

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра технологии и оборудования
лесопромышленного производства

Е.В. Полковников
Г.Н. Плещев

Курсовое проектирование по курсу «Лесоэксплуатация»

Методические указания
для студентов лесохозяйственного факультета
специальности 250501

Екатеринбург
2009

Печатается по рекомендации методической комиссии инженерно-экологического факультета.

Протокол № 80 от 08 октября 2008г.

Рецензент: профессор к.т.н. А.А. Добрачев

Редактор Л.Д. Черных
Оператор Г.И. Романова

Подписано в печать 29.06.09

Плоская печать

Заказ №

Формат 60×84 1/16

Печ. л. 2,56

Поз. 2

Тираж 70 экз.

Цена 8 руб. 40 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания включают рекомендации к курсовому проекту по основам проектирования технологического процесса лесосечных и лесоскладских работ, указания по выбору средств механизации и автоматизации, а также основные положения по выполнению графической части курсового проекта и оформлению пояснительной записки.

Курсовой проект включает в себя задание по проектированию, введение, расчетно-пояснительную записку (описание технологических процессов лесосечных и лесоскладских работ, разработки технологии лесобработывающего цеха), графическую часть и список литературных источников.

Расчетно-пояснительная записка выполняется на 30...35 страницах размером 210x297 мм (формат А4). Титульный лист оформляется с указанием учебного заведения, кафедры, специальности, предмета, наименования проекта, года его выполнения, а также фамилии студента и руководителя проекта.

Текст расчетно-пояснительной записки должен быть напечатан черной или синей пастой. Со всех сторон от текста на странице оставляются поля: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 10 мм и нижнее – 25 мм.

Расчетно-пояснительная записка должна быть пронумерована, начинаться с титульного листа, второй лист – лист задания (на них номера страниц не ставятся), и до последней страницы без пропусков. Номер проставляется в нижней части страницы. Для аккуратного и рационального размещения текста на листе бумаги рекомендуется пользоваться трафаретом, расстояние между строчками должно быть 8 мм. Сводный цифровой материал оформляется в таблицы, а материал для иллюстрации - в виде рисунков. Таблицы, рисунки, формулы должны иметь сквозную нумерацию по всему проекту. В правом верхнем углу листа печатается слово, “таблица” с порядковым номером (таблица 1), а ниже – название таблицы и затем вычерчивается таблица.

В тексте необходимо давать ссылки на таблицы, рисунки и литературу.

В графическую часть проекта входят:

а) план лесосеки с нанесением дорог, погрузочных пунктов, границ делянок, зоны безопасности, расположения мастерского участка;

б) схема разработки делянки с указанием пасек, волоков, погрузочных пунктов;

в) схема разработки одной пасеки или ленты;

г) план погрузочного пункта;

д) план нижнего лесосклада;

е) схема размещения оборудования цеха.

На каждом листе должна быть спецификация на оборудование.

Законченный курсовой проект сдается руководителю проекта на проверку, после чего допускается к защите.

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

БЛАНК ЗАДАНИЯ

Уральский государственный лесотехнический университет

Кафедра технологии и оборудования лесопромышленного
производства

Студенту _____ группы ЛХФ _____

ЗАДАНИЕ

для курсового проектирования по курсу “Лесоэксплуатация”

Исходные данные

1. Годовой объем по вывозке леса _____ тыс. м³.
2. Вид транспорта _____
3. Количество дней на вывозке леса _____
4. Вид лесовозной дороги _____
5. Способ рубки _____
6. Средний объем хлыста _____ м³
7. Ликвидный запас леса _____ м³/га
8. Состав вырубаемой части древостоев _____
9. Валка леса _____
10. Трактор на трелевке _____
11. Расстояние трелевки леса определить расчетом
12. Размер лесосеки _____ м
13. Уклон волоков _____ %
14. Способ вывозки леса _____
15. Способ погрузки на верхнем складе _____
16. Способ разгрузки на нижнем складе _____
17. Пункт примыкания к путям РЖД _____
18. Цех переработки древесины _____

Руководитель проектирования _____

Дата выдачи проекта “ ____ ” _____

Дата представления проекта на кафедру “ ____ ” _____

ВВЕДЕНИЕ

Необходимо сформулировать основные задачи лесной промышленности по развитию народного хозяйства с учетом ведения рационального лесопользования.

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, очистка стволов от сучьев, трелевка и погрузка леса), подготовительные работы (подготовка лесосек, трелевочных волоков, лесопогрузочных пунктов), вспомогательные работы, очистка лесосек от порубочных остатков.

В настоящее время получили наибольшее распространение следующие варианты технологического процесса:

- 1) при вывозке деревьев – валка, трелевка и погрузка деревьев;
- 2) при вывозке хлыстов – валка деревьев, обрезка сучьев, трелевка и погрузка хлыстов;
- 3) при вывозке хлыстов – валка и трелевка деревьев, обрезка сучьев и погрузка хлыстов;
- 4) при вывозке сортиментов – валка деревьев, трелевка деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов, сортировка, штабелевка и погрузка сортиментов.

При выборе схемы технологического процесса необходимо обратить внимание на способ вывозки. Если вывозятся деревья, то операция очистки стволов от сучьев переносится на нижний лесосклад. В этом случае выбирается первый вариант. При организации хлыстовой вывозки обрезка сучьев может выполняться на трелевочном волоке или на лесопогрузочном пункте. В этом случае принимается второй или третий вариант.

Студент с учетом задания на курсовое проектирование принимает соответствующую принципиальную схему технологического процесса предприятия и перечисляет все технологические операции лесосечных работ, начиная от валки деревьев и до погрузки сортиментов или деревьев, которые будут рассматриваться в проекте. Схема процесса дается на рисунке.

1.2. Выбор способа рубок и размеров лесосеки.

Определение необходимого числа лесосек

При выборе способа рубок и размеров лесосек следует руководствоваться “Правилами рубок главного пользования в равнинных лесах европейской части Российской Федерации” 1994 г. и данными задания на курсовой проект.

Для III группы лесов ширина лесосеки может быть в пределах 250, 300, 500 м; для II группы – 100, 200 м и для I группы – 100, 150 м. Длина лесосеки назначается с учетом размеров квартальной сетки лесосырьевой базы, но не более 1000 м.

Площадь годичной лесосеки S , га, определяется по формуле

$$S = \frac{Q}{M}, \quad (1)$$

где Q – годовой объем производства, м^3 ;

M – запас леса на одном гектаре, м^3 .

Число лесосек N , шт., необходимых для выполнения годового плана предприятием, рассчитывается по формуле

$$N = \frac{10000 \cdot S}{BL}, \quad (2)$$

где B – ширина лесосеки, м ;

L – длина лесосеки, м.

1.3. Выбор способа разработки лесосеки и делянки

При выборе схемы освоения лесосеки учитывается сезон лесозаготовок, тип лесовозной дороги, тип тягача и стоимость строительства дороги. Из наиболее распространенных схем освоения лесосек (с одним или двумя лесовозными усами, расположение лесовозного уса кольцевое или вдоль короткой и длинной стороны лесосеки), студент выбирает наиболее приемлемую. В пояснительной записке на отдельном листе (карандашом или пастой) вычерчивается схема освоения лесосеки с указанием ее размеров, размещения лесовозного уса, разбивки на делянки с их нумерацией, обозначения зоны безопасности, погрузочных пунктов, места обустройства мастерского участка, разворотных петель лесовозного уса и направления вывозки леса.

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. Возможны следующие способы разработки делянки: метод широкого фронта, параллельный, радиальный и т.д.

При использовании валочных и валочно-пакетирующих машин способы разработки делянок могут быть с холостым пробегом и с непрерывной валкой деревьев. Рекомендуются выбирать и составлять схемы разработки делянок с непрерывной валкой деревьев валочной машиной. Схемы разработки делянок приводятся в учебниках, журналах и реферативной информации.

С учетом выбранной схемы следует выполнить на отдельном листе план разработки делянки с указанием необходимых размеров, размещением погрузочных пунктов, с указанием очередности разработки пасек или лент, направления трелевки и размещения оборудования, лесовозного уса, зоны безопасности.

Для машин ЛП-17, ЛП-19, ВМ-4, ВМ-4М и тракторов с гидроманипуляторами и захватами приводится схема движения машины, а для бензопил вычерчиваются этапы разработки пасеки. При выборе способа разработки пасек следует обратить внимание на сохранность подроста. Если количество подроста 3000 шт. на 1 га и более, то следует назначать трелевку за вершину или валить деревья на подкладочное дерево, а ширину пасек принимать в пределах высоты или полуторной высоты древостоя.

Если на лесосеке предусматривается искусственное лесовозобновление, то можно остановиться на трелевке за комель на пасеках шириной до двойной высоты древостоя или использовать на валке деревьев валочные машины, не предназначенные для сохранения подроста, типа ВМ-4 и ВМ-4М.

Для выбранной схемы разработки делянки определяется среднее расстояние трелевки хлыстов или деревьев, которое не должно превышать 300 м. При расстоянии трелевки более 300 м следует пересмотреть способ разработки делянки.

Формулы для определения среднего расстояния трелевки $L_{\text{ср}}$ приводятся в учебниках.

1.4. Режим работы предприятия и объемы производства по операциям

Для определения объема производства по операциям студент должен определить число рабочих дней в году. При этом учитывается 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 текущем году.

Время на осенне-весеннюю распутицу составляет 10...30 дней, время на перебазировку 1...2 дня на лесосеку, число праздничных и выходных дней определяется по календарю текущего года. Так, для шестидневной рабочей недели и с учетом потерь за счет непогоды число рабочих дней в году может составлять

$$N_1 = 366 - 52 - 8 - 15 - 6 = 285,$$

где 52 – число выходных дней;

8 – число праздничных дней;

15 – число дней на распутицу;

6 – число дней на перебазировку.

Для пятидневной рабочей недели число рабочих дней может быть 285 – 52 = 233 дня.

Студент задается числом смен работы в сутки по каждой операции лесосечных работ и определяет суточную сменную производительность по операциям.

Суточная производительность $Q_{сут}$, м³, заготовки леса определяется по формуле

$$Q_{сут} = \frac{Q}{N_1} \quad (3)$$

Сменная производительность $Q_{см}$, м³, по операциям определяется по формуле

$$Q_{см} = \frac{Q_{сут}}{n}, \quad (4)$$

где n – число смен работы на данной операции.

Число смен работы устанавливается в зависимости от времени года, применяемого оборудования, состава бригады и т.д. Так, для валки деревьев и обрезки сучьев бензопилами назначается односменная работа. Для валочных и сучкорезных машин, трелевочных тракторов, погрузчиков может устанавливаться от 1 до 3 смен работы в сутки.

После выполнения расчетов все данные заносятся в табл.1.

Таблица 1

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 Обрезка сучьев Трелевка хлыстов или деревьев Погрузка хлыстов или сортиментов					

Примечание. Перечень операций в табл.1 должен соответствовать 1.1.

1.5. Определение трудозатрат на проведение подготовительных работ

Устанавливается состав подготовительных работ, проводимых на лесосеке. Подготовительные работы включают следующие передельные работы: уборка опасных деревьев, разметка волоков, разрубка зоны безопасности и мест стоянки оборудования, перебазировки бригад из одной лесосеки в другую, разрубка трассы дороги, устройство лесопогрузочных пунктов. При применении многооперационных машин на валке деревьев из состава подготовительных работ *исключается уборка опасных деревьев* и частично разметка волоков. После выбора состава подготовительных работ производится расчет трудозатрат T , ч/дн., на подготовительные работы в соответствии с нормами на подготовительные работы.

$$T = \frac{Q}{M} \left(A + \frac{B}{S} + \frac{KC}{100v} \right), \quad (5)$$

где Q – годовая программа, м^3 ;

M – запас леса на 1 га, м^3 ;

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

B – трудозатраты на подготовку одного погрузочного пункта рабочими 0,1...2,0 дня;

S – площадь, тяготеющая к одному погрузочному пункту, 5...8 га;

K – коэффициент, учитывающий вырубку, гари и т.д., 1,0...1,2;

C – трудозатраты на строительство 1 км уса одним рабочим:

200...250 дней для лежневого покрытия, 10...15 дней для снежных усов и грунтовых усов на плотном основании;

v – ширина полосы леса, осваиваемой с одного уса, км.

На подготовительные работы в году приходится 100...200 дней, с учетом выбранного числа дней работы в году N_1 и трудозатрат. Определяется потребное число рабочих n_1 , чел.:

$$n_1 = \frac{T}{N_1}. \quad (6)$$

На основании расчетов подбирается состав и число подготовительных бригад или звеньев. В состав подготовительного звена могут входить вальщик, помощник вальщика, тракторист, бульдозерист и сучкоруб. Подготовительное звено или бригада оснащается необходимыми механизмами и оборудованием.

1.6. Выбор и обоснование применяемых машин и механизмов

В задании указывается базовый механизм на одной из операций лесосечных работ. Для остальных операций студент самостоятельно выбирает необходимые машины. При этом учитывается тип трактора базового механизма. Желательно, чтобы весь процесс лесосечных работ выполнялся комплексом машин, имеющим один базовый трактор. Так, если в задании на валке деревьев применяется валочная машина ВМ-4, то на трелевке следует использовать ЛП-18А, на очистке стволов от сучьев ЛП-33 и на погрузке хлыстов ЛТ-188. С валочной машиной ЛП-19 успешно работают ЛТ-157, ЛТ-187, ЛП-33 и ЛТ-188. Совместно с валочно-пакетирующей машиной ЛП-17 следует применять ЛП-30Б, ЛТ-89, ПЛ-1В.

При выборе машин студент должен дать краткое обоснование выбора данной машины с учетом природно-производственных условий, объема производства, улучшения ремонта машин, их обслуживания, подготовки кадров, повышения производительности труда, снижения травматизма, улучшения условий труда и т.д.

1.7. Расчет производительности машин и механизмов

При расчете потребности в оборудовании определяется технически возможная производительность по формулам, приведенным в методических указаниях или других учебниках, по каждому механизму в отдельности.

После вычисления технически возможной производительности механизмов определяется норма выработки ($N_{\text{выр}}$) по ЕНВиР (Единые нормы выработки и расценки). При отсутствии в нормах производительности механизма сменная производительность устанавливается, исходя из технической возможной производительности или из фактически полученной на предприятиях.

1.8. Определение производительности машин и механизмов

В расчетах производительности Π , м^3 , машин и механизмов необходимо *строго следить за размерностью единиц*.*

1. Производительность бензиномоторных пил

$$\Pi = \frac{(T - T_{\text{пз}})q\varphi_1}{t_1 + t_2 + t_3}, \quad (7)$$

где T – продолжительность смены, 420 мин, (шестидневная неделя);

* Производительность механизмов и машин Π в расчетах методических указаний приводится в м^3 .

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, 10...20 мин;
 φ_1 – коэффициент использования пилы в течение смены, 0,4...0,8;
 t_1 – время подпила, спиливания и сталкивания одного дерева, 0,3...2,0 мин;
 t_2 – время перехода от дерева к дереву:
 при сплошных рубках 0,15...0,25 мин;
 при постепенных рубках 0,5...1 мин;
 t_3 – время подготовки рабочего места, 0,1...0,5 мин.

Примечание. После определения производительности П механизма приводятся норма выработки и норма времени.

2. Производительность трелевочного трактора

$$\Pi = \frac{(T - T_{пз})Q\varphi_1}{\frac{L_{ср}}{V_1} + \frac{L_{ср}}{V_2} + t_c + t_o}, \quad (8)$$

где T – продолжительность смены, мин;
 $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время и отдых, 20...40 мин;
 Q – нагрузка на рейс, м³;
 φ_1 – коэффициент использования трактора в течение смены, 0,8...0,9;
 $L_{ср}$ – среднее расстояние трелевки, м;
 V_1 – скорость движения трактора с грузом, м/мин;
 V_2 – скорость движения трактора без груза, м/мин;
 t_c – время сбора вoза, мин;
 t_o – время отцепки вoза, мин.

Среднее расстояние трелевки $L_{ср}$, м рассчитывается для принятого способа разработки делянки:

метод широкого фронта $L_{ср} = 0,5B$,
 параллельная схема $L_{ср} = (0,5B + 0,5L)K$,
 радиальная схема $L_{ср} = 0,5B + 0,4L$,

где B – ширина делянки, м;

L – длина делянки, м.

K – коэффициент удлинения среднего расстояния трелевки, $K=1,1...1,4$.

Скорость движения V_1 и V_2 , м/мин, определяется по формулам:

$$V_1 = \frac{2V_n V_{ш} 1000}{(V_n + V_{ш})60}, \quad (9)$$

$$V_2 = \frac{2V_n V_v 1000}{(V_{1v} V_v)60},$$

где V_n , $V_{ш}$, V_{1v} , V_v – скорость движения трактора на соответствующих передачах из технической характеристики базового трактора, км/ч.

Время сбора вoза t_c и время отцепки вoза t_0 принимается по ЕНВиР и находится в зависимости от среднего объема хлыста и типа трелевочного трактора в пределах 12...32 мин для ТТ-4, ТТ-4М, ТДТ-55, ТДТ-55А, ТЛТ-100.

Время отцепки пачки t_0 для бесчokerных тракторов 0,15...0,25 мин. Время сбора пачки $t_{сб}$ бесчokerными тракторами ЛТ-154, ЛТ-157, ЛТ-177, ЛТ-89 – 1,0...2,5 мин; ЛП-18Б, ЛП-18А, ТБ-1, ТБ-1М – 2,0...3,0 мин на один м³ пачки.

Объем трелеваемой пачки Q , м³, определяется по формуле

$$Q = \frac{F_k - P(f_1 \pm gi)}{K(f_1 \pm gi) + (1 - K) \cdot (f_2 \pm gi)} \cdot \frac{1}{10^{-4} \gamma}, \quad (10)$$

где F_k – тяговое усилие трактора (касательная сила тяги) на первой передаче, Н;

P – масса трактора, т.

Тяговое усилие разных марок тракторов в зависимости от массы:

	F_k	P
ТДТ-55А	50800 Н,	9,6 т
ТТ-4	99000 Н,	12,2 т
Т-157	35000 Н,	9,9 т
К-703	60000 Н,	16,2 т
Т-100	95000 Н,	11,0 т

i – величина подъема (+) или спуска (-) волоков, ‰;

$$i = \frac{h}{L} 1000 = \tan \lambda \cdot 1000,$$

где λ – угол, характеризующий крутизну уклона волоков;

h – разница в высоте между начальной и конечной точками уклона, м;

L – длина уклона по горизонтали, м.

Перевод крутизны уклонов из градусов в тысячные.

λ – угол, град.	5	8	10	14	15	20	22	25
i – уклон, ‰	90	140	175	250	270	365	400	465

f_1 – удельное сопротивление движению трактора, Н/т;

f_2 – удельное сопротивление движению хлыстов или деревьев, Н/т, табл. 2;

g – ускорение силы тяжести, 9,8 м/с²;

γ – объемный вес древесины для свежесрубленной, Н/м³: ель – 7750, пихта – 8150, осина – 7460, сосна – 8430, лиственница – 9430, береза – 9430, бук – 9520, дуб – 10100.

Таблица 2

Удельное сопротивление движению

Удельное сопротивление движению, Н/т	Характеристика волока	Сезон года	
		Лето	Зима
Трактор гусеничный, f_1	Плотный укатанный	800-1300	1000-1300
	Неукатанный	1500-1800	-
	Мягкий грунт	2000-2600	-
	Рыхлый глубокий снег	-	2000-2600
Трактор Колесный	Сухой	700-800	-
	Сырой	1000-2500	-
	Укатанный	-	350-400
Хлысты, деревья, f_2	Нормальный	4500-6000	3000-3500
	Рыхлый снег		
	Мягкий грунт	8000-9000	8000-9000

Таблица 3

Коэффициент распределения нагрузки

Способ трелевки	Значение коэффициента распределения нагрузки, К
За вершину	0,25 ... 0,35
За комель	0,50 ... 0,60
Волоком	0,00

Расчетная рейсовая нагрузка Q проверяется по допускаемой нагрузке на щит трактора, тяговому усилию лебедки и сцеплению трактора с грунтом.

Рейсовая нагрузка Q , m^3 , по грузоподъемности щита проверяется по формуле

$$Q = \frac{Q_1}{K 10^{-4} \gamma}, \quad (11)$$

где Q_1 – допускаемая нагрузка на щит трактора, т: ТЛТ-100 – 3,0; ТТ-4 – 6,0; Т-157 – 6,0;

K – прилагается из табл.3.

Рейсовая нагрузка на щит $Q_{щ}$ трактора должна удовлетворять условию

$$Q_{щ} > Q.$$

Рейсовая нагрузка по тяговому усилию лебедки $Q_{л}$, м³, проверяется по формуле

$$Q_{л} = \frac{F_{леб}}{(f_1 \pm gi)} \cdot \frac{1}{10^{-4} \gamma}, \quad (12)$$

где $F_{леб}$ – тяговое усилие лебедки, Н: ТЛТ-100 – 72500; ТТ-4 – 117000; ЛТ-157 – 72500.

Рейсовая нагрузка по тяговому усилию лебедки должна удовлетворять условию:

$$Q_{л} \geq Q.$$

После определения Q , $Q_{ц}$ и $Q_{л}$ наименьшее значение подставляется в формулу силы тяги по сцеплению

$$F_{ц} - P_{ц} \Psi = (P + Q_{\min} K) \Psi,$$

где Ψ – коэффициент сцепления трактора, табл.4.

Таблица 4

Коэффициент сцепления Ψ

Характеристика волока	Тип трактора	
	гусеничный	колесный
Для сухих грунтов	0,8	0,6
Для укатанного снега	0,4	0,3
Для сырых грунтов	0,5	0,3
Обледеневший волок	0,2	-

Если выдержано условие $F_k \geq F_{ц}$, то есть нет буксования трактора с пачкой леса, в формулу производительности Π трактора подставляем наименьшее значение Q_{\min} .

3. Производительность машин ЛП-19, ЛП-19А, ЛП-17, ЛП-17А, ЛП-49, ВМ-4А в режиме валочно-пакетирующем

$$\Pi = \frac{60(T - T_{пз})qf_1}{t_1 + \frac{t_2}{n}}, \quad (13)$$

где T – продолжительность смены, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин:

ВМ-4 – 83 мин; ЛП-19 – 83 мин; ЛП-49, ЛП-17 – 80 мин;

f_1 – коэффициент использования машины в течение смены (0,8...0,9);

q – средний объем хлыста, м³;

t_1 – продолжительность цикла на срезание и укладку одного дерева, с: ЛП-19 – 30...60; ВМ-4, ВМ-4А, ЛП-17, ЛП-49 – 30...40;

t_2 – время на переезд со стоянки на стоянку или от дерева к дереву, с:
ЛП-19, ЛП-17, ЛП-49 и ВМ-4, ВМ-4А – 15...25.

Время t_2 , с, можно определять:

$$t_2 = \frac{60L}{V_{ш} 1000}, \quad (14)$$

где L – среднее расстояние между деревьями, м,

$$L = 100 \sqrt{\frac{q}{M}}; \quad (15)$$

q – средний объем хлыста, м³;

M – запас леса на 1 га, м³;

$V_{ш}$ – скорость машины на третьей передаче, м/с;

n – количество деревьев, шт., срезаемых с одной стоянки:

для машин ВМ-4, ВМ-4А – срезается одно дерево, а для машины ЛП-19 определяется по формуле

$$n = \frac{SM}{10000q}, \quad (16)$$

где S – площадь делянки, на которой машина срезает деревья с одной стоянки, м², табл.5.

В среднем машина ЛП-19 срезает с одной стоянки по 4...8 деревьев и в редких случаях до 18 деревьев и менее 4 деревьев. Валочные машины ВМ-4, ВМ-4А срезают одно дерево со стоянки. Машина ЛП-17 и ЛП-49 от 2 до 7 деревьев, соответственно.

Количество деревьев n определяется по данным табл. 5 делением соответствующего значения объема пачки на средний объем хлыста по заданию.

После определения n приводятся норма выработки и норма времени.

Таблица 5

Объемы пачек, сформированных машиной ЛП-19 с одной стоянки

Расстояние переезда, м	Площадь, м ²	Объемы пачек, м ³ , при запасе на 1 га		
		150	200	250
2,0	31	0,4	0,6	0,7
4,5	70	1,1	1,4	1,7
6,0	93	1,3	1,9	2,3
8,0	122	1,8	2,4	3,1
10,0	148	2,2	3,0	3,7
12,0	172	2,5	3,4	4,3
14,0	190	2,8	3,8	4,7

4. Производительность машин ЛП-17, ЛП-17А, ЛП-49, ВМ-4А в режиме валки и трелевки леса

$$\Pi = \frac{(T - T_{пз})Qf_1}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}, \quad (17)$$

где T – продолжительность смены, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин: ВМ-4А – 83 мин, ЛП-17, ЛП-49 – 80 мин;

f_1 – коэффициент использования машины в течение смены 0,8...0,9;

t_1 – время набора воза, мин;

t_2 – время грузового хода, мин;

t_3 – время разгрузки, 2...5 мин;

t_4 – время порожнего хода, мин;

Q – объем сформированной пачки деревьев, 4...7, м³.

Время грузового t_2 и порожнего t_4 ходов валочно-трелевочных машин определяется аналогично времени грузового и порожнего ходов для трелевочных тракторов.

Для валочно-трелевочных и валочно-пакетирующих машин расстояние $L_{ср}$, м³, необходимое для формирования одной пачки, определяется:

$$L_{ср} = 10000 \frac{Q}{M B}, \quad (18)$$

где B – ширина разрабатываемой ленты за один проход, м: ВМ-4А, ВМ-4 – 2...4, ЛП-19 – 10...14; ЛП-49, ЛП-17 – 8...10;

M – запас леса на одном гектаре, м³.

Время набора воза t_1 , мин, определяется по формуле

$$t_1 = (t_5 + t_6) n, \quad (19)$$

где t_5 – время на срезание и укладку одного дерева, 30...40 с;

t_6 – время на переход от дерева к дереву, 15...25 с;

n – число деревьев в одной пачке, шт.,

$$n = \frac{Q}{q}, \quad (20)$$

где q – средний объем хлыста, м³;

Q – принятый объем сформированной пачки, м³.

Приводятся норма выработки и норма времени.

5. Производительность сучкорезных машин ЛП-30Б, ЛП-33, ЛП-51:

$$\Pi = \frac{60(T - T_{пз})f_1 f_2 q}{t_{обр}}, \quad (21)$$

где T – продолжительность смены, с;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, 1200...1800 с;

f_1 – коэффициент использования рабочего времени, 0,8...0,85;
 f_2 – коэффициент загрузки машины, 0,5...0,6;
 $t_{обр}$ – время на обработку одного дерева, с:

$$t_{обр} = t_1 + \frac{L}{V_{пр}}, \quad (22)$$

где t_1 – время на захват дерева, 15...30 с;

$V_{пр}$ – скорость протаскивания, м/с;

L – средняя длина дерева, 18...25 м.

Максимальная скорость протаскивания, м/с: ЛП-30Б – 1,5; ЛП-33 – 2,5; ЛП-51, ЛО-76 – 1,0.

В расчетах нужно принимать средние скорости протаскивания. Приводится норма выработки и норма времени.

При нахождении нормы времени на обрезку сучьев бензопилой “Тайга-245” учитывается состав насаждения (6Е2С2Б), средний объем хлыста, состав и место работ.

Определяется средневзвешенная норма выработки $H_{ср}$, м³:

$$H_{ср} = (a_1 H_{выр}^C + a_2 H_{выр}^E), \quad (23)$$

где a_1 – удельный вес сосны, березы в составе насаждения – 0,4;

a_2 – удельный вес ели, пихты в составе насаждения – 0,6;

$H_{выр}^C$, $H_{выр}^E$ – норма выработки для сосны, березы и ели, м³.

Определяется средневзвешенная норма времени $H_{вр}$, ч:

$$H_{вр} = \frac{7}{H_{ср}}. \quad (24)$$

При небольших объемах производства стволы очищаются от сучьев бензопилами.

6. Производительность погрузчиков:

$$\Pi = \frac{(T - T_{пз})Q_1 f_1}{t_1 n + t_2 + t_3}, \quad (25)$$

где T – продолжительность смены, мин;

$T_{пз}$ – время на подготовительно-заключительные работы, 20...40 мин;

Q_1 – рейсовая нагрузка на автомобиль или узкоколейный сцеп, м³;

для автомашин: МАЗ – 20 м³, КрАЗ – 26 м³, ЗИЛ – 15 м³, Урал – 22 м³, сцепов – 22 м³;

f_1 – коэффициент использования погрузчика в течение смены, 0,45...0,5;

t_1 – время погрузки одной пачки, 1,5...3 мин;

t_2 – время подготовки автомобиля или сцепа к погрузке, 2...4 мин;

t_3 – время оправки и крепления пачки после погрузки, 3...5 мин;

n – количество циклов, необходимых для погрузки одного автомобиля или сцепа, шт.:

$$n = \frac{Q_1 \gamma}{Q_2 \rho}, \quad (26)$$

где Q_2 – грузоподъемность погрузчика;

ПЛ-1В – 2,5 т, ЛТ65 – 3,5 т, ЛТ188 – 4,0 т,

γ – объемный вес древесины 10^{-4} Н/м³;

ρ – коэффициент использования грузоподъемности погрузчика, 0,8...0,95.

Приводятся норма выработки и норма времени.

1.8. Определение численного состава бригады и числа бригад на предприятии

Студент определяет общую потребность в рабочих на основных работах предприятия по каждой операции в отдельности с учетом нормы времени одного рабочего в часах на 1 м³ заготовки леса, взятых из ЕНВиР.

Определяется число рабочих $N_{\text{раб}}$, чел., требуемых по нормам, по формуле (до третьего знака после запятой и округляется до двух знаков):

$$N_{\text{раб}} = \frac{Q_{\text{сут}} N_{\text{вр}}}{t}, \quad (27)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточный объем заготовки леса, м³;

$N_{\text{вр}}$ – норма времени одного рабочего на 1 м³ заготовки леса, ч;

t – число часов работы в смену.

Все расчеты сводятся в табл. 6.

Таблица 6

Расчет потребности в рабочих

Профессия рабочих	Суточная производ. заготовки, м ³	Норма времени на 1 м ³ заготовки леса рабочими, ч	Необходимое число рабочих	
			по норме	принятое
Машинист ЛП-19				
Машинист ЛП-18А				
Машинист ЛП-33				
<i>Итого</i>				
Машинист ЛТ-188				

Принятое число рабочих должно быть всегда меньше, чем требуется по норме. Это условие необходимо выдержать по каждой операции лесо-

сечных работ или по всему комплексу технологического процесса на лесосеке. Устанавливается плановое задание $N_{пл.бр}$, m^3 , на одну бригаду:

$$N_{пл.бр} = \frac{Q_{сут}}{n}, \quad (28)$$

где n – число бригад в предприятии.

Бригады могут состоять из отдельных звеньев. Можно назначить отдельные бригады по каждой операции лесосечных работ или отделить одну операцию, может быть бригада, выполняющая весь комплекс лесосечных работ от валки деревьев до погрузки леса. Рекомендуется бригада, которая выполняет валку деревьев, трелевку леса и обрезку сучьев.

Проводятся расчеты по составу бригады (табл. 7) с учетом табл. 6 и числа бригад.

Таблица 7

Расчет состава лесозаготовительной бригады

Наименование операции	Плановое задание бригаде, m^3	Число рабочих		Норма выработки механизма в смену, m^3	Плановое задание на механизм в смену, m^3	Число механизмов	
		в смене	по операциям			в работе	в резерве
Валка деревьев							
Трелевка деревьев							
Обрезка сучьев							
<i>Итого</i>							
Погрузка хлыстов или сортиментов							

Плановое задание на работу механизма в смену определяется делением планового задания бригаде на отработанное число машиномен в сутки на данной операции с учетом количества смен.

В резерве предусматриваются бензиномоторные пилы (одна резервная на две работающие) и трелевочные трактора (один - на четыре) в укрупненных бригадах, кроме того, необходимо иметь на лесосеке один резервный лесопогрузчик.

1.9. Расчет потребности в оборудовании и рабочих на предприятии

С учетом полученных данных в табл. 6 и 7 студент определяет общую потребность в рабочих и механизмах на предприятии; выясняет возможность организации работ на базе нескольких мастерских участков.

Расчеты сводятся в табл. 8.

Таблица 8

Потребность в рабочих и механизмах на предприятии
на основных работах

Наименование операции	Число бригад	Необходимое число					
		рабочих			Всего	механизмов	
		Смена				в работе	в резерве
		I	II	III			
Валка деревьев							
Трелевка деревьев							
Обрезка сучьев							
<i>Итого</i>							
Погрузка хлыстов или сортиментов							

Кроме рабочих, занятых на основных работах, в курсовом проекте предусматриваются рабочие вспомогательного и обслуживающего производства (охрана техники, снабжение горюче-смазочными материалами, ремонт техники, организация столовой и т.д.). Определяется списочное число рабочих, занятых на лесосечных работах (сумма числа рабочих основного производства, занятых на подготовительных и вспомогательных работах и на обслуживании техники).

N рабочих на предприятии = N рабочих основного производства + N рабочих на подготовительных работах + N рабочих на вспомогательных работах.

1.10. Описание технологического процесса лесосечных работ

Студент описывает порядок разработки лесосеки данной системой машин. При этом необходимо рассмотреть разработку зоны безопасности, делянок, подготовительных волоков, ширину пасек и лент, очередность разработки пасек и участков с соблюдением зоны безопасности между работающими машинами, сменность работ по операциям лесосечных работ.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС НИЖНЕГО ЛЕСНОГО СКЛАДА

2.1. Основные технологические операции, выполняемые на нижнем лесном складе

В зависимости от условий примыкания (типа склада) на нижних лесных складах могут выполняться следующие основные работы:

- выгрузка лесовозного подвижного состава с подачей хлыстов или деревьев на разгрузочно-раскряжевочные эстакады или в запас;
- подача хлыстов или деревьев к раскряжевочным или сучкорезным установкам;
- разделение пачки хлыстов или деревьев на мелкие пачки для облегчения последующей обработки;
- обрезка (обрубка) или дообрезка (дообрубка) сучьев;
- рациональная раскряжевка хлыстов на сортименты с обеспечением максимального выхода деловых сортиментов в соответствии с требованиями стандарта;
- сортировка сортиментов;
- штабелевка круглого леса;
- погрузка готовой продукции на подвижной состав РЖД, сброска круглого леса на воду, погрузка на суда.

На нижних лесных складах может быть организована частичная обработка некоторых сортиментов в цехах: шпалопиление, лесопиление, окорка рудстойки, заготовка балансов, переработка низкокачественной древесины на тарную продукцию и технологическую щепу.

Состав технологических операций, выполняемых на нижнем лесном складе, принимается с учетом задания на курсовое проектирование.

2.2. Годовой, суточный и сменный объем лесного склада по операциям

Определяются суточный и сменный объем по всем операциям технологического процесса нижнего лесного склада.

Следует принимать следующее N число дней работы:

- а) на выгрузке лесовозного транспорта – равным числом дней на вывозке леса;
- б) на обрезке, раскряжевке, сортировке, штабелевке и переработке леса – равным эффективному рабочему времени в году (250...300) при пяти- или шестидневной рабочей неделе;
- в) на погрузке лесоматериалов на подвижной состав РЖД – 365 дней. Продолжительность погрузки за подачу – 4 часа.

Суточный объем $Q_{\text{сут}}$, м^3 , определяется по формуле (3):

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q}{N}.$$

Сменный объем $Q_{см}$, м³, склада определяется по формуле (4):

$$Q_{см} = \frac{Q_{сут}}{n}.$$

При определении объема работ по операциям все расчеты свести в табл. 9.

Таблица 9

Объем по операциям

Наименование операций	Объем		Число смен, n	Объем, м ³
	в год, тыс.м ³	в сутки, м ³		
Выгрузка хлыстов (дереьев)				
Обрезка (дообрубка) сучьев				
Раскряжевка хлыстов				
Сортировка лесоматериалов				

Примечание. Объем работ на дообрубке сучьев принимать 10...15 % от годового объема склада.

2.3. Баланс раскряжевки хлыстов

В данном разделе необходимо в зависимости от состава насаждений и среднего объема хлыста распределить весь объем раскряжевки хлыстов на деловой, низкокачественный лес и дрова, который должен в сумме составлять 100 %, отходы при раскряжевке хлыстов за балансом составляют 3...5 % общего годового объема. В проекте можно принять объем низкокачественного леса в год от 10 до 25 % общего объема.

Таблица 10

Баланс раскряжевки хлыстов

Наименование продукции	Объем			
	в год		в сутки	в смену
	тыс. м ³	%	м ³	м ³
Деловой лес				
Низкокачественный лес				
Дрова				
<i>Итого</i>		100		
Отходы за балансом раскряжевки		3-4		

Примечание. Низкокачественный лес перерабатывается на тарную дощечку, технологическую щепу, колотые балансы, упаковочную стружку.

Отходы за балансом при раскряжке:

-деревья – 3...5 % сучьев и вершин;

-хлыстов – 2,5 % от комлевки и вершины;

0,5 % опилки и мусор.

2.4. Выход сортиментов

Выход деловых сортиментов принимается в соответствии с вариантом задания на проект из табл.11, составленной по данным практической работы ряда предприятий отрасли.

Таблица 11

Выход сортиментов

Наименование сортиментов	Номер варианта (последняя цифра зачетной книжки).									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Объем сортиментов, %									
Пиловочное бревно	20	20	16	17	17	22	20	20	22	30
Строительное бревно	15	15	20	20	13	15	14	12	14	15
Шпальный кряж	10	10	14	13	15	10	10	10	10	8
Балансовое долготье	14	12	10	10	8	8	5	5	5	6
Рудничное долготье	5	6	8	10	12	13	18	15	15	15
Лиственные деловые кряжи	13	13	12	8	10	9	5	8	6	6
Низкокачественный лес для переработки:										
-на тарную долщечку	6	-	-	5	-	5	5	6	5	5
-на технологическую щепу	7	8	8	7	5	10	8	10	10	10
-на колотые балансы	-	5	6	5	5	-	5	-	5	5
-на упаковочную стружку	-	5	-	-	5	-	-	5	-	-
Дрова для отопления	10	6	6	5	10	8	10	9	8	10
Готовая продукция на собственные нужды, тыс.м ³ :										
-пиловочное бревно	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
-строительное бревно	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
-дрова для отопления	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	1,2	4,5	4,8	5,1

Для выполнения табл. 12 (Выход сортиментов) студенту необходимо ознакомиться со стандартами на круглые лесоматериалы. В настоящее время действуют ГОСТ 9463-88 “Лесоматериалы круглые хвойных пород. Размеры и технические требования”, ГОСТ 9462-88 “Лесоматериалы круглые лиственных пород. Размеры и технические требования”, ГОСТ 616-72 “Стойки рудничные деревянные” и др.

Таблица 12

Выход сортиментов

Наименование сортиментов	Объем			Длина лесоматериалов, м	Диаметр, см	Число сортов
	в год тыс. м ³	в сутки м ³	%			
Лесоматериалы для распиловки:						
Лесоматериалы для лущения:						
Лесоматериалы для выработки целлюлозы и древесной массы:						
Лесоматериалы для использования в круглом виде:						
<i>Итого деловой:</i>						
Низкокачественный лес для переработки: на тарную дощечку на технологическую щепу на колотые балансы на упаковочную стружку Дрова для отопления <i>Итого:</i>						
<i>Всего:</i>			100			
Отходы за балансом			3-4			

Примечание. На отопление при нецентрализованном теплоснабжении принимается 6 % низкокачественного леса и отходов от цехов, на бытовые нужды 2 %.

2.5. Выбор оборудования и механизмов для выполнения операции основного потока

С учетом производительности лесного склада, основных технологических операций следует обосновать и выбрать оборудование и механизмы по операциям:

- для выгрузки лесовозного транспорта и подачи хлыстов или деревьев в переработку;
- обрезки (дообрезка) сучьев;
- раскряжевки хлыстов;
- сортировки лесоматериалов;
- штабелевки и погрузки лесоматериалов;
- уборки отходов.

При выборе оборудования и механизмов следует ориентироваться на серийно выпускаемые отечественной промышленностью машины и механизмы, а также на подготовленное к серийному производству новейшее оборудование. На нижних лесных складах с малым грузооборотом (до 30 тыс. м³ в год) и ограниченным сроком действия для выгрузки лесовозного транспорта применяют наиболее простые и доступные средства, выгрузка пачек деревьев и хлыстов на разгрузочно-разделочную площадку тракторами, оборудованными толкателями, лесопогрузчиками, тракторами при помощи канатной петли, иногда бревносвалами.

На нижних лесных складах с постоянным поступлением леса, где не требуется создания значительных запасов, успешно применяются разгрузочно-растаскивающие установки РРУ-10М, РРУ-12,5. Установки РРУ-10М и РРУ-12,5 выгружают, перемещают пачки и растаскивают хлысты.

Для выгрузки лесовозного транспорта и создания запаса леса на малых нижних лесных складах успешно применяют кабель-краны КК-20 (пролет крана 70...100 м), которые позволяют создавать запасы хлыстов или деревьев (до 2000 м³) и осуществлять доставку их из запаса на раскряжевочную площадку в случае нарушения ритмичного поступления леса.

На нижних лесных складах с годовой производительностью более 150...200 тыс.м³ на выгрузке и создании запасов хлыстов или деревьев успешно используются козловые краны ЛТ-62, ЛТ-62А, КСК30-42В, ККЛ-32, КМ-3001. Эти краны выгружают лесовозный транспорт с укладкой хлыстов или деревьев на разгрузочную площадку, укладывают их в штабель запаса, доставляют из запасных штабелей на разгрузочные площадки. Козловым краном может создаваться запас древесины в объеме до 30 тыс. м³ и более. Объем определяется длиной подкрановых путей и высотой штабеля. Длина подкрановых путей достигает 200...250 м. При работе со стропами кран обслуживают 2...3 человека. При оборудовании крана грейфером ЛТ-185 с поворотным устройством его обслуживает один крановщик.

В настоящее время для поштучной подачи хлыстов или деревьев в переработку и разделения пачек применяют манипуляторы ЛО-13С и установку РРУ-10М.

Для обрезки сучьев на нижних складах применяются стационарные полуавтоматические сучкорезные установки ПСЛ-2А и ЛО-69. На нижнем складе сучкорезная установка является звеном основного технологического потока, производящем все операции по первичной обработке деревьев.

Сучкорезная установка ПСЛ-2А и линия ЛО-15С работают совместно. Производительность потока достигает 180...200 м³ в смену.

В зависимости от применяемого оборудования различают механизированную раскряжевку хлыстов переносными цепными пилами и машинную – стационарными раскряжевочными и сучкорезно-раскряжевочными установками.

Механизированная раскряжевка хлыстов применяется на сухопутных лесных складах с небольшим грузооборотом и ограниченным сроком действия, а также на береговых складах, имеющих большую протяженность вдоль берега реки. Для механизированной раскряжевки хлыстов на лесных складах используют электромоторные пилы ЭПЧ-3. Раскряжевка хлыстов электропилами не является совершенной, так как включает многие ручные приемы.

В настоящее время серийно выпускаются стационарные раскряжевочные установки ЛО-15С, ЛО-30, ЛО-68 (для районов Сибири и Дальнего Востока). Сменная производительность полуавтоматических линий ЛО-15С составляет 100...250 м³.

Сортировка лесоматериалов включает погрузку бревен после раскряжевки на сортировочное устройство, транспортирование до места сброски их в лесонакопители. Лесоматериалы должны сортироваться по сортиментам, сортам, породам и размерам.

На сортировке лесоматериалов применяются продольные транспортеры ЛТ-86, ЛТ-182, ТС-30, Б-22У, УСТА, ВКФ-2А, ТТС-4. При помощи сортировочных транспортеров все сортименты, полученные при раскряжевке хлыстов, распределяются и направляют в соответствующие штабеля для складирования и в различные цехи для дополнительной разделки и переработки.

Для сброски лесоматериалов в лесонакопители в настоящее время широко применяются бревносбрасыватели ЛТ-166, БС-3 и ГСУ. Применение сбрасывателей бревен на сортировочных транспортерах повышает производительность труда примерно в 4 раза, обслуживает транспортер один оператор. При ручной сброске лесоматериалов в лесонакопители число рабочих, необходимых для обслуживания сортировочного транспортера, зависит от дробности сортировки и в среднем устанавливается из расчета один рабочий на два соседних лесонакопителя.

Размеры накопителей при механизированной сброске сортиментов рекомендованы следующие: глубина 1,8...2,5 м, ширина по верху 2,5, по низу 2,3 м. По условиям загрузки кранов грузоподъемностью 7,5...10 т и по правилам техники безопасности лесонакопители должны иметь глубину 1,7...1,8 м, максимально 2 м. Смежные лесонакопители располагаются друг от друга на расстоянии не менее 1,5...2 м.

На штабелевке и погрузке круглых лесоматериалов широкое распространение на нижних складах получили консольно-козловые краны ККЛ-12,5, ККС-10 и башенные краны КБ-572, КБ-572А. Кран обслуживает бригада из 2...5 человек в составе: крановщик, один-два строповщика и один-два штабелевщика-грузчика. В последнее время краны начали оборудоваться грейферами для круглого леса, которые позволяют набирать пачку бревен, перемещать ее и укладывать в вагоны РЖД или в штабеля. При работе с грейфером бригада состоит из 1...3 человек. На практике производительность башенных и консольно-козловых кранов составляет на штабелевке – 300...400 м³/смену и на погрузке – 150...200 м³.

Для выполнения различных работ на нижних лесных складах, в том числе для штабелевки и погрузки круглых лесоматериалов, в последнее время применяются автопогрузчики с фронтальным и боковым захватами. Автопогрузчики имеют грузоподъемность 5...10 т, они маневренны, полностью механизуют захват и укладку груза.

В настоящее время получило распространение пакетирование лесоматериалов. Идея пакетных перевозок заключается в том, что штабелюют, грузят в вагоны, перевозят и разгружают не отдельные бревна или кряжи, а целые пакеты объемом 7...15 м³. Большое место занимает штабелевка на береговых нижних лесных складах. Штабелюют здесь лесоматериалы с помощью лебедок.

На приречных лесных складах для развозки, штабелевки и сброски леса на воду применяют тракторные агрегаты ЛТ-34, ЛТ-35 и лесоукладчики ЛП-5, КМ-2Л, ЛТ-158, ЛТ-43Б, ЛТ-165.

Для уборки отходов от раскряжевочных стационарных установок и из цехов применяют серийно выпускаемые скребковые транспортеры марки ТОЦ-16-4. Для уборки сучьев после обрезки применяют двухканатные транспортеры ТТ-2, ТОЦ16-2.

2.6. Расчет производительности оборудования

1. Производительность на выгрузке лесовозного транспорта и штабелевочно-погрузочных работах

$$\Pi = \frac{Tf_1M}{t_{ц}}, \quad (29)$$

где T – сменное рабочее время, мин;

f_1 – коэффициент, учитывающий использование рабочего времени, 0,65...0,70;

M – грузоподъемность механизма, м³ (табл. 13).

На выгрузке лесовозного транспорта грузоподъемность механизма M , м³, равна его рейсовой нагрузке, а на штабелевочно-погрузочных работах может быть определена по формуле

$$M = \frac{(Q - Q_1)\varphi_2}{\gamma}, \quad (30)$$

где Q – грузоподъемность механизмов, т;

Q_1 – вес грейфера, т (для бревен – 2 т, для хлыстов – 4 т);

γ – объемная масса лесоматериалов, т/м³;

φ_2 – коэффициент, учитывающий использование грузоподъемности механизма, 0,8...0,9;

$t_{ц}$ – время цикла выгрузки, штабелевки или погрузки одной пачки (пачета), мин.

Независимо от конструкции крана или самоходного разгрузчика время захвата, укладки и отцепки пачки ($t_1 + t_2$) принимается при работе со стропами от 1,5 до 4 мин, с грейферами и для самоходных разгрузчиков от 1 до 2,5 мин.

По данным хронометражных наблюдений на выгрузке лесовозного транспорта для: РРУ-10М $t_{ц} = 10...20$ мин; КК-20 $t_{ц} = 6...10$ мин; ЛТ-62, ЛТ-62А, КС50-42, КМ-3001 $t_{ц} = 6...8$ мин.

Таблица 13

Норма выработки на выгрузке леса

Наименование операции	Применяемые механизмы	Норма выработки, м ³		Состав звена, чел.
		хлысты	деревья	
Выгрузка по схеме	Козловые краны грузоподъемностью 245-341 кН	800	650	2
Автомашина-эстакада или автомашина-штабель	Мостовые краны –294 кН	900	750	2
	КК-20, 196 кН	570	450	2
	РРУ-10М	350	280	1
	Лесопогрузчики 24,5-34 кН	225-440	180-350	1
	ПЛ-1, ЛТ-65, ЛТ-188			
	Колесные погрузчики до 314 кН и до 150 м	800	650	1

Примечание. Норма выработки на РРУ-10М, РРУ-12,5 ЛО-13С, ЛТХ-80 принимается по норме на основной механизм раскрывки.

2. Производительность стационарных сучкорезных установок ПСЛ-2А и ЛО-69

$$\Pi = \frac{T\varphi_1\varphi_2q}{t_{ц}}, \quad (31)$$

где T – продолжительность смены, с;
 φ_1 – коэффициент использования рабочего времени 0,85;
 φ_2 – коэффициент загрузки машины 0,85;
 q – средний объем обрабатываемых стволов, м³;
 $t_{ц}$ – продолжительность обработки одного ствола в зависимости от его объема 24...42 с.

Примечание. Норма выработки на ПСЛ-2А принимается по норме на раскряжевочную установку.

Производительность стационарных установок ЛО-15С, ЛО-68, ЛО-30 для поперечной раскряжевки леса с продольной подачей

$$\Pi = \frac{T\varphi_1q}{t_{ц}}, \quad (32)$$

где T – сменное рабочее время, с;
 φ_1 – коэффициент, учитывающий использование сменного рабочего времени, 0,6...0,9;
 q – объем хлыста, м³;
 $t_{ц}$ – время, приходящееся на раскряжевку одного хлыста, с; $t_{ц} = t_p n + t_d$;
 t_p – время, приходящееся на один цикл резания, с; $t_p = t_1 + t_2$;
 t_1 – время пиления на один раз, с; $t_1 = h \left(\frac{L}{V_T} + \frac{L}{V_x} \right)$,

где h – величина хода пилы, м (для ДО-5 $h = 0,8$);

V_T – скорость надвигания пилы при пилении, м/с; $V_T = \frac{0,087}{d}$;

d – средний диаметр пропила, м; $d = 1,25 \sqrt{\frac{q}{L}}$,

где L – длина хлыста, м;

V_x – скорость подъема пилы, м/с (для ДО-5 $V_x = 0,7$ м/с);

t_2 – время, затрачиваемое на включение и выключение механизмов подачи хлыста и надвигания пилы 1...1,5 с;

n – среднее число резов на хлыст: хвойный – 5, лиственный – 7;

t_d – время подачи хлыстов под пилу, с; $t_d = \frac{L}{V_n\varphi_2}$,

где V_n – средняя скорость подачи, м/с (для ЛО-15С $V_n = 1,86$ м/с);

φ_2 – коэффициент заполнения транспортера 0,5.

3. Производительность сортировочных транспортеров ЛТ-86, ЛТ-182 и других механизмов:

$$\Pi = \frac{T \varphi_1 \varphi_2 V q}{L_{бр}}, \quad (33)$$

где T – сменное рабочее время, с;

φ_1 – коэффициент использования рабочего времени 0,8...0,9;

φ_2 – коэффициент заполнения транспортера 0,75...0,8;

V – скорость движения тягового органа транспортера, м/с;

q – средний объем бревна, м³;

$L_{бр}$ – средняя длина бревна, м.

Пример расчета

Расчет потребности в оборудовании на выгрузке хлыстов (деревьев), обрезке (дообрубке), раскряжке хлыстов, сортировке лесоматериалов, штабелевке и погрузке производится следующим образом:

а) определяется по формуле производительность оборудования ($\Pi_{см}$);

б) находится норма выработки ($N_{выр}$) по ЕНВиР (СОНТП 02-80 Л. 1982), Приложению к методическим указаниям по курсовому проекту специальности 2604 по курсу «Лесоэксплуатации» (далее по тексту Приложение).

в) определяется потребное число N , шт., механизмов по каждой операции по нормам:

$$N_1 = \frac{Q_{сут}}{n N_{выр}}, \quad (34)$$

где n – число смен работы в сутки;

г) определяется потребное число механизмов, которое округляется до целого числа;

д) устанавливается плановое задание $N_{план}$, м³, на каждый механизм;

$$N_{план} = \frac{Q_{сут}}{n N_1}; \quad (35)$$

е) определяется коэффициент K прогрессивности:

$$K = \frac{N_{план}}{N_{выр}}. \quad (36)$$

K – применяется в пределах 1,0...1,3, а для кранов может быть и больше при малых годовых объемах на предприятии;

ж) устанавливается число рабочих, обслуживающих механизм, с учетом наличия грейфера на кранах и бревносбрасывателей на транспортере;

з) все расчеты сводятся в табл. 16.

Рассчитаем потребное число линий ЛО-15С (ЛО-15А, ЛО-68, ЛО-30).

Исходные данные:

$$Q_{год} = 122 \text{ тыс. м}^3$$

$$q_{хл} = 0,45 \text{ м}^3$$

$$n = 3 \text{ смены}$$

Баланс раскряжевки:

деловых сортиментов длиной 4 м – 85 %

дров при средней длине 2 м - 15 %

1. Определяем суточный объем раскряжевки:

$$Q_{сут} = \frac{122000}{300} = 406 \text{ м}^3.$$

2. Рассчитываем норму выработки средневзвешенную $H_{ср}$, м^3 :

$$H_{ср} = (a_1 H_{дел} + a_2 H_{д}), \quad (37)$$

где a_1 – объем деловых сортиментов, полученных при раскряжевке, 85 % (0,85);

a_2 – объем дров 15 % (0,15);

$H_{дел}$ и $H_{д}$ – нормы выработки при раскряжевке хлыстов, м^3 .

Используя Приложение или ЕНВиР, находим

$$H_{ср} = 0,85 \cdot 133 + 0,15 \cdot 106 = 129 \text{ м}^3.$$

3. Потребное число линий ЛО-15С:

$$N = \frac{406}{3 \cdot 129} = 1,05.$$

Принимаем 1 линию ЛО-15С.

4. Плановое задание на линию ЛО-15С:

$$H_{план} = \frac{406}{3 \cdot 1} = 135 \text{ м}^3.$$

5. Коэффициент прогрессивности составит

$$K = \frac{135}{129} = 1,05 \text{ или } 5 \text{ \%}.$$

6. Линию ЛО-15С обслуживают 2 человека: оператор манипулятора ЛО-13С и оператор пилы ДО-5.

Примечание. В том случае, когда K получается более 1,3, рекомендуется выбирать другой режим работы, т.е. перейти на пятидневную рабочую неделю или сменить сменность работы механизма в течение суток.

2.7. Обоснование выбора лесоперерабатывающих цехов

Лесоперерабатывающие цехи лесоскладов предназначены для первичной переработки круглых лесоматериалов: окорки бревен, лесо- и шпало-пиления, выпиливания черновых заготовок, тарной дощечки и других короткомерных пиломатериалов, разделки долготья и различных сортиментов, рудничной стойки, балансов колотых и окоренных, технологиче-

ской щепы и дров. Наибольшее распространение получили шпалотарный, дровобалансовый, балансово-рудстоечный, дровотарный, лесопильно-тарный, цех дров и рудстойки, а также цех по переработке низкокачественной древесины.

Окорка, разделка и сортировка балансового и рудничного долготья выполняются на поточных линиях АРС-1. Сменная производительность линии АРС-1 - 60...70 м³.

Разделка дровяного долготья производится на линиях ЛД-2, ЛО-34. Сменная производительность линии ЛД-2 до 120 м³. Во многих лесозаготовительных предприятиях организовано производство колотых балансов. Колотые балансы делают из дров. Чураки раскалывают на поленья на дровокольных станках, затем поленья окоряют и выкалывают из них гниль. Для этой цели используют станки Н-10, АВС-2. Один станок может переработать на колотые балансы 25...30 м³ дров в смену.

Шпалы и переводные брусья выпиливают в шпалопильных на круглопильных шпалорезных станках ЦДТ6-4 и ЦДТ-7Ш. Они отличаются друг от друга характеристиками и некоторыми деталями. Для удаления коры и луба с поверхностей брусковых шпал применяют шпалооправочный станок ЛО-44Б. Сменная производительность шпалопильных цехов 80...100 м³ по сырью.

В лесопильных цехах пиловочные бревна и кряжи распиливают на пиломатериалы. В лесопильных цехах получили распространение лесопильные одноэтажные рамы типа Р63-4Л, Р63-2, РК63-1, РТ-40, Р65-3 и двухэтажные рамы типа 1Р-75, 2Р-75, 1Р-80, 2Р-100, 1Р-100, 2Р-80.

В однорамном лесопильном цехе занято 12 рабочих, в двухрамном – 16. Производительность однорамного цеха 40...50 м³ в смену, двухрамного – 90...100 м³.

В тарных цехах перерабатывают низкокачественную и дровяную древесину, а также горбыли на тарные пиломатериалы.

Производительность тарного цеха 18...22 м³ сырья в смену, в цехе занято 12...15 рабочих.

Для выработки технологической щепы в условиях леспромхозов выпускаются установки УПЩ-3А, УПЩ-6А, УПЩ-12 и линия ЛТ-8.

2.8. Годовой, суточный и сменный объемы цеха

Годовой объем переработки цеха принимается из табл. 12 выхода сортиментов. Суточный и сменный объемы работы цеха определяются по формулам (3) и (4).

2.9. Баланс переработки древесины и отходов

При первичной переработке древесины в лесоперерабатывающих цехах получают готовую продукцию и отходы. Выход готовой продукции и

количество отходов при переработке древесины приводятся в Приложении. Используя приложение, студент составляет баланс переработки древесины, табл. 14.

Составляется схема раскроя сырья в лесоперерабатывающем цехе на лесоскладе и приводится соответствующий рисунок.

Таблица 14

Баланс переработки лесоматериалов в цехах

Наименование лесоматериалов	Объем сырья, тыс. м ³	Выход		
		Наименование продукции	% выхода	Объем, тыс. м ³
Пиловочное бревно		Пиломатериалы		
		Деловой горбыль		
		Дровяной горбыль		
		Обрезки		
		Опилки		
Низкокачественный лес		Колотые балансы		
		Дрова		
		Кусковые отходы		
		Стружка		
		Опилки		

2.10. Обоснование выбора оборудования и схемы цеха

При выборе оборудования следует ориентироваться на серийно выпускаемое или подготавливаемое к серийному производству оборудование и станки, используя Приложение и рекомендации, приведенные в подразделе 2.7.

В курсовом проекте приводится схема (формат А4) лесоперерабатывающего цеха. При выборе цеха необходимо ориентироваться на типовые схемы действующих цехов. В разделе приводится поверочный расчет головного станка в цехе и потребность в них.

Формулы по определению производительности станков, м³, и оборудования в цехе:

1) станки для продольной распиловки

$$\Pi = \frac{T\varphi_1q}{t_{\text{ц}}}, \quad (38)$$

где T – сменное рабочее время, с;

φ_1 – коэффициент использования рабочего времени (для шпалорезных станков типа ЦДТ-6 – 0,8...0,95; для тарных станков – 0,5...0,7);

q – объем распиливаемого сырья, м³;

$t_{\text{ц}}$ – время, затрачиваемое на распиловку одного кряжа, с; $t_{\text{ц}} = t_1 +$

$$+\left(\frac{L}{V} + t_2\right)n,$$

где t_1 – время на навалку бревен на тележку, крепление, регулировку, ход тележки до начала падения, сброс шпал и возврат тележки за новым кряжем, с (для ЦДТ-6, ЦДТ6-2, ЦДТ-5 – 14...16 с);

L – длина распиливаемого сырья, м;

V – скорость рабочего хода тележки во время пиления, м/с, (для ЦДТ-6, ЦДТ6-2 – (0,3...1) м/с; для ЦДТ-5 – (0,3...0,5) м/с);

t_2 – время на обратный ход тележки для производства очередного реза, на переворачивание и зажим кряжа, регулировку и рабочий ход тележки до пилы, с (для ЦДТ-6, ЦДТ6-2 и ЦДТ-5 – (6...8) с);

n – число пропилов, приходящихся на один кряж;

2) лесопильные рамы на распиловку сырья:

$$\Pi = \frac{T \varphi_1 \varphi_2 \Delta n q}{1000 \cdot L}, \quad (39)$$

где T – продолжительность смены, мин;

φ_1 – коэффициент использования рабочего времени, 0,8...0,95;

φ_2 – коэффициент использования машинного времени, 0,85...0,95;

L – длина бревна, м;

q – средний объем распиливаемых бревен, м³;

n – число оборотов вала рамы, мин;

Δ – величина подачи бревна за один оборот вала рамы, мм;

Δ, n – берутся из технической характеристики лесопильных рам.

3) цепные колуны на расколку дров:

$$\Pi = \frac{T \varphi_1 \varphi_2 V q}{l n}, \quad (40)$$

где T – сменное рабочее время, с;

φ_1 – коэффициент использования рабочего времени 0,8...0,9;

φ_2 – коэффициент заполнения цепи чураками 0,4...0,6;

V – скорость цепи, м/с;

l – расстояние между упорами цепи, м;

n – среднее количество проходов чурака через станок для полного его раскалывания;

q – объем раскалываемого чурака, м³;

4) станки для продольной распиловки пиломатериалов:

$$\Pi = T \varphi_1 \varphi_2 V, \quad (41)$$

где T – продолжительность рабочей схемы, мин;

φ_1 – коэффициент использования рабочего времени 0,8...0,9;

φ_2 – коэффициент использования машинного времени 0,5...0,8;

V – скорость подачи, м/мин, берется из технической характеристики станка;

5) скребковые транспортеры, скл.м³:

$$\Pi = \frac{T \varphi v h s V}{l}, \quad (42)$$

где φ – коэффициент использования транспортера по времени, 0,8...0,9;
 v – длина скребка, м;
 h – высота скребка, м;
 s – длина промежутка между скребками, заполненного грузом, 0,4...0,5;
 l – расстояние между осями скребков, м;
 V – скорость движения тягового органа транспортера, м/с.

2.11. Штабелевка и погрузка лесоматериалов и продукции от цехов

Определяется объем погрузки Q_{Π} , тыс. м³, круглых лесоматериалов:

$$Q_{\Pi} = Q_{Г} - Q_{\text{цеха}}, \quad (43)$$

где $Q_{Г}$ – годовой объем тыс. м³;

$Q_{\text{цеха}}$ – годовой объем сырья, перерабатываемого в цехе, тыс. м³.

Рассчитываем объем штабелевки $Q_{\text{шт}}$, тыс. м³, круглых лесоматериалов

$$Q_{\text{шт}} = Q_{\Pi} a, \quad (44)$$

где a – удельный вес штабелевки с учетом непосредственной погрузки лесоматериалов в вагоны РЖД принимается от 70...75 %.

Число дней на штабелевке принимается 250...307, а на погрузке в вагоны РЖД – 365. Сменность работы устанавливается в зависимости от работы нижнего лесного склада и цехов. Объем готовой продукции принимается в соответствии с табл.14.

Полученные результаты по штабелевочно-погрузочным работам на лесоскладе заносятся в табл.15.

Таблица 15

Объем штабелевочно-погрузочных работ

Наименование переделов работ	Объем работ		Число смен работы	Сменный объем, м ³
	в год, тыс. м ³	в сутки, м ³		
Штабелевка: круглого леса готовой продукции от цехов <i>Итого штабелевки:</i>				
Погрузка: круглого леса готовой продукции от цехов <i>Итого погрузки:</i>				
<i>Всего штабелевки и погрузки</i>				

Определяется производительность кранов на штабелевке $\Pi_{шт}$ и на погрузке $\Pi_{погр}$ по формулам (29), (30).

Время t_c на штабелевке принимается: ККС-10, ККЛ-12,5 – 7...9 мин; КБ-572 – 5...6 мин; на погрузке: ККС-10, ККЛ-12,5 – 7...11 мин; КБ-572, КБ-572А – 6...8 мин.

Рассчитывается средняя производительность на штабелевке и погрузке, так как краны в течение смены могут грузить и штабелевать готовую продукцию:

$$\Pi = \frac{2\Pi_{шт} \Pi_{погр}}{\Pi_{погр} + \Pi_{шт}} \quad (45)$$

Находим норму выработки $H_{выр}$ на данный кран с учетом наличия грейферов (ЛТ-153) или строп, конструкции штабеля в вагоне (с “шапкой” или без “шапки”), длины лесоматериалов, вида погружаемой единицы, Приложение. С учетом коэффициента прогрессивности устанавливается плановое задание $H_{план}$ на кран.

Определяется потребное число кранов для выполнения всего комплекса штабелевочно-погрузочных работ на складе и потребность в рабочих (крановщики, стропали, грузчики). Для определения числа кранов N , шт., объем штабелевки и погрузки в сутки принимается из табл.15:

$$N = \frac{Q_{сут}}{nH_{план}}, \quad (46)$$

Необходимо учитывать, что при использовании грейферов обязательно выполняются некоторые работы вручную (установка стоек, обвязка пакетов сортиментов, использование строп и т.д.).

2.12. Определение потребности в оборудовании и рабочих

Данные расчетов по потребности в оборудовании на основных работах нижнего лесного склада сводятся в табл. 16.

Таблица 16

Потребность в оборудовании и рабочих

Наименование и марка оборудования	Сменная производительность, м ³	Плановое задание на механизм, м ³	Потребность		
			в оборудовании	в рабочих	
				в смену	в сутки
Козловой кран ЛТ-62А Разгрузочно-растаскивающее устройство РРУ-10М Гидраманипулятор ЛО-13С Раскряжевочная установка ЛО-15С Сортировочный транспортер ЛТ-86 Башенный кран КБ-572А Скиповый погрузчик ПС-3 Питатель ЛТ-79					

Примечание. Сменный объем принимается из табл. 9 и 15. При делении сменного объема (табл.15) на плановое задание должно получаться обязательно целое число механизмов.

2.13. Определение числа штабелей лесоматериалов и готовой продукции

Все расчеты по определению количества штабелей на лесоскладе све- сти в табл. 17.

Сезонный запас хлыстов (или деревьев) Q_x , м³, определяется по формуле

$$Q_x = Q_{\text{ср}} \frac{X_p - X_v}{2}, \quad (47)$$

где X_p и X_v – количество дней работы на раскряжевке хлыстов и на вывозке леса соответственно;

$Q_{\text{ср}}$ – суточная производительность лесосклада по раскряжевке хлыстов, м³, табл. 9.

В расчетах принимать $\frac{X_p - X_v}{2} \geq 20$ дней (ОНТП 02-80 Л.1984).

Запас сырья в цехах $Q_{\text{з.с}}$, м³, переработки определяется по формуле

$$Q_{\text{з.с}} = Q_{\text{с.п}} X_c, \quad (48)$$

где $Q_{\text{с.п}}$ – суточный грузооборот цеха переработки древесины, м³;

X_c – число дней запаса сырья при дрово-балансовых, шпалотарных – 2...3, лесопильных – 6...10, технологической щепы – 2...4 дня.

Определение числа штабелей на складе

Наименование лесоматериалов	Суточная производительность, м ³	Норма запаса в днях	Запас на складе, м ³	Размеры штабелей					Число штабелей	Длина фронта штабелей, м
				Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Кэф.полнодревности	Объем штабеля, м ³		
Склад хлыстов (деревьев)										
Склад сырья у цехов _____										
Склад перегрузочный круглых лесоматериалов _____										
Склад готовой продукции от цехов _____										

Запас лесоматериалов на перегрузочном лесоскладе и лесоскладах готовой продукции Q_2 , м³:

$$Q_2 = Q_{c.o} X_{л}, \quad (49)$$

где $Q_{c.o}$ – суточная производительность лесосклада по отгрузке, м³;

$X_{л}$ – число дней запаса лесоматериалов: круглых лесоматериалов и разделанных дров – 10...15 дней; технологической щепы (по отгрузке) – 8...15 дней; пиломатериалы, шпалы – 25...30 дней.

Запас на складе по каждому сортименту находится умножением суточного грузооборота на норму запаса в днях (табл.17, гр. 2 и 3).

Размеры штабелей зависят от типа разгрузочных и погрузочных механизмов, длины хлыста (сортимента), высоты штабеля. При использовании на разгрузке КК-20 длина штабеля хлыстов (деревьев) принимается в пределах 70...80 м. При использовании на выгрузке козловых кранов длина

штабеля хлыстов (деревьев) зависит от марки и пролета крана и принимается в пределах 28...38 м.

Длина штабеля для сортиментов зависит от типа штабелевочно-погрузочного механизма и принимается в пределах 25...28 м.

Ширина штабеля равна длине хлыста (сортимента).

Высота штабелей принимается для длиномерных сортиментов, хлыстов (деревьев) до 6 м, для короткомерных сортиментов 2...3 м.

Коэффициент полндревесности для хлыстов и сортиментов приводится в Приложении.

Объем штабеля находится умножением длины, ширины, высоты штабеля на коэффициент полндревесности (табл.17, гр. 5,6,7,8).

Число штабелей находится делением запаса на складе на объем штабеля (табл.17, гр. 4,9); штабеля округлять до целых.

Длина фронта группы однородных штабелей L , м, определяется по формуле

$$L = l n + a (n - 1), \quad (50)$$

где l – средняя ширина штабеля, м;

a – величина разрыва между штабелями 1,5...2 м;

n – число штабелей.

Общая длина, фронта штабелей L_{ϕ} , м, нескольких групп

$$L_{\phi} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots L_n + v (n_1 - 1), \quad (51)$$

где $L_1, L_2, \dots L_n$ – длина фронта каждой группы однородных штабелей, м;

v – величина противопожарных разрывов между группами однородных штабелей 5 м;

n_1 – число групп штабелей.

Через каждые 150 м по фронту штабелей устраиваются противопожарные разрывы шириной 10 м.

Между группами в пять штабелей должны быть разрывы не менее 15 м для проезда средств пожаротушения.

Группа штабелей общей площадью 4 га составляет квартал лесосклада. Кварталы разделяются между собой противопожарными разрывами, ширина которых не менее 25 м,

Производственные здания должны отстоять от штабелей не менее чем на 30 м, жилые здания – не менее чем на 100 м.

Все работы по механизированной окорке и разделке древесины необходимо сосредотачивать в определенных местах, отстоящих от штабелей не менее чем на 20 м.

Древесину березы укладывают отдельно, увеличивая разрывы между штабелями, по сравнению с другими видами древесины, на 29 %.

Размеры штабелей дробленой и рубленой древесины должны иметь длину не более 100 м и ширину не более 15 м. Между двумя штабелями с продольной стороны оставляют противопожарные разрывы не менее 30 м, а с торцовых – не менее 20 м.

2.14. Описание технологического процесса нижнего лесного склада

С учетом разработанной технологической схемы нижнего лесного склада следует кратко описать технологию и организацию на нижнем лесном складе:

- выгрузки лесовозного транспорта и подачи хлыстов (деревьев) в переработку;
- создания запаса леса;
- обрезки (дообрубки) деревьев (хлыстов) от сучьев;
- раскряжевки хлыстов;
- сортировки лесоматериалов;
- штабелевки и погрузки готовой продукции потребителям;
- уборки отходов;
- переработки лесоматериалов в лесоперерабатывающих цехах.

При описании технологического процесса рекомендуется соблюдать последовательность выполнения операций на нижнем лесном складе и взаимосвязь работы механизмов в технологическом потоке.

Рекомендуемая литература

Основная

- Виногоров Г.К. Лесосечные работы. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 272 с.
- Виногоров Г.К. Технология лесозаготовок. – М.: Лесн. пром-сть, 1976 – 256 с.
- Верхов И.Ф., Шелгунов Ю.В. Технология и машины лесосечных и лесоскладских работ. – М.: Лесн. пром-сть, 1981 – 367 с.
- Гороховский К.Ф., Калиновский В.П., Лившиц Н.В. Технология и машины лесосечных и лесоскладских работ. –М.: Лесн. пром-сть, 1980 – 383 с.
- Залегаллер Б.Г. Технология работ на лесных склада. – М.: Лесн. пром-сть, 1980 – 232 с.
- Залегаллер Б.Г., Ласточкин П.В., Бойков С.П. Технология и оборудование лесных складов. – М.: Лесн. пром-сть, 1984 – 350 с.
- Шелгунов Ю.В., Кутуков Г.М., Ильин Г.П. Машины и оборудование лесозаготовок, лесосплава и лесного хозяйства. – М: Лесн. пром-сть, 1982 – 519 с.
- Шелгунов Ю.В., Горюнов А.К., Ярцев И.В. Лесоэксплуатация и транспорт леса. – М.: Лесн. пром-сть, 1989 – 520 с.

Дополнительная

- Барановский В.А., Некрасов Р.М. Система машин для лесозаготовок. – М.: Лесн. пром-сть, 1977 – 246 с.
- Беккер И.Г. Краны и грейферные механизмы в лесной и деревообрабатывающей промышленности. –М.: Лесн. пром-сть, 1978 – 224 с.
- Бубенчиков М.А., Михайлов Ю.И., Кароткова Г.И. Учеб. пособие по курсовому проектированию в лесозаготовительной промышленности. – М.: Лесн. пром-сть, 1981 – 150 с.
- Васильев Г.М. Многооперационные машины для нижнескладских работ. –М.: Лесн. пром-сть, 1979 – 120 с.
- Васильев Б.А. Комплексная механизация и автоматизация нижних складов. –М.: Лесн. пром-сть, 1972 – 182 с.
- Воевода Д.К., Назаров В.В. Технология нижнескладских работ. - М.: Лесн. пром-сть, 1961. – 88 с.
- Гончаренко Н.Т. Краны и автопогрузчики в лесной промышленности. - М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 295 с.
- Гугелев С.М. Подготовительные и вспомогательные работы на лесосеке. –М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 85 с.
- Единые нормы выработки и расценки на лесозаготовительные работы. –М.: НИИтруда, 1989. – 76 с.
- Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. –М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 264 с.

Справочная

Воевода Д.К. Нижние лесные склады. Справочник. М.: Лесн. промышленность, 1972. – 285 с.

Сечников В.Р. Справочник мастера лесозаготовок. –М.: Лесн. промышленность, 1975. – 216 с.

Машины и оборудование лесозаготовок. Справочник лесозаготовителя. / Под.ред. Миронова Е.И., Рохленко Д.Б. –М.: Лесная промышленность, 1985. – 317 с.