцами, которая равна 1,7...2,2 м/с.

Величина $l_{об}$ равна

$$l_{об} = l_d - l_b, \text{ м} \quad (37)$$

где l_d – общая длина дерева, м;

l_b – длина вершиной части дерева, м; $l_b = 2...3$ м.

Время на раскряжевку хлыста пильным аппаратом харвестерной головки t_4 можно определить по формуле

$$t_4 = n_{пр} \cdot (t_{пр} + t_{пм}), \text{ м} \quad (38)$$

где $n_{пр}$ – число пропилов согласно установленной программе;

$t_{пр}$ – время на выполнение одного пропила, с;

$t_{\text{пм}}$ – время перемещения от одного места пропила до следующего, с.

Значение $t_{\text{пр}}$ определяется как

$$t_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{ср}}^2}{4 \cdot \Pi_{\text{ч.п.}} \cdot \kappa_{\text{и}}} \quad (39)$$

где $d_{\text{ср}}$ – средний диаметр хлыста, м;

$\Pi_{\text{ч.п.}}$ – время чистого пиления, $\text{см}^2/\text{с}$;

$\kappa_{\text{и}}$ – коэффициент использования времени чистого пиления, $\kappa_{\text{и}}=0,6\dots0,7$.

Значение $t_{\text{пр}}$ зависит от длины обрабатываемой части дерева $l_{\text{б}}$

$$t_{\text{пр}} = \frac{l_{\text{б}}}{n_{\text{пр}} - 1}, \text{ с.} \quad (40)$$

1.9 Описание технологического процесса лесосечных работ

Пример описания.

1) Разработка лесосеки начинается с подготовительных работ. Работы выполняет бригада из 3-х человек. Применяемые механизмы: бензомоторная пила «Штиль - 361», трелевочное устройство «Муравей» на базе МТЗ-82. Состав работ: разрубка зоны безопасности, уборка на лесосеке опасных деревьев, разрубка технологических коридоров, обустройство погрузочных пунктов и мастерского участка, подготовка лесовозного уса. Ширина зоны безопасности - 50 м. Ширина технологических коридоров - 3 м. При разметке и разрубке технологических коридоров допускается некоторая извилистость, для обхода естественных преград, неровностей рельефа и возможно меньшей рубки деревьев на волоке.

Пни на технологическом коридоре и погрузочном пункте спиливаются вровень с поверхностью земли. Погрузочный пункт располагается на естественных прогалинах, не занятых древесно - кустарниковой растительностью. Очередность разработки пасек представлена в приложении. Ширина пасеки 1,5-2-х кратная высота древостоя (20 - 30 м.). Лесовозный ус прокладывается по существующей сети лесных дорог, по открытым пространствам. Рубка деревьев для прокладки лесовозного уса допускается в случаях, когда иначе устройство уса не возможно.

2) Состав лесосечных работ: валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжёвка хлыстов на сортименты у пня, трелёвка сортиментов, погрузка или штабелевка на погрузочном пункте, а так же возможен сбор, измельчение и окучивание порубочных остатков для последующей переработки, либо сжигания по окончании пожароопасного сезона. Работы

выполняются 8-ю бригадами из 3-х человек: вальщик - 1 чел., тракторист - 1 чел., обрезчик сучьев и он же раскряжевщик., 1 трелевщик.

Разработка полупасек начинается с ближайшей стороны от погрузочного пункта. Полупасеки разрабатываются поочередно, сразу по всей ширине. Порядок разработки пасек - через одну. Валка деревьев производится в направлении трелёвки, под углом 30 - 45° по отношению к волоку. Обрезка сучьев, вершин, откомлёвка, раскряжёвка хлыстов на 6-ти метровые сортименты обычно выполняется обрубщиком сучьев.

Трелёвка сортиментов производится бесчokerным трелёвочным устройством «Муравей» на базе сельскохозяйственного колёсного трактора МТЗ-82.

Сбор, укладка порубочных остатков производится после проведения рубок. Размер куч лесосечных отходов не должен превышать 3 м. в длину (ширину) и 1,5 м. в высоту.

Окучивание лесосечных отходов проводится на трелёвочном волоке, либо естественных прогалинах не занятых древесно-кустарниковой растительностью в пределах вылета манипулятора рубительной машины (5 м. от трелёвочного волока), либо производится их сжигание в не пожароопасный период.

Вывозка сортиментов производится одновременно с заготовкой. Погрузка заготовленных лесоматериалов осуществляется гидроманипулятором, установленным на лесовозном автопоезде. Проезд к погрузочным пунктам и разворот осуществляется по технологическим коридорам.

Список использованных источников

- 1 Барановский В.А., Некрасов Р.М. Система машин для лесозаготовок.-М: Лесн.пром-ть, 1977 – 246с.
- 2 Виногородов Г.К. Технология лесозаготовок. - М.: Лесн.про-ть, 1976-256 с.
- 3 Воевода Д.К. Нижние лесные склады. Справочник. М.: Лесн.пром-сть, 1972. - 285с.
- 4 Регламент Ребрихинского лесничества, 2011. - 98 с.
- 5 Семенов М.И., Мезенцев В.И., Полковников Е.В.. Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов по направлению 250100.62 «Лесное дело». Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. - 54 с.
- 6 Типовые нормы выработки , нормы времени на рубках ухода за лесом в равнинных условиях, 1999. – 81с.
- 7 Ссылка: <http://vlesprom.ru/oborudovanie/shpaloreznyjj-stanok-tsdt-6-2/80>Ссылка: <http://www.4ne.ru/stati/sortirovochnoe-oborudovanie/sortirovochnye-lesotransportery/avtomatizirovannyj-sortirovochnyj-lesotransporter-lt-86.html>
- 9 Ссылка: <http://amkodor.com.ua/AMKODOR-352L-lesopogruzchik-t273/>

