

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

М. К. Асмоловский, А. М. Граник

**МЕХАНИЗАЦИЯ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

*Рекомендовано
учебно-методическим объединением по образованию в области
природопользования и лесного хозяйства в качестве
учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
6-05-0821-01 «Лесное хозяйство»*

Минск 2026

УДК 630*36/.37(075.8)

ББК 43.904я73

А90

Рецензенты:

кафедра лесохозяйственных дисциплин УО «Гомельский
государственный университет имени Франциска Скорины»
(кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий кафедрой *М. С. Лазарева*;
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, дзоцент кафедры *П. В. Колодий*);
заместитель директора – начальник научно-исследовательского
отдела учреждения «Республиканский лесной
селекционно-семеноводческий центр» *А. А. Овсей*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Асмоловский, М. К.

А90 Механизация лесохозяйственных работ. Курсовое проектирование : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 6-05-0821-01 «Лесное хозяйство» / М. К. Асмоловский, А. М. Граник. – Минск : БГТУ, 2026. – 111 с.
ISBN 978-985-897-252-3.

Учебно-методическое пособие рассматривает методику выполнения курсового проекта по учебной дисциплине «Механизация лесохозяйственных работ». Разделы содержат сведения о технологии выполнения, технологических комплексах машин и орудий для выполнения работ в лесном питомнике, защите лесных растений от вредителей и болезней, лесовосстановлении и проведении рубок ухода за лесом, а также методику расчета машин и агрегатов. Кроме того, приводится нормативный и справочный материал и рекомендуемая литература.

УДК 630*36/.37(075.8)

ББК 43.904я73

ISBN 978-985-897-252-3 © УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2026
© Асмоловский М. К., Граник А. М., 2026

ПРЕДИСЛОВИЕ

Механизация лесного хозяйства в настоящее время направлена на повышение качества проведения лесохозяйственных работ – лесокультурных, лесозащитных, лесоводственных и др., на снижение затрат труда и денежных средств за счет применения современных технологий и более полного и рационального использования машин и механизмов.

В лесохозяйственном производстве выполняются различные технологические процессы: восстановление лесов после рубки, облесение труднокультивируемых земель, создание лесов на песках и других малопродуктивных землях, а также на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования, создание защитных насаждений и защитных лесных полос, облесение поврежденных насаждений стихийными бедствиями или вредителями и болезнями леса после их вырубки.

Правильный выбор машин и орудий для лесного хозяйства обеспечивает высокие технико-экономические показатели, создает условия для рационального использования лесных ресурсов, сокращения расходов на лесовосстановление, снижения техногенного воздействия на окружающую среду.

Лесное хозяйство постоянно оснащается более производительной и экономичной техникой. Современные технологии работ в лесном хозяйстве базируются на применении более совершенных машин отечественного и зарубежного производства – систем машин для лесозаготовок, лесовосстановления, имеющих высокую проходимость, маневренность, производительность и надежность. За последние годы усложнилась и сама лесохозяйственная отрасль, возросли требования к качеству работ, изменилась структура и технология производственных процессов в соответствии с новыми рекомендациями по лесовосстановлению и Правилами рубок леса в Республике Беларусь.

Курсовое проектирование направлено на выбор и обоснование технологических комплексов и систем машин с законченным циклом производства с оценкой эффективности их работы и объединяет теоретические знания и практические навыки использования машин и механизмов в лесном хозяйстве.

УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по дисциплине является самостоятельной работой студентов специальности 6-05-0821-01 «Лесное хозяйство».

Пояснительная записка (ПЗ) курсового проекта включает следующие структурные элементы, приведенные в следующей последовательности:

Титульный лист.

Индивидуальное задание на проектирование.

Реферат.

Содержание.

Введение.

Раздел __ проекта механизированной (машинной) технологии работ.

Характеристика участка объекта проектирования.

Выбор и обоснование технологии работ.

Расчеты по комплектованию машинно-тракторных агрегатов.

Составление технологической карты проведения работ.

Расчет потребного топлива для выполнения работ.

Выбор и обоснование способа движения машинно-тракторных агрегатов.

Техническое обслуживание машинно-тракторного парка.

Техника безопасности выполнения механизированных работ и природоохранные мероприятия.

Заключение.

Список использованных источников.

Приложения (при необходимости).

Реферат должен содержать сведения об объеме курсового проекта, перечень ключевых слов, цель проектирования и сокращенное изложение содержания курсового проекта с основными фактическими результатами.

Содержание включает в себя: введение, номера и наименования всех разделов и подразделов, заключение, список использованных источников с указанием номеров страниц, на которых они размещены.

Во введении должны быть отражены роль и перспективы развития механизации лесного хозяйства и задачи повышения эффективности

производства. Оценивается необходимость использования системы машин как основы комплексной механизации лесного хозяйства.

В разделах выполняется краткий обзор и приводится описание конструкций машин и орудий, необходимых для использования, дается их краткая техническая характеристика и сравнительный анализ. Текст целесообразно сопровождать иллюстрациями (схемами, рисунками) и таблицами.

Используя исходные данные, следует установить вид и последовательность проведения работ, выбрать соответствующие технологические комплексы машин (ТКМ).

Выбор способа движения машинно-тракторных агрегатов осуществляется только для основной операции и используется в соответствующих разделах при их тягово-эксплуатационном расчете. Необходимо стремиться, чтобы каждому агрегату в технологии его работы соответствовал рациональный способ движения.

На основе расчетов составляются таблицы технологических карт и потребного количества топлива.

В заключении приводятся основные выводы по результатам проектирования. Список использованных источников должен включать все использованные источники в порядке появления ссылок на них в тексте.

Объем пояснительной записки должен составлять 30–50 страниц текста. Проект оформляется в соответствии с Положением о курсовом проекте учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет». Графическая часть выполняется на стандартных листах размером 210×297 мм (А4) с рамкой основной надписи.

Каждому студенту выдается задание на курсовой проект. Дополнительные данные для проекта студентом выбираются самостоятельно в зависимости от направленности того или иного раздела.

Для профилизации «Лесовосстановление и питомническое хозяйство» основными разделами являются механизированные технологии работ в питомнике и создания лесных культур. Для профилизации «Защита леса» целесообразна разработка разделов создания лесных культур и защиты леса от болезней, вредителей и сорняков. Для профилизаций «Лесоохотничье хозяйство и побочное пользование лесом», «Информационные системы в лесном хозяйстве», «Лесоведение и лесоводство» разрабатываются разделы технологии лесовосстановления и проекта лесоводственного ухода (рубок ухода в молодняках), а также рубок ухода за лесом с заготовкой древесины (прореживания, проходная, санитарно-выборочная рубка) [1–12].

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. ПРОЕКТ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТ В ПИТОМНИКЕ

1.1. Характеристика участка объекта проектирования

В этом подразделе должна быть дана характеристика участка и указаны лесорастительные условия на объекте проектирования. В характеристику лесорастительных условий можно включить краткие данные по климату, рельефу, геологии и гидрологии, почвенным условиям, а также растительности. Указывается объем работ, категория земель и другие особенности участка по данным задания. Могут быть приведены вид посадочного материала и способ его получения, объемы лесовосстановления, данные о количестве выращиваемого посадочного материала и т. д.

1.2. Выбор и обоснование технологии работ в питомнике

Лесной питомник является постоянным местом для выращивания посадочного материала различного назначения.

Необходимо выбрать технологический комплекс машин и орудий по выращиванию посадочного материала в питомнике, используя специальную литературу, лекционный курс по дисциплине, а также данные табл. П1.1–П1.3.

Для создания временного лесного питомника применяются технологии, приведенные в табл. П1.1. Проведению ежегодных работ в питомнике предшествуют единовременные работы по расчистке и планировке участка.

В лесных питомниках технология основана на системе севооборота (табл. П1.2, П1.3). Вначале выполняют зяблевую вспашку, дополнительную обработку почвы, посев сидерального пара и обработку сеянного травяного пласта, выдержку поля под черным паром, завершают вспашкой.

Специально выращенные сидераты (люпин, фацелия, клевер, люцерна и др.) на поле сначала прикатывают гладким катком, далее измельчают верхний слой путем обработки засеянного травяного пласта дисковыми орудиями (боронами), а через 10–12 дней осуществляют культурную вспашку плугами общего назначения.

Целинные земли и старые залежи обрабатывают по системе черного пара, при которой предусматривается поверхностная обработка почвы дисковыми боронами, культурная вспашка плугами с предплужниками или с углоснигами, а дополнительная (поверхностная) обработка – паровыми культиваторами.

1.2.1. Технология работ в посевном отделении

Работы в посевном отделении питомника начинают с внесения органических или минеральных удобрений в осенний период. При внесении удобрений выполняют погрузку удобрений в транспортные средства на месте их заготовки или хранения, транспортирование, разбрасывание всего объема (или части) по поверхности. При внесении минеральных удобрений частями остальную часть вносят корневыми или внекорневыми подкормками. Для транспортирования и разбрасывания органики применяют полуприцепы-разбрасыватели (РПУ-6А) с поверхностным разбрасыванием органических удобрений (компоста, торфа).

Минеральные удобрения вносят разбросным способом навесными разбрасывателями (НРУ-0,5 и др.) или прицепными тракторными разбрасывателями удобрений (Л-415, 1-РМГ-4), а также в виде подкормок при междурядной обработке культиваторами Egedal GS и др.

После внесения удобрений осенью выполняют зяблевую вспашку плугами общего назначения на глубину до 27 см.

Почву в питомнике обрабатывают двух- или трехкорпусными плугами общего назначения, а каменистые почвы – плугами ПКМ-3-35 и др.

Весной, в апреле, выполняют боронование. На средних суглинистых почвах используют дисковые бороны (БНД-1,7; БНД-2,0), а на легких песчаных и супесчаных почвах могут применяться и зубовые бороны. При наличии сорной растительности дополнительно осуществляют обработку культиватором. Для предпосевной обработки почвы предназначены лапчатые культиваторы (КРН-1,4М, SAU-1,3) (табл. П1.1–П1.19).

Посев мелких сыпучих семян хвойных и лиственных пород осуществляют сеялками Egedal тип 83, СЛН-5/9 и др. Рекомендованные схемы и нормы посева приведены в табл. П1.14, П1.15.

С целью обеспечения влагой верхних слоев почвы применяют мульчирование посевов (МСН-0,75 и МСН-1), а для послепосевного прикатывания – односекционные гладкие катки КВГ-1,4.

После появления всходов проводят агротехнические уходы (междурядную культивацию) культиваторами-растениепитателями. Для борьбы с сорной растительностью химическим способом вносят гербициды, которыми проводят междурядную обработку площадей ручными опрыскивателями (Манкар) или опрыскивающим приспособлением Egedal GS.

В процессе выращивания и перед выкапыванием посадочного материала осуществляют поливы дождевальными установками.

Для формирования корневой системы сеянцев применяют подрезку корней в горизонтальной плоскости. Завершающей операцией в технологии является выкопка сеянцев машинами для выкопки посадочного материала.

1.2.2. Технология работ в школьном отделении

В школьном отделении питомника также применяют систему севооборотов, агротехника аналогична той, которую используют в посевном отделении.

Саженцы древесных и кустарниковых пород выращивают путем пересадки в школьное отделение питомника сеянцев, выращенных в посевном отделении. Применяют ленточную трехрядную (50×50×50 см) или пятирядную (25×25×25×25×50 см) схему посадки с шагом посадки 10–25 см посадочными машинами СШП-5/3, ЭМИ-5М, Л-218, S 237.

В летний период выполняют механический или химический уход. Механические уходы с подкормкой проводят культиваторами для междурядной обработки почвы, а химические уходы – опрыскивателями. Всего выполняют 3–4 культивации и две корневые подкормки. На полях выращивания саженцев старшего возраста также проектируют 3–4-кратную культивацию и подкормку минеральными удобрениями. Саженцы четырехлетнего возраста выкапывают осенью или весной следующего года выкопочными плугами ВПН-2, СВН-2 и др.

В комбинированной школе сначала высаживают саженцы лиственных пород с расстоянием между рядами 3,0–4,5 м и с шагом посадки 0,75–1,00 м однорядными лесопосадочными машинами. В образованные широкие междурядья сажают сеянцы и саженцы древесных и кустарниковых пород лесопитомниковыми сажалками или рассадопосадочными машинами.

Для выполнения работ в питомнике используют тракторы с мощностью двигателя 25–65 кВт и тягового класса 0,6–1,4: БЕЛАРУС МУП-320, БЕЛАРУС МУП-422, БЕЛАРУС МУП-622, БЕЛАРУС МУП-82.1. Для работы на малых площадях применяют минитракторы и тракторы БЕЛАРУС МУП-320–622 при бороновании, культивации, внесении удобрений. При дисковании паровых полей, вспашке почвы используют тракторы класса 1,4–2,0.

1.3. Методика расчета машинно-тракторных агрегатов

Расчет основных показателей производится в зависимости от принципа работы машинно-тракторного агрегата (МТА). Возможны два варианта расчета. Когда при выполнении работы используется только сила тяги трактора, расчет осуществляется в следующей последовательности: определяют рабочие сопротивления машин и орудий; оценивают загрузку трактора по коэффициенту использования тягового усилия и рассчитывают эксплуатационные затраты.

При использовании в работе МТА и силы тяги трактора, и привода через вал отбора мощности (ВОМ) применяется мощностной баланс трактора.

1.3.1. Методика расчетов агрегатов по силовому балансу

Уравнение мощностного баланса трактора можно записать в следующем виде:

$$N_{кр} = N_e - (N_{тр} + N_{\delta} + N_f \pm N_i + N_{ВОМ}), \quad (1.1)$$

где $N_{кр}$ – мощность, затрачиваемая на совершение полезной работы (крюковая, или тяговая, мощность), кВт;

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

$N_{тр}$ – потери мощности в трансмиссии трактора, кВт;

N_{δ} – потери мощности на буксование, кВт;

N_f – мощность, затрачиваемая на передвижение трактора, кВт;

N_i – затраты мощности на преодоление уклона пути, кВт;

$N_{ВОМ}$ – мощность привода рабочей машины от ВОМ трактора, кВт.

Окружная мощность, подводимая к ходовому аппарату, вычисляется по формуле

$$N_{окр} = N_e - N_{тр} = N_e \cdot (1 - \eta_m), \quad (1.2)$$

где η_m – общий КПД трансмиссии, равный произведению КПД отдельных передач: $\eta_m = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \dots \eta_i$. Общий КПД трансмиссии может быть равен 0,83–0,95.

Методика основана на том, что к ведущим колесам трактора от двигателя подводится окружная мощность $N_{\text{окр}}$ с крутящим моментом M_k , который преобразуется в окружную силу, и в результате взаимодействия ее с опорной поверхностью почвы возникает касательная реакция P_k . Эта сила действует в направлении движения трактора, и если сцепление движителя с опорной поверхностью достаточно, равна окружной силе P_o :

– для колесного трактора

$$P_k = P_o = \frac{N_{\text{окр}}}{v} = \frac{M_k}{r_k}; \quad (1.3)$$

– для гусеничного трактора

$$P_k = P_o = \frac{N_{\text{окр}}}{v} = \frac{M_k}{r_3}, \quad (1.4)$$

где v – скорость движения агрегата, м/с;

r_k – радиус качения колеса, м;

r_3 – радиус ведущей звездочки, м.

Касательная сила тяги передается через движитель остову трактора и является его движущей силой:

$$P_k = P_{\text{кр}}(R_{\text{ор}}) + P_f + P_i, \quad (1.5)$$

где $P_{\text{кр}}$ – сила тяги, приходящаяся на крюк (крюковая сила), кН;

$R_{\text{ор}}$ – сопротивление навесного орудия, кН;

P_f – сила сопротивления движению трактора, кН;

P_i – сила сопротивления движению на уклон, кН.

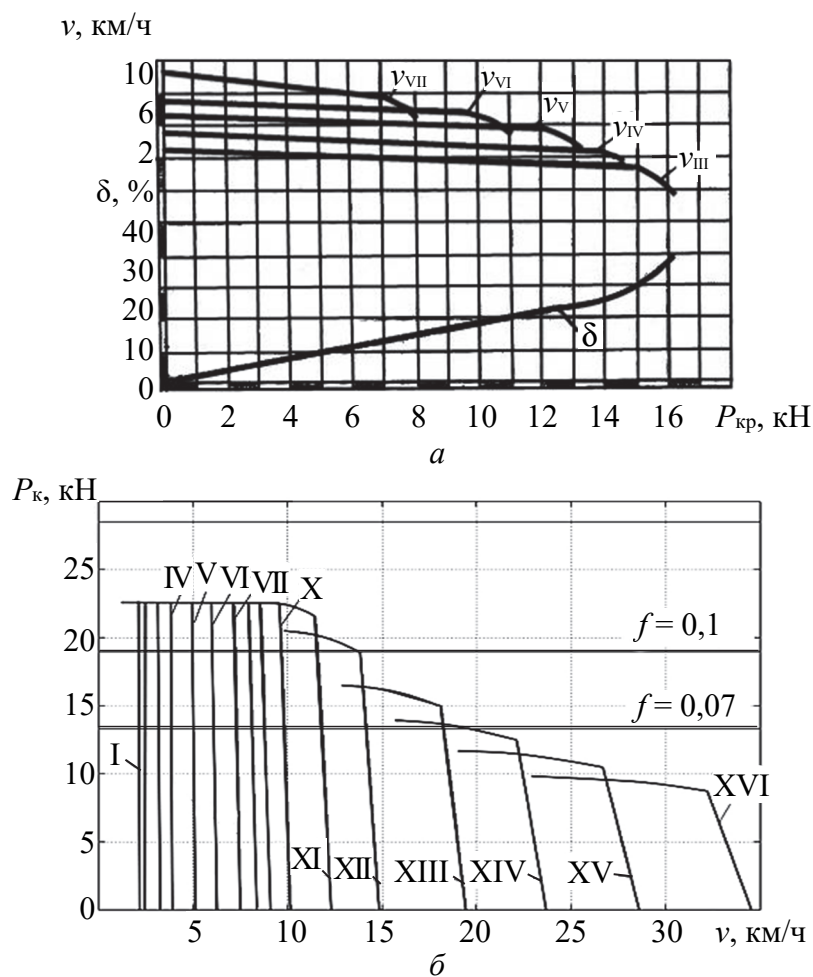
Крюковая сила тяги $P_{\text{кр}}$ используется на совершение полезной работы агрегата – перевозки груза в прицепе, обработки почвы плугом и т. д. По величине силы, приходящейся на крюк, тракторы подразделяются на тяговые классы, которые определяются значениями расчетного номинального тягового усилия (таблица).

Тяговые классы тракторов (ГОСТ 27021–86 «Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы») и номинальные тяговые усилия

Марки тракторов БЕЛАРУС (МТЗ)	Тяговый класс	Тяговое усилие, кН
0х, 1хх (мотоблоки и минитракторы)	0,2	От 1,8 до 5,4
3хх	0,6	Свыше 5,4 до 8,1

Марки тракторов БЕЛАРУС (МТЗ)	Тяговый класс	Тяговое усилие, кН
4xx, 6xx	0,9	8,0–12,6
5xx, 8x, 8xx, 9xx, 10xx	1,4	12,6–18,0
12xx, 13xx	2	18,0–27,0
15xx	3	27,0–36,0
18xx, 20xx	4	36,0–45,0
21xx, 25xx, 28xx, 30xx	5	45,0–54,0
45xx	6	54,0–72,0

Для наглядности на рисунке приведены тяговые характеристики тракторов марки БЕЛАРУС. При максимальной эксплуатационной массе трактора БЕЛАРУС МУП-82.1 максимальная тяговая мощность составляет 31,6 кВт при тяговом КПД 61,4%, а удельный крюковой расход топлива равен 334 г/(кВт · ч).



Тяговые характеристики тракторов марки БЕЛАРУС:
a – МУП-82.1; *б* – МУЛ-1221.1

При номинальном значении тягового усилия 14 кН буксование ведущих колес трактора составляет 13% (для колесных тракторов 4К4 предельное значение равно 16–24%), а при максимальном значении силы тяги буксование уже составит 31,5%.

Для обеспечения движения трактора касательная сила тяги P_k должна быть больше или равна сумме сил сопротивления движению агрегата с одной стороны, и ее величина не должна превышать силу сцепления движителя с почвой P_ϕ , иначе будет возникать чрезмерное буксование.

Условие движения трактора в составе агрегата имеет вид

$$P_\psi \leq P_k \leq P_\phi, \quad (1.6)$$

где P_ψ – суммарная сила сопротивления движению, кН, равная

$$P_\psi(R_{\text{агр}}) = R_{\text{ор}} + P_f + P_i = R_{\text{ор}} + Q_{\text{тр}} \cdot (f_k \pm i), \quad (1.7)$$

здесь $R_{\text{агр}}$ – тяговое сопротивление агрегата, кН;

P_ϕ – сила сцепления движителя с грунтом, кН, вычисляемая по формуле

$$P_\phi = Q_{\text{сц}} \cdot \phi, \quad (1.8)$$

здесь $Q_{\text{сц}}$ – сцепной вес трактора, кН, приходящийся на ведущие органы (для полноприводных 4К4 $Q_{\text{тр}} = Q_{\text{сц}}$; для машин с одним ведущим мостом 4К2 $Q_{\text{сц}} = 2/3 \cdot Q_{\text{тр}}$);

$Q_{\text{тр}}$ – эксплуатационный вес трактора, кН (табл. П1.67, П1.68);

ϕ – коэффициент сцепления движителя с почвой (табл. П1.53);

f_k – коэффициент сопротивления передвижению (табл. П1.53);

i – уклон пути.

1.3.2. Тягово-эксплуатационные расчеты агрегатов в питомнике

Ниже приводится методика тягово-эксплуатационных расчетов агрегатов, применяемых в питомническом хозяйстве.

Выбор исходных параметров выполняется по справочному приложению 1.

Внесение органических удобрений

1. Сила сопротивления на крюке при перемещении прицепа по полю вычисляется по формуле

$$R_{\text{пр}} = (M_{\text{пр}} + M_{\text{уд}}) \cdot g \cdot (f_k \pm i), \quad (1.9)$$

где $M_{\text{пр}}$ – масса прицепа, кг (табл. П1.5);

$M_{\text{уд}}$ – масса удобрений или грузоподъемность, кг;

g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$;

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора при работе с прицепом равен:

$$\eta = \frac{R_{\text{пр}}}{P_{\text{т}}^x}, \quad (1.10)$$

где $R_{\text{пр}}$ – сопротивление прицепа, кН;

$P_{\text{т}}^x$ – тяговое усилие трактора на выбранной передаче, кН (табл. П1.66).

Значение η сверяется с данными табл. П1.56.

По степени загрузки трактора оценивается величина буксования (табл. П1.55) для уточнения технической скорости движения агрегата при расчетах производительности (формула (1.16)).

3. Тяговое сопротивление прицепного агрегата находится по следующей формуле:

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{пр}} + M_{\text{тр}} \cdot g \cdot (f_k + i), \quad (1.11)$$

где $M_{\text{тр}}$ – масса трактора, кг (табл. П1.67, П1.68).

4. Полученное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора и оценивается возможность работы агрегата в данных условиях:

$$R_{\text{агр}} \leq P_{\text{ф}} = Q_{\text{сц}} \cdot \varphi. \quad (1.12)$$

5. Сменная производительность агрегата внесения удобрений рассчитывается по формуле

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_b \cdot K_v \cdot K_t, \quad (1.13)$$

где B_p – ширина разбрасывания удобрений, м;

v – расчетная скорость движения агрегата, км/ч (табл. П1.64, П1.66);

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, принимаемая 8 ч;

K_b – коэффициент использования ширины захвата, равный 0,95;

K_v – коэффициент использования скорости, определяемый по следующей формуле:

$$K_v = (1 - \delta) \cdot (1 - \lambda), \quad (1.14)$$

здесь δ – коэффициент буксования, зависящий от степени загрузки η трактора на выбранной передаче (определяется по табл. П1.55);

λ – коэффициент криволинейности хода агрегата, равный 0,3;

K_t – коэффициент использования времени смены, принимаемый 0,75.

6. Дневная производительность агрегата вычисляется по следующей формуле:

$$W_{\text{дн}} = W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}, \quad (1.15)$$

где $W_{\text{см}}$ – сменная производительность агрегата, га/см;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности, принимаемый 1; 1,2; 1,5; 2.

7. Число машино-смен определяется по формуле

$$m = \frac{F}{W_{\text{см}}}, \quad (1.16)$$

где F – объем работ, га.

8. Число машино-дней находится по следующей формуле:

$$M = \frac{F}{W_{\text{дн}}}. \quad (1.17)$$

9. Количество агрегатов для выполнения работы рассчитывается по формуле

$$A = \frac{F}{D_{\text{р}} \cdot W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{п.у}}}, \quad (1.18)$$

где $D_{\text{р}}$ – количество рабочих дней в периоде (табл. П1.72);

$K_{\text{п.у}}$ – коэффициент, учитывающий погодные условия, равный 0,8–1,0.

10. Расход топлива при выполнении технологической операции находится по формулам (6.1)–(6.6).

Зяблевая вспашка поля

1. Тяговое сопротивление плугов общего назначения вычисляется по формуле

$$R_{\text{пл}} = M_{\text{пл}} \cdot g \cdot f_{\text{т.м}} + K_{\text{пл}} \cdot a \cdot b + \xi \cdot a \cdot b \cdot v^2, \quad (1.19)$$

где $M_{\text{пл}}$ – масса плуга, кг (табл. П1.4);

$f_{\text{т.м}}$ – коэффициент трения почвы о металл (табл. П1.54);

$K_{\text{пл}}$ – удельное сопротивление лемешных плугов, кН/м² (табл. П1.57);

a – глубина вспашки, см;

b – ширина вспашки, см;

ξ – коэффициент пропорциональности, равный 1,5–3,0 кН · с²/м⁴;

v – скорость движения агрегата, при расчетах подставляется значение, если величина имеет значение более чем 1 м/с.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора при работе с плугом общего назначения равен:

$$\eta = \frac{R_{\text{пл}}}{P_{\text{т}}^x}, \quad (1.20)$$

где $R_{\text{пл}}$ – сопротивление плуга, кН.

Значение η сверяется с данными табл. П1.56.

По степени загрузки трактора оценивается величина буксования (табл. П1.55) для определения технической скорости движения агрегата при расчетах производительности.

3. Тяговое сопротивление пахотного агрегата вычисляется по следующей формуле:

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{пл}} + (M_{\text{тр}} + M_{\text{пл}}) \cdot g \cdot (f_k + i). \quad (1.21)$$

4. Рассчитанное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления движителя трактора, полученным по формулам (1.8), (1.12), и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях.

5. Сменная производительность агрегата вычисляется по формуле

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B_{\text{пл}} \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\alpha}, \quad (1.22)$$

где $B_{\text{пл}}$ – конструктивная ширина захвата плуга, м;

v – расчетная скорость движения агрегата, км/ч (табл. П1.64 и П1.66);

K_v – коэффициент использования скорости, рассчитываемый по формуле (1.14), в которой для колесных тракторов при номинальной загрузке $\delta = 0,12-0,18$; $\lambda = 0,1$;

$K_{\text{т}} = 0,8$;

K_{α} – коэффициент, учитывающий влияние рельефа (при $i \leq 0,017$ $K_{\alpha} = 1,0$; при $i = 0,018-0,080$ $K_{\alpha} = 0,96$; при $i = 0,081-0,120$ $K_{\alpha} = 0,92$; при $i = 0,121-0,150$ $K_{\alpha} = 0,84$).

6. Дневная производительность агрегата $W_{\text{дн}}$ находится по формуле (1.15).

7. Число машино-смен m определяется по соотношению (1.16).

8. Число машино-дней M вычисляется по формуле (1.17).

9. Количество агрегатов A , необходимое для выполнения работы, находится по соотношению (1.18).

10. Расход топлива при выполнении технологической операции рассчитывается по методике, приведенной в главе 6.

Весеннее боронование (дискование) или культивация

1. Сопротивление орудий для дополнительной обработки почвы (бороны, культиваторы, катки, дисковые лушпильники) определяется по формуле

$$R_o = M_o \cdot g \cdot f_d + K_o \cdot B_p, \quad (1.23)$$

где M_o – масса орудия, кг;

f_d – коэффициент трения дисков о почву, равный 0,20 (табл. П1.54);

K_o – удельное сопротивление орудия, кН/м (табл. П1.61);

B_p – рабочая ширина захвата орудия, м.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора η при работе с культиватором, бороной рассчитывается по формуле (1.20).

3. Тяговое сопротивление агрегата вычисляется по следующей формуле:

$$R_{agr} = R_o + (M_{тр} + M_6) \cdot g \cdot (f_k + i), \quad (1.24)$$

где M_6 – масса дисковой (зубовой) бороны, кг.

4. Рассчитанное значение R_{agr} сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора, полученным по формуле (1.8), и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях.

5. Сменная производительность агрегата $W_{см}$ находится по формуле (1.22).

6. Дневная производительность агрегата $W_{дн}$ рассчитывается по формуле (1.15).

7. Число машино-смен m определяется из соотношения (1.16).

8. Число машино-дней M вычисляется по формуле (1.17).

9. Количество агрегатов A , необходимое для выполнения работы, находится по выражению (1.18).

10. Расход топлива при выполнении технологической операции рассчитывается по методике, описанной в главе 6.

Посев семян в питомнике

1. Тяговое сопротивление лесной сеялки вычисляется по формуле

$$R_{л.с} = (M_{л.с} + M_c) \cdot g \cdot \mu + n \cdot R_c, \quad (1.25)$$

где $M_{л.с}$ – масса лесной сеялки, кг;

M_c – масса семян в бункере, кг, определяемая по формуле

$$M_c = V_6 \cdot G, \quad (1.26)$$

здесь V_6 – объем семенного бункера, м³;

G – насыпная плотность семян (табл. П1.71);

μ – коэффициент сопротивления качению сеялки, равный 0,20–0,25;

n – число одновременно высеваемых строк, шт.;

R_c – сопротивление сошника, равное 60–85 Н для однодискового катка; 70–125 Н для двухдискового катка; 40–70 Н для анкерного катка; 20 Н для бороздообразующего катка.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора η при работе с сеялкой рассчитывается по формуле (1.20).

3. Тяговое сопротивление посевного агрегата находится по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{л.с}} + M_{\text{тр}} \cdot g \cdot (f_k + i). \quad (1.27)$$

4. Рассчитанное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления движителя трактора, полученным по формулам (1.6), (1.12), и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях.

5. Сменная производительность посевного агрегата определяется по следующей формуле:

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B_{\text{л}} \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{v}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\alpha}, \quad (1.28)$$

где $B_{\text{л}}$ – ширина посевной ленты, равная 1,5 м;

$K_{\text{в}} = 1,0$;

$K_{\text{v}} = 0,85$;

$K_{\text{т}} = 0,65$;

$K_{\alpha} = 1,0$ при $i \leq 0,017$; $K_{\alpha} = 0,96$ при $i = 0,018$ – $0,080$; $K_{\alpha} = 0,92$ при $i = 0,081$ – $0,120$; $K_{\alpha} = 0,84$ при $i = 0,121$ – $0,150$.

6. Остальные параметры посевного агрегата рассчитываются по формулам (1.15)–(1.18).

7. Расход топлива при выполнении технологической операции определяется по методике, изложенной в главе 6 (формулы (6.1)–(6.6)).

Посадка сеянцев в школьном отделении питомника

1. Тяговое сопротивление лесопосадочных машин вычисляется по следующей формуле:

$$R_{\text{л.м}} = M_{\text{л.м}} \cdot g \cdot (f_c + \mu) + K_{\text{л.м}} \cdot a \cdot b \cdot m, \quad (1.29)$$

где $M_{\text{л.м}}$ – эксплуатационная масса сажалки, кг;

f_c – коэффициент трения сошника о почву, равный 0,15–0,20;

μ – коэффициент сопротивления качению (при наличии опорных колес), принимаемый 0,10–0,25;

$K_{\text{л.м}}$ – коэффициент удельного сопротивления почвы (табл. П1.60);

a – глубина посадочной борозды (хода сошника), см (табл. П1.10);

b – ширина посадочной борозды, см;
 m – количество сошников (одновременно высаживаемых рядов), шт.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора η при работе с посадочной машиной рассчитывается по формуле (1.20).

3. Тяговое сопротивление навесного посадочного агрегата находится по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{л.м}} + (M_{\text{тр}} + M_{\text{л.м}}) \cdot g \cdot (f_{\text{к}} + i). \quad (1.30)$$

4. Рассчитанное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления движителя трактора, полученным по формулам (1.6), (1.12), и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях.

5. Сменная производительность агрегата находится по формуле (1.28), где B – конструктивная ширина захвата агрегата, м; v – расчетная скорость движения агрегата (берется скорость на низшей передаче с ходоуменьшителем), км/ч; $K_{\text{в}} = 1,0$; $K_{\text{т}} = 0,55$; $K_{\alpha} = 1,0$ при $i \leq 0,017$; $K_{\alpha} = 0,96$ при $i = 0,018-0,080$; $K_{\alpha} = 0,92$ при $i = 0,081-0,120$; $K_{\alpha} = 0,84$ при $i = 0,121-0,150$.

6. Дневная производительность агрегата $W_{\text{дн}}$ рассчитывается по формуле (1.15).

7. Число машино-смен m вычисляется из соотношения (1.16).

8. Число машино-дней M определяется по формуле (1.17).

9. Количество агрегатов A , необходимое для выполнения работы, находится по выражению (1.18).

10. Расход топлива при выполнении технологической операции рассчитывается по методике, приведенной в главе 6.

Междурядная культивация (с внесением удобрений)

1. Тяговое сопротивление культиватора определяется по формуле

$$R_{\text{л.к}} = K_{\text{о}} \cdot (B_{\text{р}} - 2 \cdot e \cdot m), \quad (1.31)$$

где $K_{\text{о}}$ – удельное сопротивление культиватора, Н/м (табл. П1.61);

$B_{\text{р}}$ – рабочая ширина захвата культиватора (ширина ленты), равная 1,5 м;

e – защитная зона растений, принимаемая 0,05–0,15 м.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора η при работе с лапчатым культиватором рассчитывается по формуле (1.20).

3. Тяговое сопротивление агрегата вычисляется по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{л.к}} + (M_{\text{тр}} + M_{\text{л.к}}) \cdot g \cdot (f_{\text{к}} + i), \quad (1.32)$$

где $M_{\text{л.к}}$ – масса культиватора, кг (табл. П1.12).

4. Рассчитанное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора, полученным по формулам (1.6), (1.12), и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях.

5. Сменная производительность агрегата при культивации находится по формуле (1.28), где $K_{\text{в}} = 0,96$ при сплошной обработке, $K_{\text{в}} = 1,0$ при междурядной обработке; $K_{\text{т}} = 0,80$; $K_{\alpha} = 1,0$ при $i \leq 0,017$; $K_{\alpha} = 0,96$ при $i = 0,018-0,080$; $K_{\alpha} = 0,92$ при $i = 0,081-0,120$; $K_{\alpha} = 0,84$ при $i = 0,121-0,150$.

6. Дневная производительность агрегата $W_{\text{дн}}$ вычисляется по формуле (1.15).

7. Число машино-смен m определяется из соотношения (1.16).

8. Число машино-дней M рассчитывается по формуле (1.17).

9. Количество агрегатов A , необходимое для выполнения работы, находится по выражению (1.18).

10. Расход топлива при выполнении технологической операции определяется по методике, рассмотренной в главе 6.

Химический уход

1. Выбирается и обосновывается ширина захвата опрыскивателя B , м, скорость движения при обработке насаждений v , км/ч, и норма внесения препарата Q , л/га. По формуле определяется минутный расход q , л/мин, через форсунки опрыскивателя:

$$q = \frac{B \cdot v \cdot 1000 \cdot Q}{60 \cdot 10\,000} = \frac{B \cdot v \cdot Q}{600}. \quad (1.33)$$

Полученное значение минутного расхода должно соответствовать параметрам технической характеристики опрыскивателя (табл. П1.19).

2. Сменная производительность опрыскивателей находится по следующей формуле:

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_{\text{т}}, \quad (1.34)$$

где B – технологическая ширина захвата агрегата или расстояние между центрами двух смежных полос, м;

$$K_v = 0,8;$$

$$K_{\text{т}} = 0,7.$$

3. Остальные параметры агрегата для опрыскивания рассчитываются по формулам (1.15)–(1.18).

4. Расход топлива на выполненный объем работ определяется по методике, приведенной в главе 6.

Дождевание (искусственное орошение)

Для проведения расчетов необходимо предварительно изучить учебный материал [2, с. 248].

1. Площадь полива с одной позиции при круговом движении насадки (дождевальной пушки) вычисляется по формуле

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (1.35)$$

где d – дальность подачи воды (выбирается кратной ширине поля), м (табл. П1.11).

2. Количество позиций полива устанавливается с помощью следующего соотношения:

$$n = \frac{F}{S_{\text{поз}}}, \quad (1.36)$$

где F – площадь поля, м²;

$S_{\text{поз}}$ – площадь полива с одной позиции, м².

3. Для дождевальных установок средняя интенсивность дождя на 1 м² выбирается из технической характеристики или определяется из выражения

$$\chi = \frac{60 \cdot Q}{S_{\text{поз}}}, \quad (1.37)$$

где Q – расход воды дождевальной установкой, л/с.

4. Время нахождения дождевальной установки на одной позиции или время разового полива определяется нормой полива (дождевания) χ_1 и интенсивностью дождя χ :

$$t = \frac{\chi_1}{\chi}. \quad (1.38)$$

5. Площадь полива за 1 ч рассчитывается по формуле

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot S_{\text{поз}} \cdot q}{q_1}. \quad (1.39)$$

6. Производительность установки в смену вычисляется по формуле

$$W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (1.40)$$

где $K_{\text{т}} = 0,7$.

7. Необходимое количество машино-смен полива всего участка находится по формуле (1.16).

Выкопка посадочного материала

1. Тяговое сопротивление выкопочных орудий находится по формуле

$$R_{в.о} = M_{в.о} \cdot g \cdot f_{т.м} + K_o \cdot a \cdot b, \quad (1.41)$$

где $M_{в.о}$ – масса выкопочного орудия, кг (табл. П1.13);

$f_{т.м}$ – коэффициент трения металла о грунт, равный 0,30–0,75;

K_o – удельное сопротивление почвы, принимаемое 2–10 кН/м;

a – глубина хода скобы, см;

b – ширина захвата рабочего органа (ширина ленты), см.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора η при работе с выкопочным орудием определяется по формуле (1.20).

3. Тяговое сопротивление выкопочных орудий вычисляется по формуле

$$R_{агр} = R_{в.о} + (M_{тр} + M_{в.о}) \cdot g \cdot (f_k + i). \quad (1.42)$$

4. Рассчитанное значение $R_{агр}$ сравнивается со значением силы сцепления движителя трактора, полученным по формулам (1.6), (1.12), и оценивается возможность работы агрегата в данных условиях.

5. Сменная производительность при выкопке посадочного материала в питомнике $W_{см}$ определяется по формуле (1.22).

6. Дневная производительность агрегата $W_{дн}$ находится по формуле (1.15).

7. Число машино-смен m вычисляется из соотношения (1.16).

8. Число машино-дней M рассчитывается по формуле (1.17).

9. Количество агрегатов A , необходимое для выполнения работы, определяется по формуле (1.18).

10. Расход топлива при выполнении технологической операции находится по методике, рассмотренной в главе 6.

2. ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ, ВРЕДИТЕЛЕЙ, СОРНЯКОВ

2.1. Характеристика участка объекта проектирования

В этом подразделе характеризуется участок, указывается назначение объекта проектирования. В характеристику лесорастительных условий входят краткие данные по климату, рельефу, почвенным условиям, а также растительности. Указывается объем работ,

категория земель и другие данные задания. Устанавливается степень поражения сорной растительностью или размер очагов распространения возбудителей болезни или вредителей и их вид.

2.2. Выбор и обоснование технологии работ

Необходимо из существующих методов и средств борьбы с вредителями, сорняками, болезнями леса выбрать те, которые больше подходят к условиям по заданию. В задачи входит выявление массива, поврежденного болезнями и вредителями. Далее дается краткая характеристика насаждению (площадь, видовой состав, возраст, вид и количество вредителей, или интенсивность засоренности участка сорной растительностью). Затем выбираются способ обработки объекта и режим работы агрегата и составляется маршрутный график движения по участку. Указываются последовательность подготовки участка для обработки, регулировка устройства на заданную норму расхода ядохимиката или биопрепарата с выбором скоростного режима движения и других параметров.

Выбор устройств и аппаратов, способов движения и расчет технико-эксплуатационных показателей студент выполняет с учетом данных табл. П1.17.

2.3. Расчеты по комплектованию агрегатов для опрыскивания

1. Расход рабочей жидкости через распылитель определяется с помощью таблицы путем выбора параметров форсунки опрыскивателя и заданной нормы расхода Q препарата на 1 га (табл. П1.18–П1.22).

Расход жидкости через форсунки в зависимости от давления жидкости и вида форсунки в опрыскивателе к культиватору Egedal GS для обработки низкорослых насаждений

Вид форсунки	Давление жидкости, МПа	Расход жидкости q , л/мин
Красная	1,0	2,475
	0,7	2,000
Голубая	1,0	1,630
	0,7	1,350
	0,4	0,990

Вид форсунки	Давление жидкости, МПа	Расход жидкости q , л/мин
Зеленая	1,0	0,900
	0,7	0,735
	0,4	0,500
Желтая	1,0	0,680
	0,7	0,560

При обработке отдельных высокорослых деревьев или кустарников (используются вентиляторные опрыскиватели) рассчитывается время обработки растения с одной позиции:

$$t_1 = \frac{60 \cdot Q \cdot a \cdot b}{q \cdot 10^4}, \quad (2.1)$$

где Q – норма внесения препарата, л/га;

$a \cdot b$ – схема размещения или посадки, м²;

q – минутный расход рабочей жидкости через распылитель, л/мин.

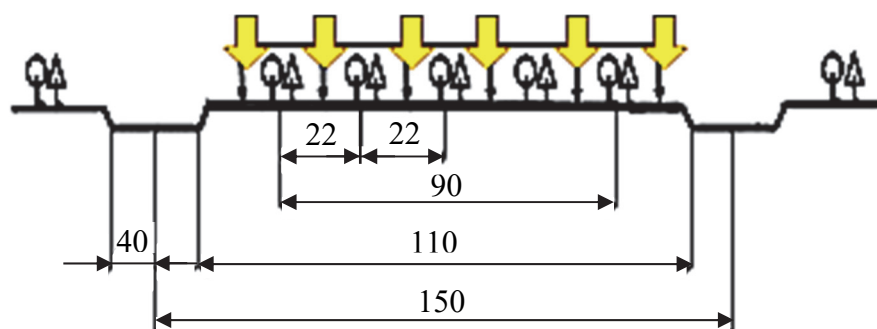


Схема обработки шести междурядий

2. При сплошной и междурядной обработке низкорослых насаждений (рисунок) выбирается ширина рабочего захвата опрыскивателя B , м, и скорость движения при обработке насаждений v , км/ч, а также норма внесения препарата Q , л/га, через форсунки (количество форсунок зависит от схемы посева или посадки) и определяется минутный расход:

$$q = \frac{B \cdot v \cdot 1000 \cdot Q}{60 \cdot 10\,000} = \frac{B \cdot v \cdot Q}{600}. \quad (2.2)$$

Полученное значение сверяется с подачей опрыскивателя, в случае отклонений корректируются параметры B , v и Q и заново рассчитывается количество жидкости, которое должен выбросить опрыскиватель за 1 мин.

Перед проведением обработки на выбранном режиме на опрыскивателе регулируется заданный минутный расход через каждую форсунку:

$$q_{\text{форс}} = \frac{q}{n_{\text{форс}}}. \quad (2.3)$$

Для данного значения $q_{\text{форс}}$ по таблице выбирается вид форсунки и параметры установки минутного расхода через нее.

Для регулировки на заданный режим работы в бак опрыскивателя заливается вода и проводятся необходимые настройки [2].

3. Техническая или расчетная производительность обработки (в гектарах) в течение смены находится по формуле

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot v_{\text{тр}} \cdot B_{\text{р}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (2.4)$$

где $v_{\text{тр}}$ – скорость движения трактора, км/ч;

$B_{\text{р}}$ – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, принимаемая 8 ч;

K_v – коэффициент использования скорости, равный 0,85;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования ширины захвата агрегата, принимаемый 0,94;

$K_{\text{т}}$ – коэффициент использования времени смены, равный 0,75.

4. Дневная производительность агрегата для опрыскивания вычисляется по формуле

$$W_{\text{дн}} = W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}, \quad (2.5)$$

где $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности, принимаемый 1; 1,2; 1,5; 2.

5. Число машино-смен определяется по формуле

$$m = \frac{F}{W_{\text{см}}}, \quad (2.6)$$

где F – объем работ, га.

6. Число машино-дней находится по следующей формуле:

$$M = \frac{F}{W_{\text{дн}}}. \quad (2.7)$$

7. Количество агрегатов для выполнения работы рассчитывается из соотношения

$$A = \frac{F}{D_{\text{р}} \cdot W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{п.у}}}, \quad (2.8)$$

где D_p – количество рабочих дней в периоде (табл. П1.72);

$K_{п.у}$ – коэффициент, учитывающий погодные условия, равный 0,8–1,0.

8. Расход топлива при выполнении технологической операции определяется по методике, приведенной в главе 6 (формулы (6.1)–(6.6)).

3. ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ

3.1. Характеристика участка объекта проектирования

В этом подразделе указывается вид лесокультурной площади – вырубка, гарь, пустырь, редины, прогалины, овраги, балки, эродированные земли и состояние очистки, порода и количество пород на 1 га, рельеф. По механическому составу почвы, ее влажности и степени задернения определяются параметры удельных сопротивлений почвы при ее последующей обработке. Также указывается тип условий местопроизрастания, наличие естественного возобновления, его количество на 1 га, породный состав, размещение. Дается лесопатологическая характеристика площади, степень зараженности личинками хрущей, другими вредителями или болезнями, наличие очагов корневой гнили в прошлом и рекомендуемые лесозащитные мероприятия. Приводится вид применяемого посадочного материала, метод создания лесных культур и другая информация, предлагаемая для использования при разработке проекта.

3.2. Выбор и обоснование технологии создания лесных культур

Для комплексной механизации необходимо выбрать технологический комплекс агрегатов и разработать технологию работ в зависимости от объекта проектирования с указанием выполняемых операций, марки орудия (машины) и трактора и их технических характеристик, а также обозначить сроки проведения работ.

Устанавливаются способ и время обработки почвы (сплошная, полосами, бороздами, террасирование, площадками), глубина обработки или высота микроповышений, схема размещения площадок, террас, полос, борозд, размеры площадок, ширина полос и борозд, состав, возраст, площадь и вид расчистки, метод и способ создания лесных культур (посадкой или посевом), расстояние между рядами и в рядах, схема смешения пород, главная порода, вид посадочного материала (вид, возраст), вид и количество агротехнических, химических и лесоводственных уходов по годам.

Для выбранного комплекса машин и орудий необходимо предусмотреть подготовку участков для профилактики лесных пожаров путем минерализации разрывов и противопожарного обустройства территории (размер участков, ширина противопожарных разрывов и др.). Правила техники безопасности должны быть также отражены в проекте.

Для выбора необходимых операций, машин и орудий для технологии ниже приводятся некоторые рекомендации.

Основным методом создания лесных культур является посадка леса [3], которая считается более надежным и эффективным методом создания лесных культур. Посадкой создаются лесные культуры на очень сухих и сухих почвах, быстро теряющих влагу в пахотном горизонте; на избыточно увлажненных и влажных почвах, где возможно выжимание всходов и растений; на плодородных почвах, быстро зарастающих травянистой растительностью и малоценными древесно-кустарниковыми породами; на участках, подверженных водной и ветровой эрозии.

На слабозадернелых, легких и влажных песчаных и супесчаных почвах в условиях местопроизрастания A_2-A_3 , B_2-B_3 лесные культуры сосны обыкновенной могут создаваться посевом.

3.2.1. Лесоразведение на сельскохозяйственных землях

Эти участки отличаются отсутствием каких-либо препятствий для проведения механизированных работ. Поэтому технология работ должна состоять из обработки почвы, непосредственной посадки и агротехнического ухода за лесными культурами (табл. П1.23).

Орудия и машины для проведения этих операций выбираются исходя из данных влажности почвы (как на вырубках).

На дренированных почвах может выполняться глубокое безотвальное рыхление специальными орудиями на глубину 40 см и более. На свежих песчаных и супесчаных почвах обработку осуществляют плугами Л-134, ПКЛ-70Д, ЗКТ-2 и др.

Выбор лесопосадочной машины зависит от вида посадочного материала и способа обработки почвы (нарезка борозд, создание свального гребня и т. д.). Посадку семян или саженцев в дно борозды (на сухих, дренированных почвах) рекомендуется выполнять лесопосадочными машинами ZKT-UNIFOX (1, 2, 3), SZ, ZKT WOLF, МЛУ-1А и др. На открытых площадях с дренированными почвами можно использовать однорядные посадочные машины ЛМД-2, ПМ-1С, МП-5 и УП-1 с ручной подачей семян в посадочную щель.

Уход за лесными культурами, посаженными в дно борозды или в свальный гребень, следует выполнять культиваторами и лесными бородами с различными рабочими органами.

При посадке семян или саженцев с открытой корневой системой с целью микоризации и защиты от личинок майского хруща корневые системы обмакивают составом, который включает почву из лесных насаждений и химический препарат.

Иногда начальной операцией в технологии лесоразведения является подавление пласта многолетних трав с помощью опрыскивания полос гербицидом (табл. П1.22).

3.2.2. Лесовосстановление вырубок и гарей

На лесокультурных площадях проводят мероприятия по созданию условий для качественного выполнения всех последующих лесокультурных операций, а также для снижения пожарной опасности в культурах.

Подготовка предусматривает обследование участка в натуре и его отвод под лесные культуры, провешивание линий будущих рядов культур или полос обработки почвы и обозначение опасных для работы мест.

Основными препятствиями для работы машин и орудий являются пни, крупные корни, порубочные остатки древесины, валежник, неликвидная древесина, мелколесье и кустарник. Подготовка участка вырубки для создания лесных культур выполняется при завершении лесосечных работ. Все виды рубок леса проводятся с минимально возможной высотой пней на участках, а очистка лесосек – с учетом размещения будущих полос прохода агрегатов при создании лесных культур.

Сплошная или полосная расчистка лесных площадей осуществляется также при повреждении насаждения в результате стихийных бедствий (бурелом, ветровал, горельник и др.). Выполняются полное измельчение пней или их понижение на полосах, мелиорация территории.

Выбор операций осуществляется исходя из особенностей участков для курсового проектирования с использованием табл. П1.24–П1.27.

При наличии кустарника и малоценного молодняка применяются кусторезы с прокладкой коридоров шириной 2,0–2,5 м. Для срезания кустарника и мелколесья служат мотокусторезы или машинные кусторезы, а для срезания и измельчения древесно-кустарниковой растительности – мульчеры роторного типа и измельчители пней (табл. П1.31–П1.34). Технологический процесс фрезерования кустарниковой растительности включает в себя измельчение поверхностной и погребенной древесины, дернины, кочек и перемешивание их с почвой по всей глубине обработки. При наличии густого кустарника и мелколесья, большого количества погребенной древесины целесообразно проводить предварительную срезку и сгребание наземной части древесной растительности.

Полосная расчистка участков от лесосечных отходов осуществляется подборщиками сучьев и машинами для полосной расчистки вырубок (табл. П1.30). Расчищают участки в осенний или весенний период, когда отсутствует растительность и снежный покров.

Выбор полосной расчистки от пней на вырубках или гарях зависит от их количества на 1 га. Полосную расчистку (корчевку) не проводят на вырубках и гарях с дренированными сухими, свежими или временно переувлажненными почвами, а также на вырубках и гарях с избыточно переувлажненными (сырыми) почвами с числом пней до 500 шт./га. В остальных случаях на свежих вырубках с количеством пней более 500 шт./га, а также при создании плантационных лесных культур целесообразно выполнить полосную расчистку коридоров для прямолинейного проезда агрегатов для обработки почвы, посадки и агротехнического ухода [3].

Для корчевки пней ранее применялись специально предназначенные для этого машины – корчеватели или машины, выполнявшие одновременно две операции – полосную корчевку пней и смещение их за пределы полосы (табл. П1.1) [2]. В настоящее время удаление надземной части пней возможно только путем их спиливания или фрезерования.

ОАО «Завод коммунальной техники» выпускает машины и орудия для производства лесных культур машинным способом, включая подготовку участков вырубок, обеспечивающих измельчение порубочных остатков и пней.

Для измельчения пня вместе с корнями используют лесные фрезы с дисковым и роторным рабочим органом (табл. П1.31, П1.34) – мульчеры (ЗКТ-2300), для измельчения пней и обработки

почвы лесными фрезами – ротоваторы (ZKT-700, МН-1,2 и др.), для измельчения пней высверливанием – навесное оборудование (ZKT серии КРОТ) (табл. П1.32) или навесное оборудование на стрелу манипулятора ZKT-DIPPERFOX SC850 (табл. П1.33) производительностью 180 пней/ч; ZKT-DIPPERFOX SC600 с АМКОДОР 2551 производительностью 60 пней/ч.

Обработка почвы под лесные культуры осуществляется специальными лесными плугами (табл. П1.35). Способ обработки зависит от механического состава и влажности почвы.

На дренированных сухих и свежих почвах предусматривается нарезка борозд. Для этой цели применяются лемешные плуги. На влажных (сырых) и временно переувлажненных почвах создаются свальные гребни (микроповышения) плугами или фрезами (табл. П1.34, П1.35). На избыточно переувлажненных (мокрых) почвах нарезают дренирующие каналы с образованием пластов. Обработку почвы под лесные культуры проводят преимущественно осенью, а когда объемы работ не позволяют уложиться в сроки, почву обрабатывают и весной.

Нарезку микроповышений осуществляют плугами ZKT-2 POWER, а борозд – плугами ПКЛ-70Д, Л-134 и ZKT-2. При количестве пней 300–400 шт./га кривизна траектории при нарезке борозд не будет оказывать существенного влияния. Применение лемешных плугов с приставками для дополнительной обработки пластов с рыхлением подпахотного слоя почвы, а также для предохранения корпуса от встречи с пнем (Л-134, ZKT-2) уменьшает криволинейность траектории движения. На полосах при таком приеме обработки почвы будет выдерживаться практически прямолинейность движения с образованием лишь пропусков при встрече с пнями. Технология уместна при общем количестве 400–500 пней на 1 га вырубki.

В случае наличия на вырубке более чем 600 пней на 1 га целесообразно использование измельчения или понижения пней. Для полосной обработки почвы применяют мульчеры-ротоваторы, которые осуществляют измельчение порубочных остатков, древесно-кустарниковой растительности и пней и перемешивание измельченной массы с почвой.

На склонах крутизной 5–12° обработка почвы производится поперек склона для предотвращения развития эрозионных процессов. На участках с сырыми почвами для отвода воды борозды должны быть непрерывными и направлены вдоль склона или под углом к направлению склона.

Посадка лесных культур должна быть механизированная, с использованием специальных машин (табл. П1.36, П1.37). Выбор лесопосадочной машины зависит от вида посадочного материала и способа обработки почвы (нарезка борозд, создание свального гребня и т. д.). Посадка сеянцев или саженцев в дно борозды (на сухих, дренированных почвах) ранее выполнялась лесопосадочными машинами: МЛА-1А, МЛУ-1, МЛК-1 и ЛМД-81 (крупномерный посадочный материал), а также МЛ-1 и МПМ-1. На временно переувлажненных (свежих) почвах предусматривается посадка лесных культур в свальный гребень. В настоящее время посадка сеянцев с открытой и закрытой корневой системой осуществляется машинами ZKT-UNIFOX (1, 2, 3) и ZKT WOLF.

При создании частичных лесных культур на площадях с отсутствием достаточного количества жизнеспособного подроста хвойных и твердолиственных пород, а также на вырубках с количеством пней более 500 шт./га вместо плужной обработки почвы может применяться частичная обработка путем устройства площадок или выкопки ям. При создании культур на дренированных почвах размер площадок составляет от 0,2 м² на бедных до 1,0 м² на богатых и сильно задернелых почвах. Выкапывание ям глубиной 0,3–0,6 м и диаметром 0,2–1,0 м под посадку крупного посадочного материала осуществляют ямокопателями или мотобурами.

Агротехнический уход за лесными культурами, посаженными по однорядной схеме, следует выполнять культиваторами с различными рабочими органами (диски, ножи, зубья и т. д.) Л-129 (КЛБ-1,7), косилкой-измельчителем ZKT-2500 или бороной кольчатой ZKT-2500К, боролами дисковыми ZKT-2500Л, ZKT-2500Л1, ZKT-2500Л2 (табл. П1.38). Наиболее целесообразно культивацию проводить в летний период (июнь, июль).

За лесными культурами, посаженными по пластам на влажных почвах, механические уходы не выполняются, а применяют химический уход (табл. П1.18, П1.19).

3.2.3. Лесоразведение на землях, нарушенных добычей нерудных ископаемых, и на овражно-балочных склонах

Земли, нарушенные добычей песка, мела, глины, гравия, представлены карьерными выемками с одноуступными крутыми склонами и неровным дном. После прекращения добычи строительных и прочих материалов на всех карьерах производится выполаживание откосов и осуществляется технический этап рекультивации земель (табл. П1.28).

При создании культур на склонах от 3 до 10° предусмотрена нарезка борозд глубиной 8–12 см плугом ПЛС-0,6, Л-134, ZKT-2, ZKT-2 POWER, ZKT-2 АКТИВ с рыхлением дна борозды.

На склонах крутизной 5–12° обработка почвы производится поперек склона для предотвращения развития эрозионных процессов. На участках с сырыми почвами для отвода воды более глубокие борозды должны быть непрерывными и направлены вдоль склона или под углом к направлению склона. На песчаных, гравийных и гравийно-песчаных карьерах создают культуры сосны. Обработка почвы на днищах и откосах крутизной до 5° выполняется плугом ПКЛ-70Д путем нарезки мелких борозд поперек склонов. Посадка культур густотой не менее 7 тыс. шт./га осуществляется лесопосадочными машинами.

На склонах возможна и сплошная обработка почвы. Ее проводят плугами общего назначения и плугами для каменистых почв. Вспашку следует выполнять в сентябре – октябре. Весной производят боронование дисковыми боронами или культиваторами.

Посадку лесных культур выполняют весной лесопосадочными машинами, например, ZKT-UNIFOX 2, которые позволяют высаживать растения высотой до 50 см, с открытой или закрытой корневой системой, на регулируемом расстоянии друг от друга. Средняя производительность составляет не менее 0,5 га за 8-часовую рабочую смену.

На откосах крутизной 6–12° почва обрабатывается путем нарезки глубоких борозд поперек склонов или напашкой террас одноотвальными плугами с опрокидыванием пласта вниз по откосу (обычно два пласта). Расстояние между бороздами и террасами составляет 2–3 м.

Обработка почвы ведется напашкой пластов одно- или двухотвальными плугами ПКЛ-70Д, Л-134, ZKT-2, ZKT-2 POWER, ZKT-2 АКТИВ, ПЛС-0,6. Посадка культур осуществляется в пласты. Полосную обработку почвы лучше выполнять осенью, до образования снежного покрова. Весной производят посадку лесных культур лесопосадочными машинами МЛЮ-1А, SZ, ZKT WOLF, ZKT-UNIFOX и др. При крутизне откосов более 12° выполняют террасирование склонов. При отсутствии промоин устраивают напашные террасы плугами общего назначения. При наличии промоин применяют террасеры (ТК-4, ТС-2,5) в агрегате с гусеничными тракторами. Весной высаживают лесные культуры, а летом осуществляют агротехнический уход.

3.2.4. Технологический комплекс машин и орудий для лесоразведения на выработанных торфяниках и осушенных болотах

Выработанные торфяники подразделяются на карьеры и поля. Карьеры и затопляемые поля малопригодны для создания лесных культур. Создавать лесные культуры на торфяных выработках рекомендуется в первые 2–3 года после прекращения добычи торфа, до появления задернения почвы и обильного возобновления второстепенных древесных пород (ивняков и пр.). Технологический комплекс машин для лесоразведения на выработанных площадях торфяных месторождений, осушенных землях приведен в табл. П1.29.

На низких полях обработка почвы производится созданием микроповышений двухотвальными плугами. На средних и высоких полях, невыработанных окраинах лучше выполнять сплошную вспашку плугами общего назначения с последующим дискованием почвы. Незадерненные участки следует только дисковать, но допускается также нарезка борозд.

Посадка лесных культур выполняется в гребни валов и пласты обычно вручную или лесопосадочными машинами по обработанной почве.

Агротехнический уход производится за культурами сосны и частично ели, при посадке сеянцами, при покрытии почвы травянистой растительностью более 50%. При посадке в вал и пласт уход выполняется вручную, на обработанной (вспашка, дискование, нарезка плужных борозд) и необработанной почве уход производится механизированно – культиваторами и боронами. Допускается химический уход за культурами при однократном опрыскивании междурядий весной в год посадки. При глубине торфа 5–20 см и слабым возобновлении мягколиственными породами со средним задернением возможно применение машинных кусторезов-мульчеров. При глубине слоя торфа до 5 см и отсутствии задернения осуществляется посадка культур без обработки почвы. На низинных полях (уровень грунтовых вод 0,1–0,3 м) и со слоем торфа более 15 см нарезают пласты.

На осушенных участках, характеризующихся наличием кочек, для их срезания используют лесные фрезы. Выбор способа обработки почвы и посадки осуществляется в зависимости от влажности почвы аналогично технологии лесовосстановления на вырубках.

3.3. Комплектование машинно-тракторных агрегатов по балансу мощности и силовому балансу

В этом подразделе выполняется расчет основных показателей МТА для выбранных операций создания лесных культур.

Выбор исходных параметров осуществляется по справочному приложению 1, а схемы работы агрегатов – по приложению 2.

При выполнении технологического процесса в составе трактора БЕЛАРУС МУП (МУЛ) и приводной машины методика расчета основана на отборе мощности двигателя через ВОМ.

3.3.1. Методика расчета МТА по балансу мощности

Привод лесных фрез осуществляется от механического вала отбора мощности или от гидравлического привода.

Уравнение мощностного баланса трактора выглядит следующим образом:

$$N_e = N_{кр} + N_{тр} + N_{\delta} + N_f \pm N_i + N_{ВОМ} + (N_{г.пр}), \quad (3.1)$$

где $N_{кр}$ – тяговая мощность на крюке, кВт;

$N_{тр}$ – механические потери мощности в трансмиссии, кВт;

N_{δ} – потери мощности на буксование, кВт;

N_f – потери мощности на перекачивание, кВт;

N_i – потери мощности на преодоление уклона местности, кВт;

$N_{ВОМ}$ – мощность, передаваемая через вал отбора мощности (ВОМ) трактора на вал приводной машины, кВт;

$N_{г.пр}$ – потери мощности при использовании гидравлического привода и на привод гидромоторов, кВт.

Методика расчета основана на использовании мощностного баланса трактора для привода кусторезов-мульчеров и ротоваторов (ФИД-2300, MF-200, ZKT-2300, ZKT-MERICRUSHER MJ4, ZKT Arstone STB-2, ZKT-MERICRUSHER MJH-0,8, ZKT-700, FC-045 и др.) при срезании кустарника, мелкокося, измельчении пней и порубочных остатков (лесосечных отходов). Принцип работы показан на рисунке.

Возможно несколько вариантов работы таких приводных машин в составе агрегата. При соединении машины с задней навесной системой трактора осуществляется полосная обработка почвы. При этом направление движения агрегата и направление вращения барабана противоположны (рисунок, а). Такая схема характерна для работы почвообрабатывающих фрезерных машин. При фрезеровании почвы

зуб внедряется в почву на глубину его высоты h , и глубина обработки почвы регулируется положением опорных лыж относительно поверхности почвы.

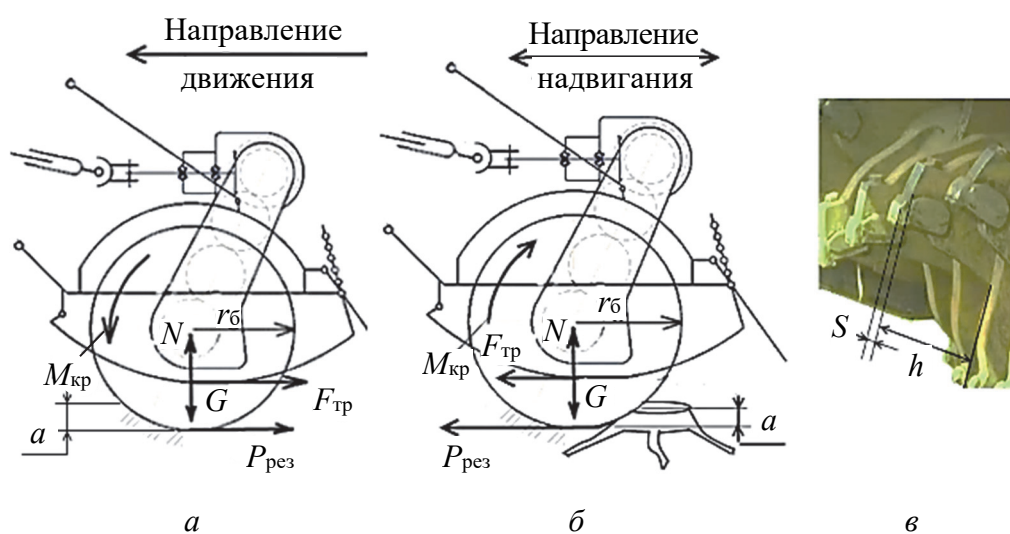


Схема сил, действующих на фрезерные машины:
 a – почвенная фреза; b – кусторез-мульчер (ротоватор);
 v – барабан лесной фрезы с ножами

При использовании переднего или заднего навесного устройства и реверсивного направления движения агрегата в режиме мульчера или ротоватора (рисунок, b) вектор скорости вращения барабана с ножами направлен в сторону трактора. При работе фреза скользит по поверхности движения на опорных лыжах, а ножи барабана осуществляют резание почвы или скалывание и резание тела пня, стволиков растущего или лежащего мелколеся и лесосечных отходов. При понижении (фрезеровании) тела пня происходит дробление или скалывание стружки древесины на глубину резца S , так как твердость древесины значительно больше твердости почвы. Понижение пня осуществляется послойно, реверсивным движением трактора вперед-назад.

Действие силы трения опорной лыжи о землю $F_{тр}$ компенсируется горизонтальной составляющей суммарной силы резания почвы, поэтому потребляемая мощность в основном затрачивается на резание и отбрасывание компонентов почвы. Вследствие этого мощность на привод лесной фрезы-ротоватора или мульчера можно определить по упрощенной методике.

Расчет фрезерного агрегата осуществляется в следующей последовательности.

1. Мощность на фрезерование рассчитывается по формуле

$$N_{\text{ф}} = N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}} + N_{\text{тр. вом}} + N_{\text{пер}}, \quad (3.2)$$

или

$$N_{\text{ф}} = N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}} + (N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}}) \cdot (1 - \eta) + N_{\text{пер}}, \quad (3.3)$$

где $N_{\text{рез}}$, $N_{\text{отб}}$, $N_{\text{тр. вом}}$, $N_{\text{пер}}$ – мощности, затрачиваемые соответственно на резание, отбрасывание почвы, преодоление сил трения в передаче, перемещение фрезы, кВт;

η – коэффициент полезного действия передачи крутящего момента от трактора к фрезе.

2. Мощность, необходимая для резания грунта (древесины), определяется по формуле

$$N_{\text{рез}} = k_{\text{рез}} \cdot a \cdot B \cdot v_a, \quad (3.4)$$

где $k_{\text{рез}}$ – удельное сопротивление резания почвы, равное 68–170 кН/м². При наличии пней и корневой древесины в почве $k_{\text{рез}} = 1750$ –5300 кН/м²; для измельчения порубочных остатков принимают меньшее значение диапазона; в зависимости от плотности древесины для мягколиственных пород выбирают меньшее значение, для твердолиственных пород – большее значение;

a – глубина обработки (толщина древесной стружки), м;

B – ширина захвата фрезы (ширина барабана), м;

v_a – скорость движения агрегата, м/с.

3. Мощность на отбрасывание почвы вычисляется по формуле

$$N_{\text{отб}} = \frac{k_{\text{отб}} \cdot m \cdot v_o^2}{2}, \quad (3.5)$$

где $k_{\text{отб}}$ – коэффициент отбрасывания почвенных компонентов ножами фрезы, равный 0,8–1,0;

m – масса почвы, обработанной за 1 с, кг;

v_o – окружная скорость, м/с.

Масса обработанной почвы находится по следующей формуле:

$$m = B \cdot a \cdot v_o \cdot \gamma, \quad (3.6)$$

где γ – плотность почвы, равная 1180–2100 кг/м³. Плотность обычной почвы составляет 1100 кг/м³; при $\rho = 1200$ –1300 кг/м³ почва считается уплотненной, а при $\rho = 1400$ кг/м³ и более – сильно уплотненной.

Окружная скорость фрезерного барабана определяется по формуле

$$v_o = r_6 \cdot \omega_{\text{ф}}, \quad (3.7)$$

где r_6 – радиус фрезерного барабана, м;

ω_{ϕ} – угловая скорость барабана, рад/с, рассчитываемая по формуле

$$\omega_{\phi} = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3.8)$$

где n – частота вращения барабана фрезы, об/мин (табл. П1.31).

4. Мощность сил трения в передаче к рабочему органу фрезы вычисляется по формуле

$$N_{\text{тр. вом}} = (N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}}) \cdot (1 - \eta), \quad (3.9)$$

где $\eta = 0,86$.

5. Мощность, необходимая на перемещение фрезы в заглубленном положении, находится по формуле

$$N_{\text{пер}} = \frac{M_{\phi} \cdot g \cdot (f_{\text{т.м}} \pm i) \cdot v_{\text{тр}}}{1000}, \quad (3.10)$$

где M_{ϕ} – масса фрезы, кг (табл. П1.31, П1.34);

g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$;

$f_{\text{т.м}}$ – коэффициент трения металла о почву (табл. П1.54);

i – уклон по горизонталям;

$v_{\text{тр}}$ – скорость движения трактора, м/с.

6. Для обеспечения работы фрезы необходимо соблюдение условия

$$N_{\text{дв}} > N_{\phi},$$

где $N_{\text{дв}}$ – мощность двигателя трактора, кВт;

N_{ϕ} – потребная мощность для работы фрезы, кВт.

7. Сменная производительность агрегатов при равномерно-поступательном движении и определенной ширине захвата рассчитывается по следующей формуле:

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_t, \quad (3.11)$$

где B – технологическая ширина захвата агрегата (расстояние между центрами двух смежных полос), м;

v – расчетная скорость движения агрегата (низшая передача), км/ч;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, принимаемая 8 ч;

K_v – коэффициент использования скорости, равный 0,84;

K_t – коэффициент использования времени смены, принимаемый 0,85.

8. Дневная производительность агрегата вычисляется по формуле

$$W_{\text{дн}} = W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}, \quad (3.12)$$

где $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности, принимаемый 1; 1,2; 1,5; 2.

9. Число машино-смен определяется по следующей формуле:

$$m = \frac{F}{W_{\text{см}}}, \quad (3.13)$$

где F – объем работ, га.

10. Число машино-дней находится по формуле

$$M = \frac{F}{W_{\text{дн}}}. \quad (3.14)$$

11. Количество агрегатов для выполнения работы рассчитывается по формуле

$$A = \frac{F}{D_p \cdot W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{п.у}}}, \quad (3.15)$$

где D_p – количество рабочих дней в периоде (табл. П1.72);

$K_{\text{п.у}}$ – коэффициент, учитывающий погодные условия, равный 0,8–1,0.

12. Расход топлива за смену, а также общий расход топлива на выполнение работ определяются по методике, описанной в главе 6.

Примеры расчета почвенной фрезы и фрезы-измельчителя

Мощность, необходимая только на резание и рыхление почвы ножами роторатора, вычисляется по формуле

$$N_{\text{рез}} = k_{\text{рез}} \cdot a \cdot B \cdot v_a = 170 \cdot 0,3 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 33,2 \text{ кВт},$$

где $k_{\text{рез}}$ – удельное сопротивление резания почвы, равное 170 кН/м²;

a – глубина обработки, принимаемая по технической характеристике в размере 0,3 м;

B – ширина захвата фрезы (ширина барабана), равная 0,65 м;

v_a – скорость движения агрегата, принимаемая 1,0 м/с.

Мощность на измельчение порубочных остатков и обработку почвы находится по следующей формуле:

$$N_{\text{рез}} = k_{\text{рез}} \cdot a \cdot B \cdot v_a = 1750 \cdot 0,05 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 45,5 \text{ кВт},$$

где $k_{\text{рез}}$ – удельное сопротивление резания древесных включений в почве, равное 1750 кН/м²;

a – глубина обработки, выбираемая по толщине стружки в размере 0,05 м;

$B = 0,65 \text{ м};$

$v_a = 0,8 \text{ м/с}.$

Мощность, затрачиваемая на понижение пней диаметром 40 см, рассчитывается по формуле

$$N_{\text{рез}} = k_{\text{рез}} \cdot a \cdot B \cdot v_a = 5300 \cdot 0,03 \cdot 0,40 \cdot 0,8 = 50,9 \text{ кВт},$$

где $k_{\text{рез}}$ – удельное сопротивление резания тела пня, равное 5300 кН/м²;

a – глубина обработки, выбираемая по толщине стружки, равная 0,03 м;

B – ширина захвата фрезы (диаметр пня), принимаемая 0,40 м;

$v_a = 0,8$ м/с.

Количество проходов туда-обратно при понижении тела пня высотой 15 см со слоем стружки толщиной около 3 см будет составлять $H / a = 15 / 3 = 5$.

Мощность на отбрасывание почвы определяется по формуле

$$N_{\text{отб.п}} = \frac{k_{\text{отб.п}} \cdot m_{\text{п}} \cdot v_o^2}{2} = \frac{1,0 \cdot 312 \cdot 36,4}{2} = 5,7 \text{ кВт},$$

где $k_{\text{отб.п}}$ – коэффициент отбрасывания почвенных компонентов ножами фрезы, равный 1,0;

$m_{\text{п}}$ – масса почвы, обработанной за 1 с, кг;

v_o – окружная скорость, принимаемая 36,4 м/с.

Масса обработанной почвы находится по формуле

$$m_{\text{п}} = B \cdot a \cdot v_a \cdot \gamma = 0,65 \cdot 0,3 \cdot 1,0 \cdot 1600 = 312 \text{ кг},$$

где γ – плотность почвы, равная 1600 кг/м³.

Мощность на отбрасывание щепы от пня вычисляется по формулам

$$N_{\text{отб.щ}} = \frac{k_{\text{отб.щ}} \cdot m_{\text{щ}} \cdot v_o^2}{2} = \frac{1,0 \cdot 10 \cdot 36,4}{2} = 0,2 \text{ кВт};$$

$$m_{\text{щ}} = B \cdot a \cdot v_a \cdot \gamma = 0,40 \cdot 0,05 \cdot 0,5 \cdot 850 = 10 \text{ кг};$$

$$v_o = \omega_{\text{ф}} \cdot r_{\text{б}} = 104 \cdot 0,35 = 36,4, \text{ м/с}.$$

Мощность на работу роторатора на обработке почвы составит:

$$\begin{aligned} N_{\text{ф}} &= N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}} + (N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}}) \cdot (1 - \eta) = \\ &= 33,2 + 5,7 + 38,9 \cdot 0,14 = 44,3 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

Мощность на измельчение порубочных остатков и обработку почвы (мульчирование) будет:

$$\begin{aligned} N_{\text{ф}} &= N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}} + (N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}}) \cdot (1 - \eta) = \\ &= 45,5 + 0,2 + 45,7 \cdot 0,14 = 52,1 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

Мощность только на измельчение пня составит:

$$\begin{aligned} N_{\text{ф}} &= N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}} + (N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}}) \cdot (1 - \eta) = \\ &= 50,9 + 0,2 + 51,1 \cdot 0,14 = 58,25 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

Далее подбирают трактор по условию мощностного баланса:

$$N_{\text{дв}} \geq N_{\text{ф}} + N_{\text{кр}} + N_{\text{f}} + N_{\text{д}} + N_{\text{i}} + N_{\text{тр}},$$

где $N_{\text{дв}}$ – мощность двигателя трактора, кВт;

$N_{\text{ф}}$ – потребная мощность для работы фрезы, кВт.

Расшифровка остальных обозначений дана к формуле (3.1).

3.3.2. Методика расчета МТА по силовому балансу

Методика расчета агрегатов по силовому балансу приведена в п. 1.3.1. Крюковая сила тяги трактора (тяговое сопротивление орудия) обеспечивает совершение полезной работы агрегата – перевозки груза в прицепе, обработки почвы плугом и т. д. По величине силы, приходящейся на крюк, тракторы подразделяются на тяговые классы, которые определяются значениями расчетного номинального тягового усилия.

Сбор порубочных остатков в валы и кучи

1. Тяговое сопротивление подборщиков сучьев (ОУЛ-2,4) определяется по формуле

$$R_{\text{р}} = M \cdot g \cdot (f + i) + M_{\text{п.о}} \cdot g \cdot (f_{\text{др}} + i), \quad (3.16)$$

где M – масса орудия, кг (табл. П1.30);

f – коэффициент трения зубьев о грунт, принимаемый 0,3–0,8;

$M_{\text{п.о}}$ – масса порубочных остатков, равная 500–2000 кг;

$f_{\text{др}}$ – коэффициент трения древесины о грунт, принимаемый 0,7–1,2.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора при работе с машиной для расчистки рассчитывается по формуле

$$\eta = \frac{R_{\text{пр}}}{P_{\text{т}}^x}, \quad (3.17)$$

где $R_{\text{пр}}$ – сопротивление агрегата, Н;

$P_{\text{т}}^x$ – тяговое усилие трактора на выбранной передаче, Н.

Значение η сверяется с данными табл. П1.56.

3. Тяговое сопротивление агрегата находится по следующей формуле:

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{р}} + M_{\text{тр}} \cdot g \cdot (f_{\text{к}} + i), \quad (3.18)$$

где $R_{\text{р}}$ – сопротивление машины для расчистки, Н;

$M_{\text{тр}}$ – масса трактора, кг;

$f_{\text{к}}$ – коэффициент сопротивления движению трактора (табл. П1.53).

4. Полученное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях:

$$R_{\text{агр}} \leq P_{\varphi} = Q_{\text{сц}} \cdot \varphi, \quad (3.19)$$

где P_{φ} – сила сцепления двигателя с грунтом, Н;

$Q_{\text{сц}}$ – сцепной вес трактора, определяемый по формуле (1.8);

φ – коэффициент сцепления двигателя (табл. П1.53).

5. Время, необходимое для сгребания порубочных остатков в валы, определяется по формуле

$$T_{\text{п.о}} = \frac{2 \cdot L \cdot B \cdot K_{\text{см}}}{b \cdot v \cdot K_v \cdot K_B}, \quad (3.20)$$

где L – длина участка, м;

B – ширина участка, м;

$K_{\text{см}} = 0,7$;

b – ширина захвата агрегата, м;

$v = 0,5$ м/с;

$K_v = 0,9$;

K_B – коэффициент использования ширины захвата, равный 0,92.

6. Сменная производительность агрегатов при равномерно-поступательном движении и определенной ширине захвата с учетом реверсивного движения вычисляется по формуле

$$W_{\text{см}} = \frac{0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{п.о}}}{2}. \quad (3.21)$$

7. Дневная производительность агрегата $W_{\text{дн}}$ находится по формуле (3.12).

8. Число машино-смен m рассчитывается из соотношения (3.13).

9. Число машино-дней M определяется по формуле (3.14).

10. Количество агрегатов A для выполнения работы вычисляется из выражения (3.15).

11. Расход топлива за смену, а также общий расход топлива на выполнение работ находятся по методике, приведенной в главе 6.

Заравнивание ям. Срезание кочек. Нарезка террас

При работе бульдозера (террасера) общее сопротивление складывается из нескольких составляющих.

1. Сопротивление срезанию и деформации грунта отвалом рассчитывается по следующей формуле:

$$R_1 = K_o \cdot a \cdot b \cdot \sin \omega, \quad (3.22)$$

где K_0 – удельное сопротивление грунта резанию, равное 50–80 кН/м²;
 a – толщина срезаемого грунта, м (при заравнивании подкорневых ям принимается от 0,15–0,25 м, при срезании кочек – в среднем 0,2 м, при создании нарезных террас – от 0,15–0,40 м);

b – длина отвала, м;

ω – угол установки отвала в плане, град.

2. Сопротивление перемещению грунта впереди отвала вычисляется по формуле

$$R_2 = \frac{H^2 \cdot b \cdot \gamma}{2 \cdot \operatorname{tg} \delta} \cdot (f_{\text{т.гр}} + i) \cdot \sin \omega, \quad (3.23)$$

где H – высота вала перемещаемого грунта (высота отвала), м;

γ – объемный вес грунта, равный 15–19 кН/м³;

δ – угол естественного откоса грунта, принимаемый 30–40°;

$f_{\text{т.гр}}$ – коэффициент трения грунта о грунт, равный 0,7–1,2.

3. Сопротивление перемещению грунта вдоль отвала находится по следующей формуле:

$$R_3 = \frac{H^2 \cdot b \cdot \gamma}{2 \cdot \sin \delta} \cdot f_{\text{т.гр}} \cdot f_{\text{т.о}} \cdot \cos \omega, \quad (3.24)$$

где $f_{\text{т.о}}$ – коэффициент трения грунта об отвал, равный 0,4–0,8.

4. Сопротивление перемещению грунта вверх по отвалу определяется по формуле

$$R_4 = \frac{H^2 \cdot b \cdot \gamma}{2 \cdot \operatorname{tg} \delta} \cdot f_{\text{т.о}} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \omega, \quad (3.25)$$

где α – угол резания ножей отвала (для бульдозера принимается 55°; для террасера – от 45 до 60° в зависимости от марки).

5. Сопротивление движению агрегата на подъем пути рассчитывается по следующей формуле:

$$R_5 = (M_{\text{тр}} + M_{\text{бул}}) \cdot g \cdot (f_k + i), \quad (3.26)$$

где $M_{\text{бул}}$ – масса бульдозера (террасера), кг;

f_k – коэффициент сопротивления движению трактора (табл. П1.57).

6. Коэффициент использования тягового усилия трактора при работе с бульдозером (террасером) вычисляется по формуле

$$\eta = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{т}}^x} \leq 1, \quad (3.27)$$

где $P_{\text{т}}^x$ – тяговое усилие трактора на II передаче, Н.

7. Общее тяговое сопротивление бульдозера находится по следующей формуле:

$$R_{\text{агр}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5. \quad (3.28)$$

8. Полученное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления движителя трактора и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях по формуле (3.19).

9. Сменная производительность при заравнивании корневых ям и при срезании кочек определяется по формуле (3.11).

10. Остальные эксплуатационные показатели рассчитываются по формулам (3.12)–(3.15).

11. Расход топлива за смену, а также общий расход топлива на выполнение работ определяются по методике, рассмотренной в главе 6.

Уборка камней с участка

1. Тяговое сопротивление прицепного орудия вычисляется по формуле

$$R_{\text{ор}} = (M_1 + M_2) \cdot g \cdot f + K_o \cdot b \cdot h, \quad (3.29)$$

где M_1 – масса камнеуборочной машины, кг (табл. П1.30);

M_2 – масса камней в бункере или грузоподъемность, кг;

f – коэффициент трения, принимаемый 0,26–0,31 для супеси (табл. П1.54);

K_o – удельное сопротивление почвы, кН/м (табл. П1.61);

h – глубина рыхления почвы, равная 0,15 м.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора при работе с камнеуборочной машиной находится по формуле

$$\eta = \frac{R_{\text{ор}}}{P_{\text{т}}^x}, \quad (3.30)$$

где $R_{\text{ор}}$ – сопротивление агрегата, Н;

$P_{\text{т}}^x$ – тяговое усилие трактора на выбранной передаче (табл. П1.66).

Значение η сверяется с данными табл. П1.56.

По степени загрузки трактора оценивается величина буксования (табл. П1.55) для определения технической скорости движения агрегата при расчетах производительности.

3. Тяговое сопротивление прицепного агрегата рассчитывается по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{ор}} + M_{\text{тр}} \cdot g \cdot (f_k + i). \quad (3.31)$$

4. Полученное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях по формуле (3.19).

5. Остальные эксплуатационные показатели вычисляются по формулам (3.12)–(3.15).

6. Расход топлива за смену, а также общий расход топлива на выполнение работ определяются по методике, описанной в главе 6.

Обработка почвы под лесные культуры

1. Тяговое сопротивление специального лесного плуга находится по формуле

$$R_{\text{пл}} = M_{\text{пл}} \cdot g \cdot f_{\text{т.м}} + K_{\text{п2}} \cdot (1 - \Delta) \cdot a \cdot b + \xi \cdot a \cdot b \cdot v^2 + \Delta \cdot K_{\text{кор}} \cdot a \cdot b, \quad (3.32)$$

где $M_{\text{пл}}$ – масса плуга, кг (табл. П1.35);

$K_{\text{п2}}$ – удельное сопротивление специальных плугов, кН/м² (табл. П1.58);

Δ – часть поперечного сечения пласта, приходящаяся на корни (при малой плотности корней принимается 0,010–0,015; при средней плотности корней – 0,016–0,030; при большой плотности корней в пласте почвы – 0,031–0,050);

a – глубина вспашки, м;

b – ширина вспашки, м;

ξ – коэффициент пропорциональности, равный 1,5–3,0 кН · с²/м⁴;

v – скорость движения агрегата, м/с. При расчетах подставляется значение, если величина имеет значение более чем 1 м/с;

$K_{\text{кор}}$ – удельное усилие для разрыва корней в почве, равное 2000–3000 кН/м² (для мягколиственных пород принимается 2000–2500 кН/м²; для твердолиственных пород – 2500–3000 кН/м²).

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора рассчитывается по следующей формуле:

$$\eta = \frac{R_{\text{пл}}}{P_{\text{т}}^x}. \quad (3.33)$$

Значение η должно быть примерно равным данным в табл. П1.56.

По степени загрузки трактора оценивается величина буксования (табл. П1.55) для определения технической скорости движения агрегата при расчетах производительности.

3. Тяговое сопротивление пахотного агрегата вычисляется по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{пл}} + (M_{\text{тр}} + M_{\text{пл}}) \cdot g \cdot (f_{\text{к}} + i). \quad (3.34)$$

4. Полученное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях по формуле (3.19).

5. Сменная производительность агрегата находится по следующей формуле:

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_T \cdot K_{\alpha}, \quad (3.35)$$

где K_{α} – коэффициент, учитывающий влияние рельефа (при $i \leq 0,017$ $K_{\alpha} = 1,0$; при $i = 0,018–0,080$ $K_{\alpha} = 0,96$; при $i = 0,081–0,120$ $K_{\alpha} = 0,92$; при $i = 0,121–0,150$ $K_{\alpha} = 0,84$).

Коэффициент использования скорости определяется по формуле

$$K_v = (1 - \delta) \cdot (1 - \lambda), \quad (3.36)$$

где δ – коэффициент буксования, зависящий от степени загрузки η трактора на выбранной передаче (табл. П1.55);

λ – коэффициент криволинейности хода агрегата, равный 0,3.

6. Остальные эксплуатационные показатели рассчитываются по формулам (3.12)–(3.15).

7. Расход топлива за смену, а также общий расход топлива на выполнение работ определяются по методике, изложенной в главе 6.

Нарезка террас

1. Тяговое сопротивление, сопротивление агрегата и другие тягово-эксплуатационные расчеты террасеров выполняются аналогично расчетам бульдозеров по формулам (3.22)–(3.28).

2. При создании нарезных террас сменная производительность агрегата вычисляется по формуле

$$W_{\text{см}} = \frac{0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_T}{2 \cdot n - 1}, \quad (3.37)$$

где v – расчетная скорость движения агрегата, км/ч (при нарезке террас должна быть использована I передача);

K_T – коэффициент использования времени смены, равный 0,8;

n – число проходов по полосе.

3. Число проходов рассчитывается из выражения

$$n = \frac{h}{2 \cdot a}, \quad (3.38)$$

где h – глубина выемочного откоса, м;

a – толщина грунта, снимаемого террасером за один проход, м.

4. Остальные эксплуатационные параметры находятся по формулам (3.12)–(3.15).

5. Расход топлива за смену и общий расход топлива на выполнение работ определяются по методике, описанной в главе 6.

Образование напашных террас на склонах

1. При напашке террас, борозд или полос сменная производительность вычисляется по формуле

$$W_{\text{см}} = \frac{0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_T}{n}, \quad (3.39)$$

где $B = 2,2\text{--}2,6$ м;

$K_T = 0,8$.

2. Число проходов агрегата для образования напашной террасы рассчитывается по формуле

$$n = \frac{b - b_{\text{пл}}}{b_c}, \quad (3.40)$$

где b – ширина террасы, м;

$b_{\text{пл}}$ – ширина захвата плуга, м;

b_c – смещение грунта при нескольких проходах, равное 0,15–0,25 м.

3. Остальные эксплуатационные параметры находятся по формулам (3.12)–(3.15).

4. Расход топлива за смену, а также общий расход топлива на выполнение работ определяются по методике, рассмотренной в главе 6.

Рыхление дна террас

1. Тяговое сопротивление рыхлителей при подготовке почвы вычисляется по формуле

$$R_{\text{рых}} = B \cdot h \cdot K_o \cdot \lambda_p + M \cdot g \cdot (\mu + i), \quad (3.41)$$

где K_o – удельное сопротивление грунта рыхлению, равное 60–120 кН/м²;

λ_p – коэффициент неполноты рыхления, принимаемый 0,75–0,90;

M – масса рыхлителя без трактора, кг;

μ – коэффициент сопротивления качению рыхлителя, равный 0,10–0,75.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора рассчитывается по формуле

$$\eta = \frac{R_{\text{рых}}}{P_T^x} \leq 0,75\text{--}0,95. \quad (3.42)$$

3. Тяговое сопротивление агрегата находится по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{рых}} + M_{\text{тр}} \cdot g \cdot (f_k + i). \quad (3.43)$$

4. Полученное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях по формуле (3.19).

5. Сменная производительность определяется по формуле

$$W_{\text{см}} = \frac{0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_T}{2}, \quad (3.44)$$

где $K_T = 0,8$.

6. Остальные эксплуатационные параметры вычисляются по формулам (3.12)–(3.15).

7. Расход топлива на выполнение работ определяется по методике, описанной в главе 6.

Посадка лесных культур

1. Тяговое сопротивление лесопосадочных машин находится по следующей формуле:

$$R_{\text{л.м}} = M_{\text{л.м}} \cdot g \cdot (f_c + \mu) + K_{\text{л.м}} \cdot a \cdot b \cdot t, \quad (3.45)$$

где $M_{\text{л.м}}$ – масса лесопосадочной машины с рабочими, кг;

f_c – коэффициент трения сошника о почву, равный 0,15–0,20;

μ – коэффициент сопротивления качению колес машины, принимаемый 0,10–0,25;

$K_{\text{л.м}}$ – удельное сопротивление лесопосадочных машин, Н/см (табл. П1.60);

a – глубина посадочной борозды (глубина хода сошника), см;

b – ширина посадочной борозды, см;

t – количество сошников (одновременно высаживаемых рядов), шт.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора вычисляется по формуле

$$\eta = \frac{R_{\text{л.м}}}{P_T^x}. \quad (3.46)$$

Значение η должно быть примерно равным данным в табл. П1.56.

По степени загрузки трактора и величине буксования (табл. П1.55) определяется техническая скорость движения агрегата.

3. Тяговое сопротивление лесопосадочного агрегата рассчитывается по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{л.м}} + M_{\text{тр}} \cdot g \cdot (f_c + i). \quad (3.47)$$

4. Найденное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора, полученным по формуле (3.19), и оценивается возможность работы агрегата в данных условиях.

5. Сменная производительность лесопосадочного агрегата вычисляется по формуле

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{v}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\alpha}, \quad (3.48)$$

где $v = 2,0\text{--}4,0$ км/ч;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования ширины захвата, равный 1,0;

$K_{\text{т}} = 0,55$;

K_{α} – коэффициент, учитывающий влияние рельефа (при $i \leq 0,017$ $K_{\alpha} = 1,0$; при $i = 0,018\text{--}0,080$ $K_{\alpha} = 0,96$; при $i = 0,081\text{--}0,120$ $K_{\alpha} = 0,92$; при $i = 0,121\text{--}0,150$ $K_{\alpha} = 0,84$).

6. Остальные эксплуатационные параметры находятся по формулам (3.12)–(3.15).

7. Расход топлива на выполнение работ определяется по методике, изложенной в главе 6.

Агротехнический уход в междурядьях лесных культур

1. Тяговое сопротивление дискового культиватора (бороны) рассчитывается по формуле

$$R_{\text{к}} = K_{\text{о}} \cdot B_{\text{р}} + M_{\text{к}} \cdot f_{\text{д}} \cdot g, \quad (3.49)$$

где $K_{\text{о}}$ – удельное сопротивление культиватора, Н/м (табл. П1.61);

$B_{\text{р}}$ – рабочая ширина захвата орудия, м;

$M_{\text{к}}$ – масса орудия (культиватора), кг;

$f_{\text{д}}$ – коэффициент трения дисков о почву, равный 0,15–0,25.

2. Остальные эксплуатационные параметры находятся аналогично агротехническому уходу методом седлания ряда.

Агротехнический уход методом седлания ряда

1. Тяговое сопротивление культиватора определяется по следующей формуле:

$$R_{\text{к}} = M_{\text{к}} \cdot f_{\text{т}} \cdot g + K_{\text{о}} \cdot (B_{\text{р}} - 2 \cdot e \cdot m), \quad (3.50)$$

где $f_{\text{т}}$ – коэффициент трения рабочих органов о почву (табл. П1.54);

e – защитная зона растений, равная 0,2 м;

m – количество одновременно обрабатываемых рядков.

2. Коэффициент использования тягового усилия трактора (при работе значение должно быть по данным табл. П1.56) вычисляется по формуле

$$\eta = \frac{R_k}{P_T^x}. \quad (3.51)$$

По степени загрузки трактора оценивается величина буксования (табл. П1.55) для определения технической скорости движения агрегата при расчетах производительности.

3. Тяговое сопротивление агрегата находится по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_k + M_{\text{тр}} \cdot g \cdot (f_k + i). \quad (3.52)$$

4. Полученное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления движителя трактора и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях по формуле (3.19).

5. Сменная производительность дискового культиватора определяется по формуле (3.35).

6. Остальные эксплуатационные параметры находятся по формулам (3.12)–(3.14).

7. Расход топлива за смену и общий расход топлива на выполнение работ определяются по методике, приведенной в главе 6.

4. КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ

4.1. Характеристика участка объекта проектирования

Используя исходные данные для проектирования, устанавливается объем работ по видам рубок, дается характеристика лесосечного фонда, приводятся средний породный состав насаждений на рубках ухода в молодняках и на рубках ухода с заготовкой древесины, средний объем хлыста (м^3), средний запас ликвидной древесины ($\text{м}^3/\text{га}$) и другие показатели исходных требований для разработки проекта рубок ухода за лесом.

4.2. Выбор и обоснование технологий с описанием конструкций машин

Рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание хозяйственно ценных, высокопродуктивных, устойчивых насаждений и улучшение

других полезных свойств леса. Они заключаются в периодической вырубке из насаждений нежелательных деревьев и кустарников для создания благоприятных условий роста лучшим деревьям главных пород.

В зависимости от возраста в насаждениях проводятся рубки ухода за молодняками (осветления, прочистки), прореживания и проходная рубка. К уходу за лесом также относят обрезку сучьев, уход за подростом, удаление подлеска, уход в опушках, рубки формирования ландшафта, выборочные санитарные рубки, рубки переформирования и обновления насаждений.

Основными задачами *рубок ухода за молодняками* (осветления и прочистки) являются улучшение породного состава и условий роста деревьев главной породы, регулирование размещения деревьев главной породы по площади в перегущенных насаждениях с интенсивным естественным отпадом.

Прореживание – создание благоприятных условий для правильного формирования ствола и кроны лучших деревьев, а также благоприятных условий для увеличения прироста лучших деревьев.

Проходная рубка – подготовка насаждений к главной рубке, улучшение условий естественного возобновления, уход за вторым ярусом и подростом.

Для комплексной механизации рубок ухода за лесом, в зависимости от направленности задания на проектирование, выбирается и дается описание технологических процессов рубок ухода за лесом (табл. П1.39–П1.43). Приводится способ разработки лесосеки с указанием марок механизмов для валки деревьев и обрезки сучьев, марок тракторов для трелевки, а также способ погрузки на подвижной состав и вывозки (хлыстами, сортиментами), характер рельефа, почвенно-грунтовые условия.

Разработка лесосек начинается с подготовительных работ с целью создания условий для безопасного и эффективного выполнения основных работ на лесосеке. К ним относят подготовку лесосек, устройство верхних складов и лесопогрузочных пунктов, обустройство мастерских участков.

4.2.1. Технологии осветлений и прочисток

Рубки ухода в молодняках разделены на рубки осветления (в возрасте до 10 лет) и прочистки (в возрасте 10–20 лет). При проведении данных типов рубок (осветления и прочистки), имеющих лесоводственное значение, получается в основном хворост (диаметр

деревьев на высоте 1,3 м до 10 см). Основными объектами применения осветления являются участки смешанных по составу хозяйственно ценных хвойных или твердолиственных молодняков. Интенсивность осветления изменяется в широких пределах. При небольшом участии деревьев нежелательных пород выборка их может составлять 15–25% по запасу. Если деревья ценных хвойных, твердолиственных пород оказываются под пологом мягколиственных, то интенсивность осветления может достигать 70–90% общего запаса. Повторяемость осветления устанавливается в пределах от 3 до 5 лет, но на начальном этапе формирования насаждений уход целесообразно проводить и чаще. Отбор деревьев в рубку осуществляется обычно по образцу на пробных площадях, создаваемому при отводе участков под осветление.

При механизированном уходе за лесными культурами используется линейное изреживание, когда удаляют определенные ряды или полосы целиком (рис. П2.13, *а*). При значительном количестве деревьев хвойных и твердолиственных пород и сильном угнетении их мягколиственными на больших участках молодняков естественного происхождения возможно сочетание рубки деревьев узкими полосами с выборочным удалением в сформированных технологических полосах нежелательных деревьев. Такой уход обеспечивает снижение затрат на проведение осветления и формирование технологической сети участка для последующих видов рубок ухода.

При осветлении насаждений применяют следующие технологии рубок: беспасечные на базе моторизованных инструментов; линейно-и узкопасечные, а также куртинно-пасечные на базе кусторезов, машин фронтального типа – мульчеров (для прокладки полос – коридоров в междурядьях) и мотоинструмента (для выборки деревьев в рядах, полосах).

В случае проведения рубок в молодых насаждениях измельчение тонкомерных деревьев на технологических коридорах (магистральных волокнах) или на погрузочных площадках может выполняться рубильной машиной с приводом от вала отбора мощности трактора и оснащенной прицепным контейнером (рис. П2.14, *а*). При освоении молодого леса, когда в больших объемах образуется материал, пригодный как топливо, а также при рубках ухода в более зрелых лесах, когда выход ликвидной древесины низкий, тогда весь вырубаемый материал целесообразно пустить также на измельчение (рис. П2.14, *б*).

4.2.2. Технологии прореживаний и проходных рубок

Прореживание проводится в период с 21 года до 40 лет, а проходные рубки выполняются с 41 года. Прекращаются рубки ухода за 10 лет до рубки главного пользования. Повторяемость рубок ухода – это период времени, через который в насаждении проводится повторный уход. Она зависит от лесоводственно-таксационной характеристики насаждения и его общего состояния. Чем выше интенсивность отдельных приемов рубок, тем реже их повторяемость, и наоборот. Период повторяемости рубок ухода устанавливается для ухода в молодняках 3–10 лет, периодичность прореживаний в хвойных насаждениях – 10–20 лет, а в лиственных – 5–15 лет.

Интенсивность рубок ухода зависит от целевого назначения леса, полноты, состава, возраста, класса бонитета, строения, состояния насаждения. Различают следующие степени интенсивности: очень слабая – до 10% от запаса до рубки, слабая – 11–20%, умеренная – 21–35%, сильная – 36–50%, очень сильная – свыше 50%.

При прореживаниях в основном заготавливают тонкомерные лесоматериалы диаметром 6–14 см на высоте 1,3 м.

Промышленная заготовка древесины при рубках ухода может осуществляться по двум основным технологиям: хлыстовой и сортиментной (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Технологические процессы заготовки хлыстов и сортиментов

Обозначение варианта	Варианты технологических процессов лесосечных работ с заготовкой хлыстов
2ТП-Х1	$X \rightarrow \frac{В(БП)}{Л} + ТД + \frac{ОС(БП)}{ВС} + \frac{ШХ}{ВС} + \frac{ПХ}{ВС}$
2ТП-Х2	$X \rightarrow \frac{В(БП)}{Л} + \frac{ОС(БП)}{Л} + ТХ + \frac{ШХ}{ВС} + \frac{ПХ}{ВС}$
3ТП-С1	$X \rightarrow \frac{В(БП)}{Л} + \frac{ОС(БП)}{Л} + ТХ + \frac{Р(БП)}{ВС} + \frac{ШС}{ВС} + \frac{ПС}{ВС}$
3ТП-С2	$С \rightarrow \frac{В(БП) + ОС(БП) + Р(БП)}{Л} + ТС(ПТМ) + \frac{ШС}{ВС} + \frac{ПС}{ВС}$
3ТП-С2 + Щ	$С \rightarrow \frac{В(БП) + ОС(БП) + Р(БП)}{Л} + ТС(ПТМ) + \frac{ШС}{ВС} + \frac{ПС}{ВС},$ $Щ \rightarrow \frac{ИС}{ВС} + \frac{ИПО}{ВС} + \frac{ШЩ}{ВС} + ТЩ(ПК)$

Обозначение варианта	Варианты технологических процессов лесосечных работ с заготовкой хлыстов
ЗТП-СЗ	$C \rightarrow \frac{(B + OC + P)(BCPM)}{Л} + TC (ПТМ) + \frac{ШС}{ВС} + \frac{ПС}{ВС}$
ЗТП-СЗ + Щ	$C \rightarrow \frac{(B + OC + P)(BCPM)}{Л} + TC (ПТМ) + \frac{ШС}{ВС} + \frac{ПС}{ВС},$ $Щ \rightarrow \frac{ИС}{ВС} + \frac{ИПО}{ВС} + \frac{ШЩ}{ВС} + ТЩ (ПК)$

Примечание. Д – деревья; Х – хлысты; С – сортименты; ТЩ – топливная щепка; ПО – порубочные остатки; В – валка; ОС – очистка деревьев от сучьев; Р – раскряжевка хлыстов; Т – трелевка; Ш – штабелевка; П – погрузка; Л – лесосека; ВС – верхний склад; БП – бензопила; ПТМ – погрузочно-транспортная машина; ВСРМ – валочно-сучкорезно-раскряжеочная машина; И – измельчение древесины в щепу; ПК – контейнерный прицеп.

При хлыстовой заготовке поваленные деревья или хлысты после обрезки сучьев и трелевки на погрузочную площадку погружаются на автопоезда и вывозятся на нижний склад. Однако при такой технологии задействовано большое количество машин и механизмов, что приводит к удорожанию готовой продукции.

Сортиментная технология является более перспективной для Республики Беларусь. Реализация данной технологии осуществляется различными комплексами машин и оборудования: «бензиномоторная пила – форвардер» и «харвестер – форвардер», причем последний способ является более перспективным с точки зрения производительности и безопасности. Валочно-сучкорезно-раскряжеочной машиной (харвестером) или бензиномоторными пилами производят валку деревьев, обрезку сучьев и раскряжевку хлыстов на сортименты вдоль технологического коридора, а погрузочно-транспортная машина (ПТМ) или форвардер подбирает сортименты и перемещает их с лесосеки на погрузочную площадку.

Автомобиль-сортиментовоз отвозит сортименты потребителю. Как правило, на больших лесосеках затраты на вывозку лесопродукции в сортиментах на 30% ниже, чем при заготовке в хлыстах.

Большую актуальность имеет задача рационального использования лесосырьевых ресурсов за счет применения малоотходных и безотходных технологий заготовки и переработки древесины. Одним из основных направлений развития по данной проблеме является переработка отходов и низкокачественной древесины на топливную щепу. Измельчение может осуществляться по месту рубки на

лесосеке, на придорожной либо погрузочной площадке, на терминале (промежуточном складе) или у потребителя, где используется щепа.

Технологическая схема при заготовке и вывозке сортиментов и производстве топливной щепы из лесосечных отходов с применением мобильной рубильной машины на погрузочном пункте показана на рис. П2.17, П2.18. Производство щепы на верхнем складе лесосеки позволяет также накапливать сырье в виде отходов лесозаготовок в объеме, обеспечивающем работу передвижной рубильной машины в течение не менее 2–3 рабочих смен. Схема может являться завершением основных лесосечных работ по выполнению рубок главного или промежуточного пользования. Сложенное в кучи (штабели) сырье может быть переработано сразу же или по истечении некоторого времени, продолжительность которого устанавливается в зависимости от природно-производственных условий, влажности исходного сырья, сроков потребления щепы и др. Измельчение сырья и перевозку щепы (а при необходимости сбор, погрузку, транспортирование и складирование лесосечных отходов) осуществляет специализированное звено, имеющее рубильный агрегат и щеповозы (при необходимости погрузочно-транспортное оборудование).

Размеры пасек зависят от многих факторов – высоты деревьев на лесосеке, технологии валки и трелевки древесины, наличия подроста. Лесосеки при рубках промежуточного пользования могут разрабатываться узкими пасеками (ширина 20–30 м), пасеками средней ширины (35–50 м), широкими пасеками (60–100 м) или беспасечным способом. С уменьшением ширины пасеки увеличивается площадь леса, занимаемая первичными путями транспорта – технологическими коридорами (пасечными и магистральными волоками).

4.3. Эксплуатационные расчеты агрегатов для рубок промежуточного пользования

Лесосекой называется участок леса, отведенный для рубок, ограниченный в натуре визирами или естественными рубежами. Размеры лесосек определяются группой леса, лесорастительными условиями и преобладающими породами. Количество лесосек зависит от годового объема производства (Q_{Γ}), вида лесопользования (c), размера лесосеки ($a \times b$), запаса древостоя (q) и рассчитывается по формуле

$$N_{\text{п.у}} = \frac{Q_{\Gamma} \cdot 10\,000}{a \cdot b \cdot q \cdot c}, \quad (4.1)$$

где c – коэффициент, учитывающий долю вырубаемой древесины за проектируемый прием рубок промежуточного пользования. Интенсивность рубки в насаждениях устанавливается в задании.

Суточное задание на лесосечных работах определяется делением объема годового задания Q_{Γ} на число дней работы в году $A_{\text{л.р}}$:

$$Q_{\text{сут.л.р}} = \frac{Q_{\Gamma}}{A_{\text{л.р}}}. \quad (4.2)$$

Соответственно, сменные объемы будут найдены как:

$$Q_{\text{см.л.р}} = \frac{Q_{\text{сут.л.р}}}{K_{\text{см}}}, \quad (4.3)$$

где $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности работы, принимаемый от 1 до 2.

Ликвидный запас древесины на одной лесосеке (объем заготовки на одной лесосеке) вычисляется по формуле

$$Q_{\text{л}} = \frac{a \cdot b \cdot q \cdot c}{10\,000}, \quad (4.4)$$

где a, b – размеры лесосеки (делянки), м;

q – запас древесины, м³/га;

c – интенсивность рубки.

При заготовке топливной щепы из низкокачественной древесины и лесосечных отходов объемы работ определяются так же, как и для сортиментной технологии по формулам (4.2), (4.3).

Производительность при валке деревьев бензиномоторной пилой

1. Сменная производительность при валке деревьев рассчитывается по следующей формуле:

$$W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} \cdot (T_{\text{см}} - t_{\text{пр}}), \quad (4.5)$$

где $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность, м³/ч;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, равная 8 ч;

$t_{\text{пр}}$ – время простоя, ч (при работе в одиночку $t_{\text{пр}} = 1,67$; при работе с помощником $t_{\text{пр}} = 1,054$).

2. Часовая производительность при проектных расчетах выбирается из технической характеристики или находится по формуле

$$W_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{x}}}{T_{\text{ц}}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{x}}}{t_{\text{с}} \cdot K_{\text{п}}}, \quad (4.6)$$

где V_{x} – средний объем хлыста, равный 0,06–0,36 м³;

$T_{\text{ц}}$ – время цикла обработки одного дерева, с ($T_{\text{ц}} = t_{\text{с}} \cdot K_{\text{п}}$);

t_c – время спиливания дерева, определяемое с помощью таблицы или по формуле

$$t_c = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot K_1}{4 \cdot W_{\text{пил}} \cdot \phi_1}, \quad (4.7)$$

здесь d – средний диаметр ствола в плоскости пропила, м;

K_1 – коэффициент пропила, равный 1,15–1,25;

$W_{\text{пил}}$ – производительность чистого пиления, м²/с (для цепных пильных аппаратов принимается 0,006–0,025 м²/с; для круглых пил – 0,03–0,05 м²/с);

ϕ_1 – коэффициент использования производительности чистого пиления, равный 0,6;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий время на сталкивание дерева с пня, переход к следующему дереву и подготовку к валке (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Значения коэффициента $K_{\text{п}}$

Способ валки	Значения $K_{\text{п}}$ при среднем объеме хлыста V_x , м ³					
	0,08–0,12	0,14–0,21	0,22–0,29	0,30–0,39	0,40–0,49	0,50–0,75
Вальщик	7,80	6,67	5,00	4,00	3,34	2,86
Вальщик и помощник	4,50	3,34	2,50	2,00	1,67	1,43

Производительность обрезки сучьев бензопилой

Сменная производительность мотоинструмента на обрезке сучьев рассчитывается по формуле

$$W_{\text{см}} = \frac{T_{\text{см}} \cdot \phi \cdot V_x}{t_c} = \frac{T_{\text{см}} \cdot \phi \cdot V_x}{\frac{S}{W_{\text{пил}}}}, \quad (4.8)$$

где ϕ – коэффициент использования пилы при обрезке сучьев (на лесосеке принимается 0,15–0,20; на погрузочной площадке – 0,20–0,25);

V_x – объем хлыста, м³;

t_c – время спиливания сучьев с одного дерева, с;

S – суммарная площадь среза сучьев на одном дереве, м² (табл. 4.3);

$W_{\text{пил}} = 0,010–0,025$ м²/с.

Таблица 4.3

Значения суммарной площади среза сучьев на одном дереве по породам

Порода	Значение суммарной площади среза, м ³ , при диаметре дерева на уровне груди, м				
	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36
Ель	0,055	0,07	0,100	0,14	0,18
Береза	0,035	0,05	0,075	0,10	0,13

Производительность при раскряжевке хлыстов на сортименты

1. Сменная производительность определяется по формуле (4.5).
2. Часовая производительность вычисляется по формуле

$$W_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{х}}}{\left(\frac{\pi \cdot d_{\text{р}}^2}{4 \cdot W_{\text{пил}} \cdot \varphi_2} \right) \cdot n}, \quad (4.9)$$

где $d_{\text{р}}$ – средний диаметр пропила при раскряжевке, м (среднеарифметическое значение от диаметра нижнего и верхнего срезов хлыста);

φ_2 – коэффициент производительности чистого пиления, равный 0,7–0,8;

n – количество пропилов на одном хлысте, зависящее от длины хлыста и сортиментов.

Трелевка хлыстов. Обоснование рейсовой нагрузки

Трелевка хлыстами осуществляется при технологии получения сортиментов на погрузочной площадке. Валка и обрезка сучьев производится на лесосеке у пня. Для трелевки применяются трелевочные машины ТТР-441 и др. Рейсовая нагрузка или объем пачки хлыстов, трелюемых за один рейс, является величиной переменной и зависит от параметров базовой машины и условий эксплуатации. Для определения рейсовой нагрузки необходимо рассчитать следующие параметры.

1. Сила сопротивления на крюке при трелевке пачки хлыстов вычисляется по формуле

$$Q_{\text{тр}} = M_{\text{п}} \cdot g \cdot (f_{\text{к}} \pm i), \quad (4.10)$$

где $M_{\text{п}}$ – масса пачки хлыстов, кг ($M_{\text{п}} = V_{\text{п}} \cdot \rho$, здесь $V_{\text{п}}$ – объем пачки хлыстов, м³; ρ – плотность древесины, равная 800–900 кг/м³);

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²;

$f_{\text{к}}$ – коэффициент сопротивления волочению, принимаемый 0,12;

i – уклон по горизонталям.

2. Тяговое сопротивление трелевочного агрегата находится по следующей формуле:

$$R_{\text{агр}} = Q_{\text{тр}} + M_{\text{тр}} \cdot g \cdot (f_k + i), \quad (4.11)$$

где $M_{\text{тр}}$ – масса трелевочной машины, кг;

f_k – коэффициент сопротивления движению (табл. П1.53).

3. Значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается с величиной силы сцепления движителя машины и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях:

$$R_{\text{агр}} \leq P_{\phi} = Q_{\text{сц}} \cdot \phi, \quad (4.12)$$

где $Q_{\text{сц}}$ – сцепной вес машины, определяемый по формуле (1.8);

ϕ – коэффициент сцепления движителя с почвой.

Производительность при трелевке хлыстов

1. Сменная производительность трелевочных машин рассчитывается по формуле

$$W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} \cdot (T_{\text{см}} - t_{\text{п.-з}}), \quad (4.13)$$

где $t_{\text{п.-з}}$ – подготовительно-заключительное время, равное 1,2 ч.

2. Часовая производительность вычисляется по формуле

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{п}}}{\frac{l_{\text{т}}}{v_{\text{р.х}}} + \frac{l_{\text{т}}}{v_{\text{х.х}}} + t_{\text{м}} + t_{\text{ч}} + t_{\text{сб.п}} + t_{\text{отц.п}} + t_{\text{ш}}} = \frac{60 \cdot \phi_3 \cdot V_{\text{п}}}{T_{\text{дв}} + t_{\text{н.п}}}, \quad (4.14)$$

где ϕ_3 – коэффициент использования рабочего времени, равный 0,70–0,85;

$V_{\text{п}}$ – объем трелеваемой пачки, м³ (принимается 1,2 м³ для ТТР-401);

$l_{\text{т}}$ – среднее расстояние трелевки, м;

$v_{\text{х.х}}, v_{\text{р.х}}$ – скорость движения трелевочного трактора в порожнем и грузовом направлениях соответственно, м/мин;

$t_{\text{м}}$ – время маневрирования трактора на лесосеке при трелевке, мин;

$t_{\text{ч}}$ – время чокеровки, мин;

$t_{\text{сб.п}}$ – время сброса пачки на погрузочной площадке, мин;

$t_{\text{отц.п}}$ – время отцепа пачки, мин;

$t_{\text{ш}}$ – время штабелевки, мин;

$T_{\text{дв}}$ – время движения, мин/м³ (принимается 3 мин/м³ при $l_{\text{т}} = 150$ м; 6,5 мин/м³ при $l_{\text{т}} = 350$ м);

$t_{\text{н.п}}$ – время набора пачки и разгрузки, равное 3,0–3,2 мин/м³.

3. Величина среднего расстояния трелевки $l_{\text{т}}$ зависит от схемы разработки лесосеки и схемы размещения волоков (технологических

коридоров (см. прил. 2). Наиболее распространена параллельная схема коридоров при разработке лесосек при всех видах рубок.

Среднее расстояние трелевки при параллельной схеме расположения технологических коридоров определяется по эмпирической формуле:

$$l_T = (k_1 \cdot a + k_2 \cdot b) \cdot k_o, \quad (4.15)$$

где k_1, k_2 – коэффициенты, зависящие от схемы расположения трелевочных волоков (для параллельной схемы $k_1 = 0,5$; $k_2 = 0,25$);

a, b – размеры лесосеки (делянки), м;

k_o – коэффициент удлинения расстояния трелевки, равный 1,1–1,4.

Производительность при машинной заготовке сортиментов

1. Часовая производительность харвестера рассчитывается по следующей формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{x}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.16)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время цикла обработки одного дерева, с (табл. 4.4), вычисляемое по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{с}} + t_{\text{o,p}} + t_{\text{п}} + t_{\text{o}}, \quad (4.17)$$

где $t_{\text{с}}$ – время на срезание дерева, с;

$t_{\text{o,p}}$ – время на очистку дерева от сучьев и его раскряжевку, с;

$t_{\text{п}}$ – время на переезды харвестера от одного дерева к другому, с;

t_{o} – время приведения технологического оборудования в рабочее положение, с.

Таблица 4.4

Время цикла при среднем объеме хлыста для различных рубок

Показатель	Время цикла для различных рубок		
	рубки ухода		сплошнолесосечная рубка
$V_{\text{x}}, \text{м}^3$	0,1	0,35	0,43
$T_{\text{ц}}$ (харвестер), с	61,0	71,6	71,6
$T_{\text{ц}}$ (форвардер), с	12 000	4755	4394

2. Сменная производительность харвестера находится по формуле (4.5).

3. Необходимое количество машино-смен определяется по формуле

$$m = \frac{F_{\text{выр.др}}}{W_{\text{см}}}, \quad (4.18)$$

где $F_{\text{выр.др}}$ – объем вырубленной древесины, м^3 .

4. Расход топлива по объему заготовленной древесины рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = g_y \cdot F, \quad (4.19)$$

где g_y – удельный расход топлива, равный 700 г/м^3 ;
 F – объем работ, м^3 .

Трелевка сортиментов. Обоснование рейсовой нагрузки

1. Сила сопротивления $Q_{\text{тр}}$ при трелевке пачки сортиментов вычисляется по формуле (4.10).

2. Тяговое сопротивление погрузочно-транспортной машины (форвардера) находится по следующей формуле:

$$R_{\text{агр}} = Q_{\text{тр}} + M_{\text{ф}} \cdot g \cdot (f_k + i), \quad (4.20)$$

где $M_{\text{ф}}$ – масса форвардера, кг.

3. Полученное значение $R_{\text{агр}}$ сравнивается со значением силы сцепления двигателя трактора и таким образом оценивается возможность работы агрегата в данных условиях по формуле (4.12).

4. Часовая производительность форвардера определяется по формуле

$$W_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{п}} \cdot K_{\text{р}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.21)$$

где $K_{\text{р}}$ – коэффициент использования расчетного объема пачки, равный $0,8$;

$T_{\text{ц}}$ – время цикла трелевки пачки сортиментов, с (табл. 4.4), рассчитываемое по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{дв}} + t_{\text{сб,ш}}, \quad (4.22)$$

здесь $t_{\text{дв}}$ – время на передвижение форвардера за один рейс, с;

$t_{\text{сб,ш}}$ – время на сбор и штабелевку сортиментов за один рейс, с.

В общем виде время цикла вычисляется по выражению

$$T_{\text{ц}} = 2 \cdot \left(\frac{l_{\text{т}} \cdot K_{\text{м}}}{v_{\text{ф}}} + \frac{t_{\text{ц}} \cdot V_{\text{п}}}{V_{\text{с}}} \right), \quad (4.23)$$

где $K_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий время маневров форвардера, равный $1,2$;

$v_{\text{ф}}$ – скорость движения форвардера, м/с;

$t_{\text{ц}}$ – время одного цикла захвата сортимента грейфером, переноса и укладки его в коник или штабель, с;

$V_{\text{с}}$ – средний объем сортимента, м^3 .

5. Сменная производительность $W_{\text{см}}$ форвардера находится по формуле (4.5), в которой $t_{\text{пр}} = 1,2$ ч.

6. Необходимое количество машино-смен m определяется из соотношения (4.18).

7. Расход топлива по объему заготовленной древесины Q рассчитывается по формуле (4.19), где $g_y = 550$ г/м³.

4.4. Эксплуатационные расчеты агрегатов для рубок в молодняках

Технология рубок ухода в молодняках (осветления и прочистки) базируется на применении моторного инструмента (бензинового или аккумуляторного) – мотопил или мотокусторезов для спиливания стволиков в ряду и междурядьях. В настоящее время доступна технология задействия машинных кусторезов-мульчеров для удаления второстепенных пород древесины в междурядьях, а также валочных или валочно-пакетирующих машин на базе харвестеров.

Использование моторного кустореза

Производительность или норма выработки определяется по нормативам времени на выполнение работ по рубкам ухода в молодняках: при запасе $q = 6$ м³/га норма составляет 0,76 га/см, или 4,5 м³/см; при запасе $q = 12$ м³/га норма составляет 0,28 га/см, или 6,7 м³/см.

1. Сменная производительность агрегата вычисляется по формуле

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (4.24)$$

где B – технологическая ширина захвата (расстояние между центрами двух смежных рядов, полос), равная 2,5–3,5 м;

v – расчетная скорость движения моториста, допускаемая до 1,2 км/ч;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, равная 8 ч;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования ширины захвата (при полосной расчистке $K_{\text{в}} = 1$);

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования скорости;

$K_{\text{т}}$ – коэффициент использования времени смены, равный 0,6.

Поскольку производительность имеет резерв по отношению к норме выработки, для дальнейших расчетов можно использовать величину нормы выработки.

2. Количество машино-смен для обработки 1 га рассчитывается по следующей формуле:

$$m_1 = \frac{1}{W_{\text{см}}}. \quad (4.25)$$

3. Расход топлива на выполнение осветлений в ряду лесных культур принимается в соответствии с данными табл. 4.5 по нормам расхода топлива и находится по формуле

$$Q_{\text{см}} = q_p \cdot t_p, \quad (4.26)$$

где q_p – норма расхода топлива, л/маш.-ч;

t_p – время работы, ч.

Расход топлива на 1 га площади составит:

$$Q_{1 \text{ га}} = Q_{\text{см}} \cdot m_1, \quad (4.27)$$

а на всю площадь –

$$Q_{\text{общ}} = Q_{1 \text{ га}} \cdot F. \quad (4.28)$$

Таблица 4.5

Нормы расхода топлива моторных кусторезов

Модель кустореза	Модель двигателя, кВт	Норма расхода, л/маш.-ч
Husqvarna 225	0,90	0,80
Husqvarna 245R	2,00	0,90
Stihl HS80/550	0,95	0,60
Stihl FS450	2,10	1,00

Применение машинного кустореза

При срезании нежелательной растительности в междурядьях культур с двумя проходами кустореза норма времени составляет 0,91 маш.-смены на 1 га или норма выработки равна 1,1 га в смену.

1. Сменная производительность с учетом того, что рабочий процесс кустореза-мульчера состоит из двух проходов по одной полосе, вычисляется по формуле

$$W_{\text{см}} = \frac{0,1 \cdot B \cdot v \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{т}}}{2}, \quad (4.29)$$

где $B = 2,5\text{--}3,5$ м;

v – расчетная скорость движения агрегата, принимаемая до 2,5 км/ч;

$K_{\text{в}} = 1$ (при полосной расчистке);

K_v – коэффициент использования скорости, определяемый по следующей формуле:

$$K_v = (1 - \delta) \cdot (1 - \lambda), \quad (4.30)$$

здесь δ – коэффициент буксования (для колесных тракторов при номинальной нагрузке принимается 0,12–0,16; для гусеничных – 0,02–0,06);

λ – коэффициент криволинейности хода агрегата, равный 0,3;

$K_T = 0,7$.

2. Число машино-смен m_1 на обработку 1 га определяется по формуле (4.25).

3. Число машино-смен на обработку всего участка находится по следующей формуле:

$$m = m_1 \cdot F. \quad (4.31)$$

4. Количество агрегатов для выполнения работы вычисляется по формуле

$$A = \frac{F}{D_p \cdot W_{cm} \cdot K_{cm} \cdot K_{п.у}}, \quad (4.32)$$

где D_p – количество рабочих дней в периоде (табл. П1.72);

K_{cm} – коэффициент сменности, равный 1;

$K_{п.у}$ – коэффициент, учитывающий погодные условия, принимаемый 0,8–1,0.

5. Расход топлива за смену, а также общий расход топлива на выполнение работ определяются по методике, которая приведена в главе 6.

5. ВЫБОР СПОСОБА ДВИЖЕНИЯ АГРЕГАТА И ПОДГОТОВКА УЧАСТКА

Для повышения производительности агрегатов за счет сокращения холостых ходов (повороты, переезды) загоны желательно располагать так, чтобы они были с наибольшей длиной гона. При нерациональном способе движения соотношение холостых и рабочих ходов может приводить к снижению экономичности работы.

Подготовка участка для работы агрегата заключается в выборе рационального способа движения, разбивке участка на загоны (полосы), отбивке поворотных полос и т. д. [2, 4].

Способ движения – порядок циклично повторяющегося перемещения агрегата при выполнении работы. Способы движения агрегатов (МТА) и виды поворотов зависят от выполняемой технологической операции и конструктивных особенностей рабочих машин. При гоновых способах движения агрегат совершает рабочие ходы параллельно одной или двум сторонам рабочего участка (загона) с холостыми поворотами на обоих его концах. На прямоугольных участках наибольший эффект достигается при направлении рабочих ходов (гонов) агрегата по длинной стороне загона, что уменьшает число поворотов.

Проектирование следует начинать с выбора способа движения агрегата на основной операции, после чего необходимо зарисовать схему на примере рис. 5.1.

Далее приняв соответствующую конфигурацию участка в виде правильной фигуры (прямоугольник), следует определить оптимальную ширину загона $C_{\text{опт}}$, при которой обеспечивается наименьшая протяженность холостого хода челночного способа движения:

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2 \cdot (L_{\text{заг}} \cdot B_z + 8 \cdot R_a^2)}, \quad (5.1)$$

где $L_{\text{заг}}$ – длина загона (гона), м;

B_z – ширина захвата агрегата, м;

R_a – минимальный радиус поворота трактора, м.

Минимальным радиусом поворота агрегата называется наименьший радиус окружности агрегата без деформации движителя и поверхности движения.

Пример. Оптимальная ширина загона, при которой обеспечивается наименьшая протяженность холостого хода при посеве ленты шириной 1,5 м челночным способом движения в питомнике, составит:

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2 \cdot (L_{\text{заг}} \cdot B_z + 8 \cdot R_a^2)} = \sqrt{2 \cdot (95 \cdot 1,5 + 8 \cdot 4,5^2)} = 17,6 \text{ м},$$

где $L_{\text{заг}} = 95$ м; $B_z = 1,5$ м; $R_a = 4,5$ м для трактора БЕЛАРУС МУП-82.1.

Округлив значение $C_{\text{опт}}$ до целого числа, кратного ширине захвата ($B_z = 1,5$ м), получим 18 м. С учетом длины выезда агрегата $l = 1,5$ м (таблица) ширина полосы поворота E составит не более 6 м. Параметр l соответствует длине выезда агрегата до границы разворота и зависит от типа и конструкции орудий.

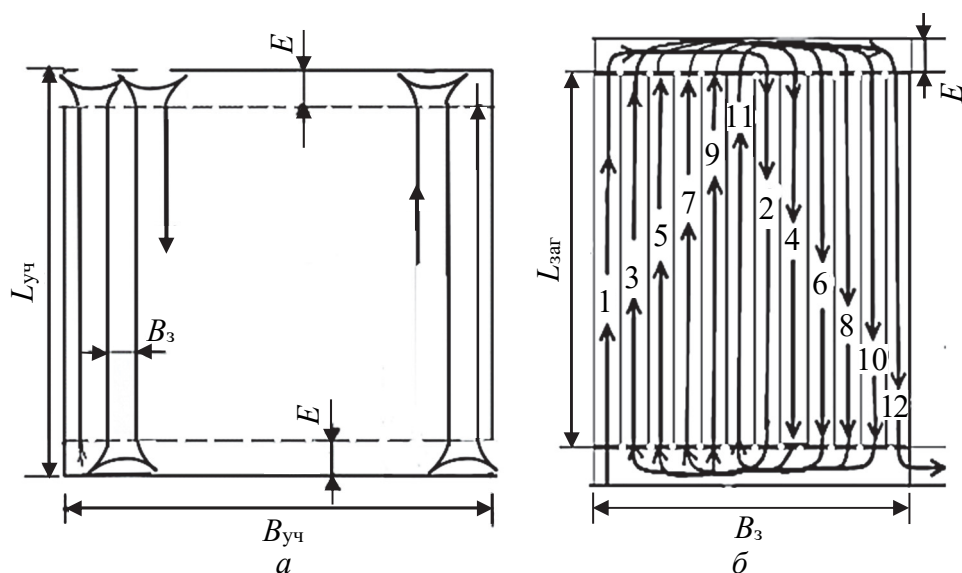


Рис. 5.1. Возможные схемы работы агрегатов:
 а – гоновый с возвратно-петлевым поворотом;
 б – гоновый беспетлевой с заездом на смежный загон (1–12 – проходы)

При движении агрегата в составе трактора и навесного орудия общая длина холостого хода зависит от ширины захвата орудия ($B_з$), радиуса поворота (R_a) и длины выезда (въезда) агрегата в конце гона (l). Для навесного агрегата его радиус поворота принимают по трактору ($R_a = R_{тр}$), а длину выезда от контрольной линии поля можно принимать по величине базы трактора.

Виды поворота и путь движения агрегатов

Показатель	Вид поворота									
	на 90°				на 180°					
Длина холостого пути S_x	$1,6 \cdot R_a + l$	$(1,6-9,2) \cdot R_a + l$	$6,6 \cdot R_a + l$	$\pi \cdot R_a + 2 \cdot l$	$6 \cdot R_a + 2 \cdot l$	$8,4 \cdot R_a + 2 \cdot l$	$(5-8) \cdot R_a + 2 \cdot l$	$12,4 \cdot R_a + 2 \cdot l$	$14 \cdot R_a + 2 \cdot l$	$6,3 \cdot R_a + 2 \cdot l$
Ширина полосы поворота E	R_a	$2,8 \cdot R_a$	$2 \cdot R_a$	R_a	$2,8 \cdot R_a$	$3 \cdot R_a$	$2,9 \cdot R_a$	$2 \cdot R_a$	$2 \cdot R_a$	$1,2 \cdot R_a$

При расчистке площадей, скашивании поросли древесно-кустарниковых пород и стрижке газонов существуют такие способы движе-

ния, как обход и челночный (рис. 5.2). На участке, свободном от препятствий, применяется схема, показанная на рис. 5.2, *а*.

Далее определим величину коэффициента рабочего хода $\varphi_{р.х.}$, среднее значение которого может находиться в пределах 0,70–0,75. При этом необходимо стремиться к увеличению $\varphi_{р.х.}$, чтобы обеспечить правильную и экономичную работу агрегата.

Время, в течение которого агрегат будет находиться в движении при выполнении работы (время основной работы), можно записать в виде

$$T_p + T_x = T_{см} - (T_{п.з} + T_T + T_{т.о} + T_{пр.т} + T_o), \quad (5.2)$$

где T_p – время чистой работы;

T_x – время холостого хода агрегата на концах гона при поворотах;

$T_{см}$ – продолжительность смены;

$T_{п.з}$ – время ежесменной подготовки трактора и орудия (осмотр, заправка, регулировка, пуск и прогрев двигателя, переезд);

T_T – время для обслуживания рабочего места;

$T_{т.о}$ – время технического обслуживания агрегата;

$T_{пр.т}$ – простои по техническим причинам (очистка сеялок, культиваторов, заправка семенами);

T_o – время кратковременного отдыха.

При определении времени чистой работы T_p используется коэффициент рабочих ходов $\varphi_{р.х.}$, который показывает, какая часть всего пути, пройденного агрегатом на обрабатываемом участке, используется для производительной работы.

Следовательно, для повышения производительности агрегатов за счет сокращения холостых ходов (повороты, переезды) загоны желательно располагать так, чтобы они были с наибольшей длиной гона.

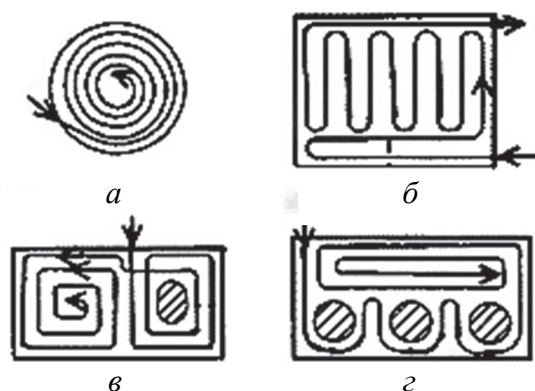


Рис. 5.2. Схемы движения агрегатов

при сплошной расчистке или кошении газонов:

а – круговой спиралеобразный способ (способ обхода);

б – челночный сложный способ; *в* или *г* – комбинированный способ с объездом препятствий

1. Коэффициент рабочих ходов в общем виде определяется по формуле

$$\varphi_{p.x} = \frac{\sum S_p}{\sum S_p + \sum S_x}, \quad (5.3)$$

где $\sum S_p$ – суммарная длина рабочих ходов, м;
 $\sum S_x$ – суммарная длина холостых ходов, м.

2. Суммарная длина рабочих ходов рассчитывается по формуле

$$\sum S_p = \frac{F}{B_{p.x}}, \quad (5.4)$$

где F – площадь обрабатываемого участка, м²;

$B_{p.x}$ – расстояние между рабочими ходами, м.

3. Суммарная длина холостых ходов вычисляется по формуле

$$\sum S_x = \sum S_{xi} \cdot n_i, \quad (5.5)$$

где $\sum S_{xi}$ – длина пути холостого хода при i -м повороте, м (см. таблицу на с. 64);

n_i – количество i -х поворотов.

4. При движении агрегата челночным способом коэффициент рабочего хода находится по следующей формуле:

$$\varphi_{p.x} = \frac{L}{L + 6 \cdot R_a + 2 \cdot l}, \quad (5.6)$$

где L – длина гона, м.

6. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ

1. Сменный расход основного топлива определяется по формуле

$$Q_{см} = q_p \cdot t_p + q_x \cdot t_x + q_o \cdot t_o, \quad (6.1)$$

где q_p – часовой расход топлива при работе, кг/ч (табл. П1.69);

t_p – время работы трактора в смену при выполнении работ, ч, рассчитываемое по следующей формуле:

$$t_p = 8 \cdot K_T = 8 \cdot 0,7 = 5,6 \text{ ч}, \quad (6.2)$$

здесь K_T – коэффициент использования времени смены, равный 0,7;

q_x – часовой расход топлива при холостых переездах, кг/ч;
 t_x – время работы трактора в течение смены, приходящееся на холостые переезды, ч (независимо от вида работ принимается 1,2 ч);
 q_o – часовой расход топлива на остановках, кг/ч;
 t_o – время работы трактора в течение смены, приходящееся на остановки, ч, определяемое по формуле

$$t_o = 8 - (t_p + t_x). \quad (6.3)$$

2. Дневной расход основного топлива находится по формуле

$$Q_{\text{дн}} = Q_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}, \quad (6.4)$$

где $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности.

3. Удельный расход топлива вычисляется по формуле

$$q_y = \frac{Q_{\text{дн}}}{W_{\text{см}}}. \quad (6.5)$$

4. Расход основного топлива на весь объем работ определяется по следующей формуле:

$$Q = q_y \cdot F. \quad (6.6)$$

Рассчитанное основное топливо выражается в килограммах. Для получения стоимостных затрат это количество необходимо перевести в литры. Общие затраты по основному топливу (кг) следует разделить на плотность горюче-смазочных материалов (ГСМ) (табл. П1.71).

Для работы трактора требуются и другие виды ГСМ (моторное, трансмиссионное масло и пр.), которые рассчитываются в процентах от количества основного топлива, выраженного в литрах (табл. П1.70). Результаты расчетов потребности в ГСМ заносятся в таблицу.

Потребность в ГСМ на выполнение механизированных работ

№ п/п	Наименование операций	Объем работ	Марка трактора	Необходимое количество ГСМ, л, по видам				
				основное топливо	моторное масло	трансмиссионные масла	масла специального назначения	солидол
1								
Итого								

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМЫХ ЗАТРАТ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ РАБОТЫ

Для определения эффективности работы того или иного агрегата необходимо подсчитать затраты на его эксплуатацию. К экономическим показателям, характеризующим использование машин, относят затраты ручного труда, прямые эксплуатационные затраты.

Расчет затрат должен выполняться в такой же последовательности, в которой осуществляются операции. Эти расчеты выполняются для каждого раздела проекта (выращивание посадочного материала в питомнике, создание лесных культур и т. д.), данные заносятся в таблицу.

**Технологическая карта на механизированные работы
(пример заполнения для каждого раздела проекта)**

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ на принятую единицу измерения	Состав агрегата: трактор, машина, орудие	Тарифный разряд работ, количество рабочих в звене	Производительность (норма выработки) в смену, га	Потребное количество с точностью до 0,01		Расходы на основные материалы	Затраты ручного труда
						агр.-смен	чел.-дней		
Выбирается по соответствующей технологии из таблиц приложений	га, кг, шт.	На 1 га или на всю площадь	Комплектуется	Выбирается	Рассчитывается или принимается из справочной литературы	Вычисляется	Определяется	Выбирается согласно технологии	Рассчитывается по формулам (7.1), (7.2)
1									
Итого									

Расчет затрат труда

1. Удельные затраты труда определяются по формуле

$$H_o = \frac{n}{W_{\text{см}}}, \quad (7.1)$$

где n – число рабочих, обслуживающих один агрегат, чел.;

$W_{\text{см}}$ – сменная производительность для данной операции, га/см.

2. Общие затраты труда на всю площадь рассчитываются по следующей формуле:

$$H_{\text{общ}} = H_o \cdot F, \quad (7.2)$$

где F – объем работ, га.

Расчет денежных затрат

Денежные затраты на выполнение работ включают в себя: заработную плату трактористов и других рабочих, которые обслуживают агрегат; затраты на содержание машин; затраты на материалы – семена и посадочный материал; стоимость удобрений, гербицидов и др.

Расчет затрат на материалы

1. Потребность в посадочном материале при создании лесных культур определяется по формуле

$$K = \frac{S \cdot v}{b_m \cdot \tau}, \quad (7.3)$$

где S – площадь участка, га;

v – поправочный коэффициент на потерю, повреждение и т. п. посадочного материала, равный 1,2;

b_m – ширина междурядий, м;

τ – шаг посадки, м.

2. Потребность в посадочном материале при создании школьных отделений питомника устанавливается из следующего соотношения:

$$K = \frac{S \cdot n \cdot v}{b_{\text{п}} \cdot \tau}, \quad (7.4)$$

где n – число рядов в ленте, шт.;

$b_{\text{п}}$ – расстояние между центрами двух смежных полос, м.

3. Потребное количество семян в зависимости от вида семян рассчитывается по формуле

$$\Pi_c = \frac{M \cdot N \cdot S}{B}, \quad (7.5)$$

где M – число посевных строк в ленте, шт.;

N – норма посева, г/пог. м;

B – ширина посевной ленты, равная 1,5 м.

4. Количество гербицидов определяется в зависимости от нормы внесения (табл. П1.6) из расчета килограмм на гектар:

$$\Pi_r = Q_r \cdot S, \quad (7.6)$$

где Q_r – норма внесения гербицида, кг/га.

5. Потребность в органических удобрениях устанавливается в зависимости от содержания гумуса в почве и вида удобрений.

8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

В этом разделе необходимо привести данные по технической эксплуатации машин. В процессе эксплуатации лесохозяйственных машин их техническое состояние непрерывно изменяется: ослабляются крепления, нарушаются регулировки, изнашиваются и выходят из строя детали и узлы. Для поддержания машин и орудий в работоспособном состоянии в течение как можно большего периода эксплуатации и создания наиболее благоприятных условий работы деталей и узлов следует проводить их техническое (сервисное) обслуживание.

Техническое обслуживание – это комплекс мероприятий, который включает очистку, мойку, смазку, осмотр и контроль состояния машины в целом, крепление и регулировку узлов и агрегатов, заправку машины и опробование ее действия, а также замену вышедших из строя деталей. Для обнаружения дефектов деталей и проведения регулировочных работ необходима предварительная очистка и мойка машины. Эта операция является обязательной, и ее следует систематически выполнять до проведения регулировок, смазки и ремонта.

9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ И ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

В данном разделе необходимо рассмотреть мероприятия, обеспечивающие меры по соблюдению техники безопасности при работе на тракторах, при подготовке агрегатов к работе, во время работы с прицепными и навесными машинами и орудиями и т. д. Для машин, работающих с ядохимикатами, следует указать специфические требования.

10. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В этом разделе необходимо привести только те технологические схемы работ, которые запроектированы в курсовом проекте в порядке их выполнения. Основные схемы представлены в справочном приложении. Графическая часть оформляется на стандартных листах размером 210×297 мм (А4) с рамкой основной надписи.

11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных в ходе расчетов важно сделать выводы о трудоемкости операций при выращивании посадочного материала в питомнике, при создании лесных культур и т. д. Основанием для выводов должны послужить технико-эксплуатационные расчеты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1.1

Технологический комплекс машин для создания временного лесного питомника

Наименование работ	Марка машин и орудий
<i>Единовременные работы по сплошной расчистке</i>	
Стребание в валы	ОУЛ-2,4; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2
Погрузка и вывозка остатков	БЕЛАРУС МУЛ-1221.2 с прицепом ОПЛ
Корчевка пней, вычесывание корней	МП-18-6; БЕЛАРУС-1502
Измельчение пней и порубочных остатков	ZKT-1000 КРОТ; ZKT-DIPPERFOX 850; мульчер ZKT-2300; MERICRUSHER E-250 ФИД-2,3; БЕЛАРУС-2022В.3-17/32
Дискование почвы	БНД-2,0; БДН-3,0; БЕЛАРУС МУП-82.1
Вспашка участка	ПКУ-3-35; ПКМ-3-35; БЕЛАРУС МУП-82.1
Уборка камней	УКП-0,6; КУМ-1,2; МТЗ-82.1
Планировка участка	БЕЛАРУС-1502-01; ДЗ-43
<i>Ежегодные работы в посевном отделении</i>	
Выравнивание поля	УГН-4К; ВГ-3,6; БЕЛАРУС МУП-82.1
Дискование почвы	БНД-2,0; БЕЛАРУС МУП-82.1
Вспашка участка	ПЛН-3-35; ПКМ-3-35; БЕЛАРУС-82.1
Внесение органических удобрений	РОУ-5; РОУ-6А; БЕЛАРУС-82.1
Предпосевная обработка почвы	SAU-1,3; БЕЛАРУС-82.1; БЕЛАРУС-320
Посев семян	Egedal тип 83; БЕЛАРУС-82.1; БЕЛАРУС-320
Прикатывание почвы	КВГ-1,4; БЕЛАРУС-82.1; БЕЛАРУС-320
Мульчирование посевов	МСН-1; БЕЛАРУС-82.1; БЕЛАРУС-320
Полив поля	УД-2500 и др.
Междурядная культивация	Egedal GS; БЕЛАРУС-82.1
Химическая обработка	Опрыскиватель Egedal GS; БЕЛАРУС МУП-82.1
Выкопка посадочного материала	ВМ-1,3; НВС-1,2; БЕЛАРУС-82.1
<i>Ежегодные работы в школьном отделении</i>	
Выравнивание поля	УГН-4К; ВГ-3,6; МТЗ-82.1
Дискование поля	БНД-2,0; БДН-3,0; МТЗ-82.1
Вспашка плантажная	ППН-40; ППУ-50; МТЗ-82.1
Боронование	БДН-1,3; БНД-1,7; МТЗ-82.1
Культивация	SAU-1,3; Т-25 или МТЗ-320
Посадка саженцев*	МЛУ-1А; ZKT-UNIFOX 3; БЕЛАРУС МУП-82.1
Посадка сеянцев	Л-218; ЭМИ-5М; БЕЛАРУС МУП-82.1
Полив посадок	УД-2500 и др.
Междурядная культивация	Egedal GS; БЕЛАРУС МУП-82.1

Наименование работ	Марка машин и орудий
<i>Ежегодные работы в школьном отделении</i>	
Химическая обработка	Опрыскиватель на Egedal GS с БЕЛАРУС МУП-82.1
Выкопка	ВПН-2; ВМ-1,3; БЕЛАРУС МУП-82.1

*При создании комбинированной школы могут использоваться лесопосадочные машины для лесовосстановления.

Таблица П1.2

**Технология выращивания сеянцев
в постоянном лесном питомнике с системой севооборота**

Наименование работ	Марка орудий	Сроки
<i>Создание парового поля (сидеральный пар)</i>		
Зяблевая обработка (осенняя вспашка)	ПЛН-3-35	Осень
Весеннее боронование	БДН-1,7	Апрель
Внесение минеральных удобрений: фосфорные, калийные (60–70 кг/га по д. в.)	НРУ-0,5; Egedal GS	Апрель
Посев люпина (200 кг/га)	Сеялка Egedal тип 83	Апрель
Прикатывание сидератов	КВГ-1,4	Июль
Измельчение сидератов	БДН-1,7	Июль
Запашка сидератов после увядания растений	ПЛН-3-35	Август
<i>Поле под черным паром</i>		
Обработка сорняков гербицидами по необходимости (раундап – 5–6 л/га)	Опрыскиватель Egedal GS	Лето
Дискование почвы или культивация пара (4–6-кратная)	БДН-1,7; КПН-2	Лето
Осенняя перепашка пара	ПЛН-3-35	Октябрь
<i>Сеянцы первого года выращивания</i>		
Весеннее дискование	БДН-1,7; БДН-2,0	Апрель
Весеннее боронование (культивация)	SAU-1,3	Апрель
Посев семян	Сеялка Egedal тип 83	Апрель
Мульчирование посевов опилками	МСН-1	Апрель
Полив посевов из расчета 80–100 м ³ /га	Дождевальная установка (УД-2500 и др.)	Лето
Внекорневая подкормка 1%-ным раствором мочевины или аммиачной селитры	Опрыскиватель на Egedal GS	Начало июня
Корневая подкормка посевов аммиачной селитрой (20–30 кг/га по д. в.)	Культиватор Egedal GS	Июнь
Обработка очагов полегания 0,4%-ным раствором фундазола	Ранцевый опрыскиватель SR-420	Июнь
Профилактическое опрыскивание посевов против шютте	Опрыскиватель на Egedal GS	Июль – сентябрь
Химическая обработка против сорняков раундапом (2,5 л/га)	Опрыскиватель на Egedal GS	Июль – август

Окончание табл. П1.2

Наименование работ	Марка орудий	Сроки
<i>Сеянцы первого года выращивания</i>		
Корневая подкормка посевов (25–30 кг/га по д. в.)	Культиватор Egedal GS	Июль – август
Междурядная культивация (1 раз в две или три недели)	Культиватор Egedal GS	Лето
Подрезка корневой системы сеянцев	Подрезчик РК-1,2	Лето
Выкопка сеянцев	НВС-1,2; WK-1.2	Апрель
<i>Сеянцы второго года выращивания</i>		
Корневая подкормка сеянцев нитроаммофоской (20–25 кг/га по д. в.)	Культиватор Egedal GS	Май
Обработка междурядий гербицидом (2,5 л/га)	Опрыскиватель на Egedal GS	Май – июнь
Внекорневая подкормка посевов раствором мочевины или аммиачной селитры	Опрыскиватель на Egedal GS	Июнь
Междурядная культивация (3–4-кратная)	Культиватор Egedal GS	Май – июль
Опрыскивание сеянцев 0,2%-ным раствором фундазола для профилактики болезни	Опрыскиватель на Egedal GS	Июль
Внекорневая подкормка 2%-ным раствором суперфосфата и сульфата калия	Опрыскиватель на Egedal GS	Июль – август
Выкопка сеянцев	НВС-1,2 или СП-1,1	Апрель

Таблица П1.3

**Технология выращивания саженцев в школьном отделении
постоянного лесного питомника с системой севооборота**

Наименование работ	Марка орудий	Сроки
<i>Создание парового поля (сидеральный пар)</i>		
Зяблевая обработка (осенняя вспашка)	ПЛН-3-35	Октябрь
Весеннее боронование пара	БДН-1,7	Апрель
Внесение минеральных удобрений	Egedal GS	Апрель
Посев люпина (160–200 кг/га) на зеленое удобрение	Сеялка Egedal тип 83	Конец апреля
Прикатывание сидератов	КВГ-1,4	Июль
Измельчение сидератов	БДН-1,7	Июль – август
Запашка сидератов	ПЛН-3-35	Июль – август
<i>Поле под черным паром</i>		
Зяблевая обработка (осенняя вспашка)	ПЛН-3-35	Октябрь
Весеннее боронование пара	БДН-1,7	Апрель
Культивация (3–4-кратная)	КПН-2	Май – август

Наименование работ	Марка орудий	Сроки
<i>Поле под черным паром</i>		
Обработка отросших сорняков гербицидами (по необходимости)	Опрыскиватель на Egedal GS	Июль
Осенняя перепашка пара	ПЛН-3-35	Сентябрь
<i>Саженцы первого года выращивания</i>		
Весеннее боронование	БНД-1,7	Апрель
Посадка саженцев	Л-218; ЭМИ-5М	Апрель
Внекорневая подкормка саженцев мочевиной или аммиачной селитрой (500–600 л/га)	Опрыскиватель на Egedal GS	Май
Корневая подкормка мочевиной или аммиачной селитрой (20–30 кг/га по д. в.)	Культиватор Egedal GS	Конец июня
Культивация (3–4-кратная)	Egedal GS	Май – июль
Корневая подкормка суперфосфатом и сульфатом калия (25–30 кг/га по д. в.)	Культиватор Egedal GS	Июль – август
<i>Саженцы второго и последующих годов выращивания</i>		
Внекорневая подкормка саженцев 1%-ным раствором мочевины	Опрыскиватель на Egedal GS	Первая декада мая
Корневая подкормка мочевиной или аммиачной селитрой (20–30 кг/га по д. в.)	Культиватор Egedal GS	Конец июня
Культивация (3–4-кратная)	Egedal GS	Май – июль
Корневая подкормка суперфосфатом и сульфатом калия (25–30 кг/га по д. в.)	Культиватор Egedal GS	Конец июля

Таблица П1.4

**Техническая характеристика плугов,
используемых в лесных питомниках**

Показатель	Л-107	Л-108	ПЛН-3-35	ПКМ-3-35В	ПШП-3-40А*	ПШП-3-35*
Производительность, га/ч	0,2	0,3	0,63–1,26	0,55–0,77	0,75–0,89	0,6–0,8
Ширина захвата плуга, м	0,6	0,9	1,05	1,05 ± 0,05	1,2	1,05
Глубина вспашки, см	25	25	30	27	27	25
Число корпусов, шт.	2	3	3	33	3	3
Рабочая скорость, км/ч	5	5	5–12	5,2–7,3	6,0–7,2	6–8
Масса, кг	160	250	475	660	820	795
Агрегатируемость с тракторами БЕЛАРУС	82.1	82.1	82.1	122.1	122.1	82.1

* С предохранителями.

Таблица П1.5

Техническая характеристика машин для внесения удобрений

Показатель	РОУ-6А	МВУ-5	МВУ-0,5А	МВСУ-0,6А	1 РМГ-4Б	АВУ-0,8
Производительность за 1 ч основного времени, га	11	12	16	11,2	12	16
Ширина захвата, м:						
– с ветрозащитой	–	6	2	2	6	12
– без ветрозащиты	6–7	14	8–24	8–22	6–14	24
Грузоподъемность, кг	6000	6000	600	600	4000	1200
Рабочая скорость, км/ч	10	13	12	7,5	12	10
Вместительность кузова (бункера), м ³	6,0	4,5	0,41	0,41	3,5	0,8
Дозы внесения, кг/га	11–45	40–6042	40–1000	40–1000	100–1400	40–100
Масса, кг	940	2030	220	335	1430	310
Агрегатируемость с тракторами БЕЛАРУС	82.1; 921; 102.1					

Таблица П1.6

Техническая характеристика дисковых орудий

Показатель	БДН-3,0	БНД-1,7	БНД-2,0	БДСТ-2,5	БДН-1,3А	ЛДГ-5
Производительность за 1 ч основного времени, га	2,4	1,36	1,8	2,0	1,3–2,9	4,5
Ширина захвата, м	3,0	1,7	2,1	2,5	1,3–2,9	5,0–5,8
Рабочая скорость, км/ч	8	8–10	8–10	5,0–7,5	8	10
Глубина обработки, см	12	8–12	До 20	15	13	4–10
Диаметр дисков, мм	450	460	650	660	450	450
Угол атаки батарей, град	0–25	0–18	0–24	0–30	10–30	15–30
Масса, кг	698	640	1075	1080	402	1080
Агрегатируемость с тракторами класса тяги	2,0	1,4				

Таблица П1.7

Техническая характеристика зубовых борон

Показатель	БЗТС-1,0	БЗСС-1,0	ЗБНТУ-1,0	ЗБП-0,6А	ЗОР-0,7	ЗБЗЛ-1
Производительность, га/ч	1,2	1,2	2,8	1,24	1,4	1,24
Ширина захвата, м	0,95	0,95	2,89	1,77	2,21	1,7
Рабочая скорость, км/ч	12	12	10	7	8	7
Глубина обработка, см	8	6	8	6	4	5–6
Число зубьев, шт.	20	20	20	20	20	–
Длина зуба, мм	185	160	145	100	–	–
Масса, кг	42	35	161	50	37	47

Таблица П1.8

Техническая характеристика сеялок для лесных питомников

Показатель	Egedal тип 83	СПН-3	СЛН-8Б	СКП-5	СЛН-5/9	СКБ-5/3
Производительность за 1 ч сменного времени, га	1,0	0,25	2,1	0,38	0,5	0,15
Ширина захвата, м	1,1	1,4	2,1–2,8	1,5	1,2	1,5
Число высеваемых строк, шт.	3–8	3	6, 8	5	4, 5, 9	3, 5
Число высевающих аппаратов, шт.	9	3	8	1	9	5
Рабочая скорость, км/ч	5–10	4	4,9–10,3	4,2	4	1–3
Емкость бункера, дм ³	80,0	0,23	0,55	0,26	0,05	0,1
Масса, кг	115	530	859	292	400	700
Агрегатируемость с тракторами класса тяги	0,6–1,4					

Таблица П1.9

Техническая характеристика грядоделателей, мульчирователей и катков

Показатель	УГН-4К	ГС-1,4	МС-1,5	МСН-1	КВГ-1,4
Производительность, га/ч	2,5–3,4	0,72–1,00	0,17	0,15	До 2,4
Ширина захвата, м	4,2	1,4	0,95	1,0	1,4
Рабочая скорость, км/ч	5,6–8,0	5–7	4–8	4–8	До 6
Масса, кг	1175	950	220	300	880

Таблица П1.10

Техническая характеристика школьных посадочных машин

Показатель	ЭМИ-5М	ССЧ-5/3	УПС-1	Л-218
Производительность, тыс. шт./ч (га/ч)	8–12	(0,09)	–	(0,25)
Шаг посадки, см	10–50	10–50	–	10–50
Глубина хода сошников, см	15–25	10–20	22	15–25
Ширина посадочной борозды, см	10–12	10–12	11	10–12
Рабочая скорость, км/ч	0,21	0,56	1,5–3,0	0,16–0,80
Расстояние между рядами в ленте, см:				
– при 3-рядной посадке	25	25	Одно- рядная	22,5
– при 5-рядной посадке	50	50		45
Масса, кг	600	750	250	900

Таблица П1.11

Техническая характеристика дождевальных установок

Показатель	УД-2500	Monsoon Primus 1600	SR-43
Производительность, га/ч	До 1,2	0,5–0,9	0,5–0,9
Скорость движения распылителя, м/ч	10–150	10–150	10–150

Окончание табл. П1.11

Показатель	УД-2500	Monsun Primus 1600	SR-43
Расход воды, м ³ /ч	До 50	До 30	0,5–2,5
Дальность подачи воды от водоема, км	До 1,5	До 1,0	–
Рабочее давление на гидротурбину, МПа (атм): минимальное/максимальное	0,2 (2)/ 1,2 (12)	0,2 (2)/ 1,2 (12)	–
Рабочая ширина захвата, м	До 90	До 60	58

Таблица П1.12

Техническая характеристика культиваторов для питомников

Показатель	Egedal GS	КОН-2,8А	SAU-1,3	КНО-2,8	КФП-1,5
Производительность, га/ч (км/ч)	До 1,2	До 2,25	До 1,2	1,8	0,34
Ширина захвата, м	1,4	2,8	1,25	2,8	1,5
Глубина обработки, см	2–12	10–16	6–12	6–18	10
Скорость, км/ч	6–9	6–9	6–9	6–9	6
Масса, кг	326	865	210	668	395

Таблица П1.13

**Техническая характеристика машин и орудий
для выкопки посадочного материала в питомниках**

Показатель	НВС-1,2	ВМ-1,5	WK-1,2	ВПН-2	СВС-1
Производительность, га/ч	До 0,4	0,31	0,5	0,12/0,26*	0,1
Ширина захвата, м	1,2	1,25	1,23	0,55/1,05*	0,55
Максимальная глубина, см	30	30	30	40/30*	40
Рабочая скорость, км/ч	До 7	До 5	До 5	2,9–5,4	2–3
Масса, кг	294	700	245	480	320
Агрегатируемость с тракторами БЕЛАРУС	МУП-82.1; МУП-122.1				

* В числителе указаны данные для саженцев, а в знаменателе приведены показатели для семян.

Таблица П1.14

Нормы высева семян хвойных пород в питомнике

Показатель	Сосна			Ель		
	I класс	II класс	III класс	I класс	II класс	III класс
Норма высева семян на 1 пог. м посевной строки шириной 5 см, г	1,5	2,0	3,0	1,8	2,5	4,0
Норма высева семян (при выходе сосны 2200 тыс. шт. и ели 1800 тыс. шт. с 1 га), кг/га	27,5	33,0	41,0	24,3	30,4	40,5

Таблица П1.15

Рекомендуемые нормы высева семян некоторых пород

Порода	Средняя масса 1000 шт. семян, г	Норма высева семян, г/пог. м	Глубина заделки семян, см
Береза повислая	0,17	2,5	Слегка присыпать
Дуб черешчатый	3000	125	5–7
Ель европейская	5,1	1,8	0,5–1,5
Клен остролистный	126	10	3–4
Липа мелколистная	31	6	1,5–2,0
Лиственница европейская	6	3	0,5–1,5
Рябина обыкновенная	3,6	1,8	0,5–1,5
Сосна обыкновенная	5,6	1,5	0,5–1,5
Ясень обыкновенный	72	8	4,5

Таблица П1.16

Нормы внесения органических удобрений

Вид удобрения	Нормы внесения удобрений, т/га, при содержании гумуса в почве, %		
	до 2	2,01–3,00	3,01–4,00
Торф	80–100	50–60	30–40
Торфоминеральные удобрения	60–70	40–50	20–30
Компост	40–50	30–40	20–30

Таблица П1.17

Технологический комплекс машин для лесозащитных мероприятий

Наименование работ	Марка машин и орудий
Опрыскивание низкорослых растений и хвойных молодняков на площади до 5 га	SR-420, опрыскиватель УМО Манкар, опрыскиватель на культиваторе Egedal GS, штанговый опрыскиватель и др.
Опрыскивание средневозрастных насаждений на площади более 5 га	Тракторные навесные опрыскиватели Зубр НШ «Герби», ОМ-630 и прицепные опрыскиватели ОПМ-2000, ОПВ-1200, Зубр ПВ15С и др.
Опрыскивание молодняков, средневозрастных и припевающих насаждений на площади более 1000 га	Монтируемая для опрыскивания аппаратура на летательных аппаратах (АУ-5000 фирмы «Микронэйр» и др.)
Аэрозольная обработка	Аэрозольный генератор ГАРД УМО-РД на шасси МАЗ 5316Х5-410-050

Таблица П1.18

Техническая характеристика тракторных опрыскивателей

Показатель	ОПШ-15	ОП-2000	ОПВ-1200	ОМ-630	ПОМ-630
Рабочая скорость, км/ч	6–10	8–12	6–12	6–12	6–12
Рабочая ширина захвата, м	10,8	18,0–22,5	15–25	50–100	2,8–16,2

Окончание табл. П1.18

Показатель	ОПШ-15	ОП-2000	ОПВ-1200	ОМ-630	ПОМ-630
Высота установки штанги, м	0,7–1,1	0,7–1,3	–	–	–
Емкость бака, л	1200	2000	1200	630	630
Подача насоса, л/мин	120	600	120	120	80
Расход рабочей жидкости, л/га	75–300	75–300	10–1000	100–500	75–600
Масса, кг	870	1550	850	675	670
Агрегатируемость с трактором	БЕЛАРУС МУП-82.1				

Таблица П1.19

Техническая характеристика специальных опрыскивателей

Показатель	Зубр ПВ10	Опрыскиватель Egedal GS	SR-420	Манкар
Тип	Тракторный	Тракторный	Ранцевый	Ручной УМО
Ширина захвата, м	20	1,5–2,0	8	0,15–0,45
Емкость основного бака, л	1000	300	15	1
Расход рабочего раствора, л/га	50–1500	40–300	50–500	0,5–4,0
Минутный расход, л/мин	До 125	0,9–1,6	0,49–2,90	–
Рабочая скорость, км/ч	6–8	4–5	1–4	1–3

Таблица П1.20

Техническая характеристика авиационного опрыскивателя АУ-5000

Показатель	Значение показателя
Расход через распылитель, л/мин	0–23
Рабочая скорость полета, км/ч	145–240
Регулируемый размер капель, мкм	60–750

Таблица П1.21

Техническая характеристика аэрозольного генератора ГАРД УМО-РД

Показатель	Значение показателя
Дальность обработки (нанесения препаратов), м:	
– при средне- и крупнокапельном опрыскивании	До 50
– при мелкокапельном опрыскивании	До 100
– при УМО (ультрамалообъемной обработке)	70–150
– при аэрозольной обработке	200–1000
Ширина захвата (по горизонтали), м	5–800
Производительность, га/ч	До 500
Норма внесения препарата, кг/га	От 0,15 до 100,00
Рабочая скорость движения, км/ч	3–15

Таблица П1.22

Химические препараты и нормы их внесения

Наименование препарата	Норма, кг/га	Объект	Сроки обработки
Буран Супер, ВР	1,3–5,2	Паровые поля	По сорнякам
Террсан, ВДГ	0,010–0,015	Двудольные и злаковые сорняки в посевах	Весной до появления всходов
Тамерон, ВДГ	0,020–0,025	Двудольные сорняки в посевах и посадках хвойных и лиственных пород	1–2 раза за вегетационный период
Скат, КЭ	0,75–1,50	Злаковые сорняки в посевах и посадках	1–2 раза за вегетационный период
Актара, ВДГ	0,4	Хвое- и листогрызущие вредители	В течение вегетации 0,8%-ным раствором
Максим XL, СК	1 мл/кг семян	Инфекционное полегание хвойных пород	Протравливание семян перед посевом
Менара, КЭ	0,5	Мучнистая роса дуба, болезни хвои	В течение вегетации 0,1%-ным раствором
Феразим, КЭ	1,2–2,4	Снежное и обыкновенное шютте сосны	На протяжении вегетационного периода
Димилин, 25%-ный раствор	150 г/га	Еловый ткач, сосновый пилильщик, шелкопряд-монашенка	В течение вегетационного периода
Форея-48Б	3–4 л/га		

Таблица П1.23

Технология создания чистых культур сосны обыкновенной на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования (почвы сухие, свежие, различные по гранулометрическому составу)

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Обработка гербицидами	Тракторист V разряда, рабочий V разряда	Опрыскиватель Зубр НШ с БЕЛАРУС МУЛ-82.2; БЕЛАРУС-82.2
Дискование поля	Тракторист V разряда	БДН-3,0 с БЕЛАРУС-82.1; БЕЛАРУС-122.1
Нарезка борозд	Тракторист V разряда	ZKT-2; Л-134; ПКЛ-70Д; БЕЛАРУС-82.2; БЕЛАРУС-122.1
Посадка сеянцев, саженцев	Тракторист V разряда, 3 рабочих IV разряда	ZKT-UNIFOX 1; ZKT WOLF; SZ; МЛУ-1А с БЕЛАРУС-82.1
Уход за лесными культурами	Тракторист V разряда	ZKT-2500К; ZKT-2500Л с БЕЛАРУС-82.1

Таблица П1.24

**Технология создания лесных культур на свежих вырубках
с количеством пней до 500 шт./га (неочищенные).**

Тип лесорастительных условий – А₁, А₂, В₁, В₂, С₂.

Почвы сухие и свежие, различные по гранулометрическому составу.

Посадочный материал – сеянцы сосны 1–2 лет или саженцы ели 2–4 лет

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Стребание порубочных остатков	Тракторист V разряда	ОУЛ-2,4 + ОПЛ
Понижение пней и измельчение порубочных остатков на полосах	Тракторист V разряда	ФИД-2,3; ЗКТ-2,3
Нарезка борозд на глубину 10–15 см. Расстояние между бороздами 2,5–3,0 м	Тракторист V разряда	ПКЛ-70Д; Л-134; ЗКТ-2; БЕЛАРУС МУЛ-82.1; БЕЛАРУС МУП-122.1
Фрезерование почвы на полосах	Тракторист V разряда	FC-060; МЖ-0,8; МЖ-1,2; ЗКТ-700; БЕЛАРУС МУП-122.1; БЕЛАРУС МУП-150.1
Погрузка-разгрузка посадочного материала	2 рабочих II разряда	Вручную
Подвозка посадочного материала	Шофер	МАЗ-4320; ГАЗ-53
Посадка сеянцев сосны с шагом посадки 0,75 м (5,0–7,0 тыс. шт./га) или посадка саженцев ели (2,5–5,0 тыс. шт./га)	Тракторист V разряда, 2 рабочих V разряда, рабочий III разряда	МЛУ-1; МЛУ-1А; ЗКТ-UNIFOX 1; ЗКТ-UNIFOX 2; ЗКТ WOLF; SZ; БЕЛАРУС МУЛ-82.1; БЕЛАРУС МУП-122.1
Агротехнический уход за культурами (3-кратный за сеянцами, 2-кратный за саженцами). Ширина междурядий – 2,5 м	Тракторист V разряда	КЛБ-1,7; ЗКТ-2500; ЗКТ-2500К; ЗКТ-2500Л; ЗКТ-2500Л1; БЕЛАРУС МУЛ-82.1; БЕЛАРУС МУЛ-122.1

Таблица П1.25

**Технология создания лесных культур на свежих вырубках
с количеством пней более 500 шт./га (неочищенные).**

Тип лесорастительных условий – А₁, А₂, В₁, В₂, С₂.

Почвы сухие и свежие, различные по гранулометрическому составу

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Расчистка полос шириной 2,0–2,5 м от пней и порубочных остатков с расстоянием между центрами полос 3–5 м	Тракторист V разряда	ЗКТ-600 КРОТ; ЗКТ-DIPPERFOX 850; ЗКТ-2,3; МТЗ-1502-01
Фрезерование почвы с измельчением древесных остатков и пней	Тракторист V разряда	FC-060; МЖ-0,8; МЖ-1,2; ЗКТ-700; БЕЛАРУС МУП-122.1; БЕЛАРУС МУП-150.1
Подвозка посадочного материала до 25 км	Шофер	МАЗ-4320; ГАЗ-53

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Посадка семян сосны 1–2 лет с шагом посадки 0,75 м (5,0–7,0 тыс. шт./га) или посадка саженцев ели 2–4 лет (4,0–6,0 тыс. шт./га)	Тракторист V разряда, 2 рабочих V разряда, рабочий III разряда	SZ; ZKT-UNIFOX 1; ZKT-UNIFOX 2; ZKT WOLF; МЛУ-1А; БЕЛАРУС МУЛ-122.1
Агротехнический уход 3-кратный за сеянцами, 2-кратный за саженцами	Тракторист V разряда	ZKT-2500K; ZKT-2500Л; ZKT-2500Л1; ZKT-2500Л2; БЕЛАРУС МУЛ-82.1; БЕЛАРУС МУЛ-122.1
Лесоводственный уход в рядах культур	Рабочий V разряда	Мотокусторезы
Лесоводственный уход в междурядьях культур шириной 2,5–3,0 м	Тракторист VI разряда	ZKT-2500; БЕЛАРУС МУЛ-122.1

Таблица П1.26

**Технология создания лесных культур на влажных вырубках
с количеством пней более 500 шт./га.**

Тип лесорастительных условий – Аз, Вз, Сз, С₂.

Почвы влажные, сырые, различные по гранулометрическому составу

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Расчистка участка от порубочных остатков со сгребанием в валы, погрузка и транспортировка порубочных остатков	2 тракториста VI разряда	ОУЛ-2,4; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2; ОПЛ.М
Измельчение порубочных остатков и пней на полосах	Тракторист VI разряда	Мульчер ZKT-2300; MERICRUSHER E-250; RAPTOR 300 (400); БЕЛАРУС-2022В.3-17/32
Высверливание пней на полосах	Тракторист VI разряда	ZKT-600 КРОТ; ZKT-DIPPERFOX 850
Обработка почвы путем нарезки пластов или микроповышений	Тракторист VI разряда	ZKT-2 POWER; БЕЛАРУС МУЛ-122.1
Посадка в пласты или в гребень борозд вручную, посадка машинами	Тракторист V разряда, 2 рабочих V разряда, рабочий III разряда	МЛУ-1А; МЛ-1; БЕЛАРУС МУП 82.1; БЕЛАРУС МУЛ 1221.2
Агротехнический уход за лесными культурами по схеме (1–2–0–0)	Тракторист VI разряда	ZKT-2500Л; ZKT-2500Л1; БЕЛАРУС МУП 82.1; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2

Таблица П1.27

**Технология создания лесных культур на переувлажненных
вырубках с количеством пней более 500 шт./га.**

Тип лесорастительных условий – А₄, В₄, С₄.

Почвы мокрые, различные по гранулометрическому составу

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Измельчение порубочных остатков на полосах или валах	Тракторист VI разряда	БЕЛАРУС-2022В.3-17/32; мульчер ZKT-2300; MERICRUSHER E-250; RAPTOR 300 (400)
Высверливание пней на глубину посадки	Тракторист VI разряда	ZKT-1000 KROT (ROTOR-M); БЕЛАРУС МУЛ-121В2; ZKT-DIPPERFOX 850; ZKT-DIPPERFOX 600 на харвестере АМКОДОР 2551
Обработка почвы путем прокладки плужных борозд	Тракторист VI разряда	БЕЛАРУС МУЛ-82.1; ZKT-2 POWER
Посадка в пласты борозд машинами	Тракторист и рабочие IV разряда	МЛУ-1; ZKT-UNIFOX; ZKT WOLF; SZ; МЛУ-1А; ЛМД-81; БЕЛАРУС МУЛ-122.1
Агротехнический уход за лесными культурами по схеме	Тракторист VI разряда	БЕЛАРУС-82.1; БЕЛАРУС МУЛ-122.1; ZKT-2500Л; ZKT-2500Л1
Химический однократный уход опрыскиванием гербицидами	Рабочий IV разряда	Mankar HQ-45

Таблица П1.28

**Технология лесоразведения на землях, нарушенных добычей
нерудных ископаемых, и на овражно-балочных склонах**

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Подготовка посадочного места	Тракторист VI разряда	ТС-2,5; ТК-4; ТР-2А; БЕЛАРУС-1502; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2
Сплошная обработка почвы	Тракторист VI разряда	ПЛН-3-35; ПЛН-4-35; БЕЛАРУС-1502; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2
Полосная обработка почвы	Тракторист VI разряда	Ротаторы ZKT-700; ZKT-МН 0,8 и 1,2; БЕЛАРУС-1502; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2
Нарезка борозд и пластов	Тракторист V разряда	ПЛС-0,6; Л-134; ZKT-2; ZKT-2 POWER; ZKT-2 АКТИВ; ПБН-75; БЕЛАРУС-1502; БЕЛАРУС-1221

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Рыхление террасы на глубину 40 см	Тракторист V разряда	РН-40; ОРН-2,5; БЕЛАРУС-1502; БЕЛАРУС МУЛ-1221
Дискование полос (террас)	Тракторист V разряда	БНД-2,5; БДН-3,0; БЕЛАРУС-1502; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2
Посадка культур	Тракторист V разряда, 2 рабочих IV разряда, оправщик II разряда	SZ; ZKT WOLF; ZKT-UNIFOX; МЛA-1A; МЛУ-1A; ЛМД-21; БЕЛАРУС МУЛ-82.2; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2; БЕЛАРУС-1502
Агротехнический уход	Тракторист V разряда	ZKT-2500Л; ZKT-2500Л1; ZKT-2500К; ZKT-250; мотокустореz; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2

Примечание. При создании культур на склонах от 3 до 10° предусмотрена нарезка борозд (8–12 см) плугами Л-134; ZKT-2 с рыхлением дна борозды.

Таблица П1.29

**Технологический комплекс машин и орудий для создания
лесных культур на осушенных торфяниках и болотах**

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Обработка почвы в виде неглубоких борозд	Тракторист VI разряда	ПКЛ-70Д; Л-134; ZKT-2; ZKT-2 АКТИV; БЕЛАРУС-82.2; БЕЛАРУС-122.1
Обработка почвы в виде пластов (повышений) или дискретных повышений	Тракторист V разряда	ZKT-2 АКТИV; ZKT-2 POWER; ОДП-0,6; БЕЛАРУС-1502; БЕЛАРУС-202.1*
Внесение удобрений Р ₇₀ К ₁₂₀ на полосах	Тракторист V разряда	Л-116; Л-415; БЕЛАРУС МУЛ-1221*; БЕЛАРУС-1502
Дискование торфяно-глеевой почвы	Тракторист V разряда	БДТ-2,5; ZKT-2000; БДН-3,0; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2*
Фрезерование почвы	Тракторист V разряда	FC 060; БЕЛАРУС МУЛ-82.2; БЕЛАРУС МУЛ-1221*
Посадка лесных культур	Тракторист V разряда, 2 рабочих V разряда, рабочий III разряда	ZKT-UNIFOX 1; ZKT WOLF; SZ; МЛУ-1A; БЕЛАРУС МУЛ-1221

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Дополнение культур (10%)	Рабочий III разряда	Вручную, под меч Колесова
Агротехнический уход	Тракторист V разряда	ZKT-2500Л; ZKT-2500Л1; ZKT-2500К; БЕЛАРУС-82.1; БЕЛАРУС-122.1
Лесоводственный уход	Рабочий IV разряда, тракторист V разряда	Мотокустореz; ZKT-2500; БЕЛАРУС-122.1

*Трактор со сдвоенными колесами заднего моста.

Таблица П1.30

**Техническая характеристика подборщиков сучьев
и камнеуборочных машин**

Показатель	ОУЛ-2,4	УКП-0,6	КУМ-1,2
Производительность за 1 ч основного времени, га	0,34	3–4	4,7
Ширина захвата, м	2,4	1,23	1,2
Число зубьев, шт.	8	13	–
Расстояние между зубьями, мм	342	80	–
Масса, кг	1500	2500	4550

Таблица П1.31

**Техническая характеристика фрез
марки ZKT-MERICRUSHER серии MJ**

Показатель	MJ-1.4 ST	MJ-1.8 ST	MJ-1.8 DT	MJ-2.3 ST	MJ-2.3 DT
Мощность машины, л. с.	50–90	70–90	90–150	70–90	90–150
Ходоуменьшитель	Рекомендуется				
Заглубление в почву, мм	До 200				
Рабочая ширина, мм	1350	1750		2250	
Навеска	CAT-1	3-точечная CAT-2			
Диаметр ротора, мм	400				
Количество резцов, шт.	60	76		96	
Передача мощности	Механическая от ВОМ трактора				
Длина, мм	1550	1550		1550	
Ширина, мм	1800	2200		2700	
Высота, мм	1010	1220		1220	
Масса, кг	710	970	1060	1080	1230

Таблица П1.32

**Техническая характеристика измельчителей пней
марки ZKT серии КРОТ**

Показатель	TZKT-550 КРОТ	TZKT-700 КРОТ	ZKT-850 КРОТ	ZKT-1000 КРОТ
Мощность трактора, л. с.	80–100	100–130	130–160	160–200
Рабочий диаметр бура, мм	550	700	850	1000
Частота вращения ВОМ, об./мин	1000			
Навеска	3-точечная САТ-2			
Рабочая глубина сверления, мм	До 950			
Скорость удаления одного пня, с	20–120			
Минимальная масса, кг	1000	1200	1400	1700

Таблица П1.33

**Техническая характеристика измельчителей пней
марки ZKT-DIPPERFOX**

Показатель	SC850 Pro	SC600
Диаметр резания, мм	850	600
Глубина бурения (от земли), мм	900	700
Рабочее давление, бар	180–350	150–250
Гидравлический расход, л/мин	110–220	65–150
Масса оборудования, кг	575	285
Базовая машина	Экскаватор (харвестер)	
Эксплуатационная масса, т	14–30	6–14
Мощность двигателя экскаватора, кВт	74–130	35–83
Базовая машина	Экскаватор-погрузчик	
Эксплуатационная масса, т	–	6–10
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	–	50–80 (67–107)
Базовая машина	Гусеничный погрузчик	
Эксплуатационная масса, т	–	2–6
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	–	40–80 (54–107)
Базовая машина	Погрузчик с бортовым поворотом	
Эксплуатационная масса	–	2–6
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	–	40–80 (54–107)
Коробка передач	2-ступенчатая планетарная	
Крутящий момент I передачи, Нм	43 000	16 900
Скорость вращения I передачи, об./мин	30	37
Крутящий момент II передачи, Нм	21 000	10 800
Скорость вращения II передачи, об./мин	60	57
Производительность, пни/ч	До 180	До 60
Скорость измельчения одного пня, с	Около 20	Около 60
Шаг резки/толщина стружки, мм	40–50	5–15

Таблица П1.34

Техническая характеристика лесных фрез и активных орудий

Показатель	FC 045	FC 060	ZKT-700	АП-1	ZKT-2 ACTIVE
Производительность, км/ч (га/ч)	(0,8)	(0,6)	(0,6)	(0,2)	–
Ширина захвата, м	0,45	0,60	650	0,4–0,6	0,6
Глубина обработки, см	25–30	25–30	30	10–20	25
Диаметр барабана, мм	450	–	700	–	900
Частота вращения, об/мин	1000	1000	1000	–	–
Рабочая скорость, км/ч	0,3–3,0	0,3–3,0	0,3–3,0	1,9–3,0	1,9–3,0
Масса, кг	596	688	1670	400	850
Трактор тягового класса	2	3	3	3	1,4

Таблица П1.35

Техническая характеристика лесных плугов

Показатель	ПКЛ-70Д	Л-134	ZKT-2	ZKT-2 PRO	ZKT-2 POWER
Ширина борозды, м	0,7	0,7	0,65	0,65	0,8
Глубина обработки, см	12	18	15	15	25
Рабочая скорость, км/ч	3–4	2,5–3,6	2,5	2,5	2,5
Масса, кг	485	710	900	1150	1450
Базовая машина	БЕЛАРУС-122.1; БЕЛАРУС-1502; БЕЛАРУС-202.1				

Таблица П1.36

Техническая характеристика лесопосадочных машин марки ZKT

Показатель	UNIFOX 1	UNIFOX 2	UNIFOX 3	WOLF PRO
Производительность, га/см (шт./ч)	(1500)	0,5–1,5	(1500)	(2500)
Глубина хода сошника, см	25			
Шаг посадки, см	27–80	45–270	27–80	20–198
Обслуживающий персонал: сажальщик + оправщик	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 1
Масса, кг	340	800	800	340
Сила тяги трактора, кН	9–20			

Таблица П1.37

Техническая характеристика лесопосадочных машин для создания лесных культур на вырубках

Показатель	МЛУ-1А	МЛА-1А	ЛМД-81	МЛ-1
Производительность, км/ч	2	2,2–3,6	2–3	2,38
Шаг посадки, м	0,5; 0,75; 1,0; 1,5	0,5; 0,75; 1,0	1,0–2,5	1,0 и 2,0
Глубина хода сошника, см	До 35	До 35	30	32
Ширина посадочной борозды, см	10–12	10–12	10–12	10–12
Масса, кг	945	770	1000	645
Обслуживающий персонал	4	4	3	4
Агрегатируемость с тракторами БЕЛАРУС	МУП-82.1; 122.1; МУЛ-82.1			

Таблица П1.38

Техническая характеристика лесных культиваторов

Показатель	ZKT-250	ZKT-2500K	ZKT-2500Л	ZKT-2500Л-1Ф	ZKT-2500 Л-1	ZKT-2500 Л-2
Ширина захвата, м	2,20–2,72	2,2	2,0–2,8	2,6	2,6	2,0–2,8
Глубина обработки, см	–	До 18	17	17	До 15	До 17
Ширина междурядья, см	Регулируется гидравлически		0–80	40	40	0–80
Число дисков, шт.	–	80	16	6 + 2	8 + 2	16
Диаметр дисков, см	–	–	56	66	56	56
Количество рядов дисков	–	–	2	1	1	2
Масса, кг	1300	900	700	300	300	700
Агрегатируемость с тракторами БЕЛАРУС	МУП-122.1; МУП-82.1; МУЛ-122.1; МУЛ-82.1					

Таблица П1.39

Технологический комплекс машин рубок ухода в молодняках

Наименование работ	Исполнитель	Марки машин и орудий
Прочистка междурядий культур	Тракторист VI разряда	MF-200; БЕЛАРУС-1222В; ФИД-2300; БЕЛАРУС-2022В.3; ZKT-2300; MERICRUSHER E-250; БЕЛАРУС МУЛ-1221.2; FM30A1 на шасси АМКОДОР
Освещение культур в ряду	Моторист V разряда	Мотокусторезы Stihl, Husqvarna

Таблица П1.40

Технологический комплекс машин для проведения осветлений

Наименование работ	Марка машин и орудий
Заготовка хвороста	Валочная машина Usewood UW180S; валочно-пакетирующая машина VIMEK 404 SEB; АМКОДОР FH840
Трелевка хвороста	Погрузочно-транспортная машина Usewood; погрузочно-транспортная машина VIMEK 610 SEB; АМКОДОР FF560

Таблица П1.41

Технологический комплекс машин для проведения прочисток

Наименование работ	Марка машин и орудий
Заготовка сортиментов	Валочная машина Usewood UW180S; валочно-пакетирующая машина VIMEK 404 SEB; харвестер VIMEK 404 SEB; харвестер АМКОДОР 2541; харвестер АМКОДОР FH840; харвестер BELARUS-SAMPO MLIX-46

Наименование работ	Марка машин и орудий
Трелевка сортиментов на погрузочную площадку	Погрузочно-транспортная машина VIMEK 610 SEB; погрузочно-транспортная машина АМКОДОР FF560; погрузочно-транспортная машина БЕЛАРУС МЛПТ-344; БЕЛАРУС МПТ-461.1/БЕЛАРУС МПТ-461.2

Таблица П1.42

**Технологический комплекс машин
для прореживаний и проходных рубок
с заготовкой сортиментов на лесосеке бензопилами**

Наименование работ	Исполнитель	Марка машин и орудий
Валка деревьев на лесосеке	Вальщик V разряда, лесоруб V разряда	Бензопила Stihl MS361; бензопила Husqvarna 3120XP
Обрезка сучьев	Лесоруб V разряда	Бензопила Stihl MS260; бензопила Husqvarna CS2260
Раскряжевка хлыстов на сортименты	Лесоруб V разряда	Бензопила Stihl MS260; бензопила Husqvarna CS2260
Сбор, погрузка, трелевка и разгрузка сортиментов на погрузочной площадке	Тракторист V разряда, чокеровщик V разряда	АМКОДОР FH840; АМКОДОР 2631; АМКОДОР 2641; БЕЛАРУС МЛПТ-344; БЕЛАРУС МЛПТ-354; БЕЛАРУС МПТ-461.1/ БЕЛАРУС МПТ-461.2

Таблица П1.43

**Технологический комплекс машин рубок ухода
за лесом (система харвестер – форвардер)
с заготовкой сортиментов на лесосеке**

Наименование работ	Марка машин и орудий
Валка деревьев и обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты	Харвестеры: АМКОДОР FH840; АМКОДОР 2531; АМКОДОР 2541; АМКОДОР 2551; BELARUS-SAMPO МЛХ-46; BELARUS-SAMPO МЛХ-265
Сбор, погрузка, трелевка и разгрузка сортиментов на погрузочной площадке	Форвардеры: АМКОДОР FF560; АМКОДОР 2631; АМКОДОР 2641; АМКОДОР 2661-01; АМКОДОР 2662-01; АМКОДОР 2682-01; АМКОДОР FF1461; АМКОДОР FF1681; БЕЛАРУС МЛПТ-344; БЕЛАРУС МЛПТ-354; БЕЛАРУС МПТ-461.1/БЕЛАРУС МПТ-461.2; БЕЛАРУС МЛ-131М

Таблица П1.44

Техническая характеристика бензиномоторных пил

Показатель	Husqvarna CS2260	Husqvarna 372XP	Husqvarna 3120XP	Stihl MS260	Stihl MS361
Мощность двигателя, кВт	3,5	4,1	6,2	2,6	3,4
Рабочий объем цилиндра, см ³	59,8	70,7	118,8	50,2	59,0
Обороты вала, мин ⁻¹	13 500	13 500	9000	13 000	13 000
Длина шины, м	0,33/0,51	0,38/0,71	0,6/1,05	0,37/0,4	0,37/0,4

Таблица П1.45

Техническая характеристика колесных трелевочных машин

Показатель	БЕЛАРУС МУЛ-82.2		БЕЛАРУС МУЛ-1221.2	АМКОДОР	
Модель машины	ТТР-401		ТТР-411	2242В	2243
Мощность двигателя, кВт	60	95,6	98	116	116
Масса, кг	4900	6600	7000	12 500	15 500
Скорость, км/ч	1,89–20,0	1,89–20,0	0–30	0–30	0–28
Тяговое усилие лебедки, кН	50	50	50	60	60
Трелевочное оборудование	ЗТ-14	ПТ-50		Лебедка	Захват
Длина каната, м	60	110	110	50	50
Объем пачки, м ³	2,5	2,5	5	До 10	6

Таблица П1.46

**Техническая характеристика погрузочно-транспортных
лесных машин марки БЕЛАРУС**

Показатель	МПТ-461.1	МЛПТ-344	МЛ-131М
Марка двигателя	–	Д-245.2S2	Д-245.2S2
Мощность, кВт	–	90	88
Скорость, км/ч	1,4–26,5		
Эксплуатационная масса, кг	8950	12 820	14 830
Грузоподъемность, кН	90	70	100
Грузоподъемный момент, кН · м	42	55	72
Вылет стрелы, м	5,5–7,2	7,2	8,11
Производительность при расстоянии трелевки 150 м, м ³ /ч	9	7	10

Таблица П1.47

**Техническая характеристика погрузочно-транспортных
лесных машин марки АМКОДОР**

Показатель	FF560	2631	2641	2661	2662	2682
Марка двигателя	POWER WP 2.3N	Д-260.1	Д-260.1	Д-260.1	Д-260.9	Д-260.9
Мощность, кВт	66	109	109	114	124,6	124,6
Скорость, км/ч	0–20	0–24	0–24	0–28	0–28	0–27,5

Окончание табл. П1.47

Показатель	FF560	2631	2641	2661	2662	2682
Эксплуатационная масса, кг	7000	12 800	13 950	15 400	16 500	20 000
Грузоподъемность, кН	50	90	77	120	140	140
Грузоподъемный момент манипулятора, кН · м	KF3052 30	65	65	80	95	95
Вылет стрелы, м	5,2	9,5	9,5	8,2	8,2	8,2

Таблица П1.48

**Техническая характеристика харвестеров
марки БЕЛАРУС МТЗ**

Показатель	МЛХ-414	МЛХ-424	МЛХ-434
Марка двигателя	Д245.2С2	Д260.1.283	Д260.1.283.1
Мощность двигателя, кВт	90	114	114
Трансмиссия	Механическая	Механическая	Гидромеханическая
Колесная формула	4К4	6К6	6К6
Дорожный просвет, мм	570	600	600
Гидроманипулятор	Foresteri 1395H	Cranab CRH 12	Cranab
Максимальный вылет, м	132	8,8	10,1
Грузовой момент, кН · м	9,5	134,0	171,8
Диаметр дерева, мм	330–520	430–600	430–630
Скорость протаскивания, м/с	До 5	До 5	До 5
Масса, кг	11 200	15 000	15 500

Таблица П1.49

**Техническая характеристика харвестеров
марок БЕЛАРУС и АМКОДОР**

Показатель	БЕЛАРУС МЛХ-265	АМКОДОР			
		FN840	2531	2541	2551
Марка двигателя	AgcoPower 74AWF	POWER WP 2.3N	Д-245.2	Д-260.9	Д-260.9
Мощность, кВт	170	66	88	132	132
Колесная формула	6К6	4К4	4К4	4К4	6К6
Дорожный просвет, мм	600	400	500	500	580
Максимальный вылет манипулятора, м	10,3	5,2	7,13	9,5	9,5
Грузовой момент, кН · м	240	30	90	100	100
Диаметр дерева, мм	780	430–630	450	520	670
Скорость протаскивания дерева, м/с	3,8	До 5	5	5	5
Масса, кг	20 000	15 500	9000	14 000	15 500

Таблица П1.50

**Система машин (харвестер – форвардер) марки БЕЛАРУС
для проведения прореживаний**

Показатель	Харвестер МЛХ46	Форвардер МЛФ-100
Марка двигателя	AgcoPower 49AWF	AgcoPower 49AWF
Мощность двигателя, кВт	124	127
Грузоподъемность, кг	–	10 000
Длина грузовой площадки, мм	–	3800
Ширина грузового отсека, мм	–	2680
Кран	Kesla 671H	Mesera 71 FT 100 JIC
Максимальный вылет, м	7,13	10
Радиус поворота, мм	4020	–
Масса, кг	9500	13 000
Дорожный просвет, мм	670	620
Максимальная скорость, км/ч	0–12	25
Колесная формула	4K4	8K8

Таблица П1.51

Техническая характеристика рубительной машины МРН-1

Показатель	Значение показателя
Наибольший размер перерабатываемых отходов в комплекте (или отдельных сучьев), мм	100
Производительность, м ³ /ч	До 9,5
Частота вращения ротора, об/мин	1000
Масса, кг	770
Потребляемая мощность, кВт	37
Размеры получаемой щепы (длина/толщина), мм, не более	10–60/37

Таблица П1.52

Техническая характеристика рубительных машин

Показатель	МР-25	МР-40	МР-100	АМКОДОР 2904-02
Привод барабана	От ВОМ	Двигатель 156 кВт	Двигатель 223 кВт	Двигатель 390 кВт
Энергетическое средство	БЕЛАРУС МУЛ-1221-03	Полуприцеп ПМ-10-05	БЕЛАРУС ТР 1221	Шасси АМКОДОР
Производительность машины, м ³ /ч	25	40	100	230
Эксплуатационная масса, кг	17 500 ± 100	11 700 ± 300	20 450 ± 300	28 000
Размер перерабатываемого материала, см	36	45	45	56

Таблица П1.53

**Значения коэффициентов сопротивления
на передвижения f_k и сцепления ϕ тракторов**

Почва и условия движения	Колесные тракторы		Гусеничные тракторы	
	f_k	ϕ	f_k	ϕ
Песок*	0,16–0,20	0,3–0,4	0,10–0,15	0,4–0,5
Супесь*	0,04–0,18	0,4–0,7	0,07–0,12	0,6–1,0
Суглинок*	0,12–0,20	0,5–0,7	0,08–0,15	0,7–0,8
Суглинок тяжелый*	0,03–0,20	0,7–0,8	0,07–0,15	0,9–1,0
Сухая, грунтовая дорога	0,05–0,06	0,6–0,8	0,05–0,07	0,9–1,1
Грунтовая дорога после дождя	0,05–0,15	0,2–0,4	0,06–0,10	0,7–0,8
Целина	0,05–0,07	0,7–0,9	0,06–0,07	1,0–1,2
Стерня зерновых	0,08–0,10	0,6–0,8	0,06–0,08	0,8–1,0
Вспаханное поле	0,12–0,18	0,4–0,7	0,08–0,10	0,6–0,8
Поле под посевы	0,15–0,18	0,4–0,6	0,09–0,12	0,6–0,7
Снежная дорога (укатанная)	0,03–0,04	0,3–0,4	0,06–0,07	0,6–0,8
Вырубка неочищенная	0,12–0,25	0,4–0,7	0,12–0,20	0,5–0,7

*Нижний предел – для сухой, а верхний – для влажной почвы.

Таблица П1.54

Значения коэффициента трения металла о почву при вспашке

Тип почвы	Влажность почвы, %	Значение $f_{т.м}$
Супесчаная рыхлая	3,0–5,5	0,25–0,26
Супесчаная связная	6,6–7,7	0,35–0,70
Суглинок легкий и средний	5,0–13,0	0,35–0,50
Лесная глинистая	11,0	0,50–0,86

Таблица П1.55

Примерные значения коэффициента буксования тракторов

Загрузка трактора η	Коэффициент буксования δ	
	колесного трактора	гусеничного трактора
0,20	0,03	0,005
0,20–0,40	0,03–0,07	0,005–0,010
0,40–0,60	0,07–0,12	0,010–0,020
0,60–0,80	0,12–0,16	0,020–0,030
0,80–0,90	0,16–0,20	0,030–0,040
0,90–1,00	0,21–0,25	0,040–0,045

Таблица П1.56

Значения коэффициентов использования тягового усилия колесных тракторов

Наименование работ	Коэффициент использования тягового усилия трактора
Почвообработка	0,95
Посев и посадка культур	0,90
Агротехнический уход за посевами	0,90
Внесение удобрений	0,80

Окончание табл. П1.56

Наименование работ	Коэффициент использования тягового усилия трактора
Выкопка культур, рыхление почвы	0,80
Транспортировка грузов	0,65

Таблица П1.57

Удельное сопротивление лемешных плугов при вспашке

Тип почвы	Значение $K_{п1}$, кН/м ² , в зависимости от глубины вспашки, см		
	20–25	25–40	41–70
Легкие (песчаные и супеси)	20–35	25–35	35–45
Средние (средние суглинки)	36–55	40–60	50–85
Тяжелые (тяжелые суглинки)	56–70	61–90	100–130
Весьма тяжелые (сухие глинистые)	71–90	91–100	131–150

Таблица П1.58

Удельное сопротивление лесных плугов при обработке раскорчеванных лесосек

Тип почвы	Значение $K_{п2}$, кН/м ²
Легкие супесчаные	50–64
Песчаные среднезадернелые	60–70
Суглинистые среднезадернелые	65–86
Серые лесные среднесуглинистые	71–80
Сильно задернелые суглинистые	80–90
Тяжелые суглинки	100–130

Таблица П1.59

Удельное сопротивление лесных двухотвальных плугов

Глубина вспашки, см	Значение $K_{п2}$, кН/м ²				
	На открытой залежи	На старой вырубке	На свежих нераскорчеванных вырубках с количеством пней на 1 га		
			201–400	401–600	более 600
10	55	65	71	82	85
15	58	68	82	100	113
20	64	70	100	115	116
25	69	77	114	132	133

Таблица П1.60

Удельное сопротивление лесопосадочных машин

Тип почвы	Значение $K_{лм}$, Н/см, при глубине хода сошника, см	
	до 25	25–40
Легкие песчаные и супесчаные	2,5–4,0	3,0–4,0
Средние суглинистые	4,1–6,0	4,1–6,5
Тяжелые глинистые	6,1–7,5	6,6–9,5
Очень тяжелые глинистые	7,6–9,5	9,6–10,5

Таблица П1.61

Удельное сопротивление почвы для машин и орудий

Машины и орудия	K_o , кН/м
Легкие дисковые бороны	1,9–3,0
Тяжелые дисковые бороны	4,0–7,0
Дисковые культиваторы	2,2–4,0
Лапчатые культиваторы с полольными лапами на глубину:	
– 8 см	0,8–1,3
– 12 см	1,1–1,7
Лапчатые культиваторы с рыхлительными лапами на глубину:	
– 8–12 см	1,8–2,3
– 14–16 см	3,0–3,8
– 18–20 см	3,8–4,0
Гладкие катки	0,6–1,2
Вычесыватели корней и камней (на глубине до 30 см)	8,0
Культиваторы для междурядной обработки (ширина лапы 25–33 см)	1,4–1,8

Таблица П1.62

Характеристика грунтов

Тип почвы	Коэффициент пористости	Объемный вес, кН/м ³
Торф	–	5,5–10,2
Песок, супесь	0,5–1,0	15–20
Суглинок	0,5–1,0	16–21

Таблица П1.63

Удельное сопротивление резания $k_{рез}$ при обработке лесной почвы фрезерными машинами

Тип ножа, условия обработки	Тип почвы*	Подача на нож (шаг фрезы) S , см	Ширина стружки b , см	$k_{рез}$, кН/м ²
Долотообразный, рыхляющий нож, глубина обработки почвы 16 см, влажность 18%	Супесь	2,5	9,0	109
		5,0		89
		7,5		68
		10,0		64
	Тяжелая супесь	6,0	9,0	115
		9,0		89
Г-образный нож, глубина обработки почвы 10–12 см, влажность до 23%	Суглинок	5,2	6,3	163
	Тяжелый суглинок	4,0	5,5	171
			9,0	137

*Почвы с удельным сопротивлением до 30 кН/м² являются легкими, при 30–50 кН/м² – средними, при 50–70 кН/м² – среднетяжелыми; при 70–120 кН/м² – тяжелыми.

При наличии пней и корневой древесины $k_{рез} = 300–2200$ кН/м². Удельное сопротивление зависит от плотности древесины: для мягколиственных пород – 2000–2500 кН/м²; для твердолиственных пород – 2500–3000 кН/м².

Плотность обычной почвы $\rho = 1,0–1,1$ г/см³. При $\rho = 1,2$ г/см³ почва считается уплотненной, при $\rho = 1,3–1,4$ г/см³ – сильно уплотненной.

Таблица П1.64

Рекомендуемые скорости движения МТА

Виды операций	Скорость, км/ч
Вспашка открытых площадей плугами общего назначения	5,0–7,5
Вспашка на открытых площадях скоростными плугами	8,0–12,0
Вспашка (обработка почвы) на нераскорчеванной вырубке	2,0–3,0
Обработка почвы на раскорчеванной и очищенной вырубке	3,0–5,0
Дискование почвы на открытых площадях	4,0–10,0
Уход за лесными культурами	4,0–6,0
Сплошная культивация	6,0–9,0
Посадка	1,8–3,5
Опрыскивание	5,0–7,0
Посев	4,0–5,0
Внесение удобрений	7,0–10,0
Фрезерная обработка на лесосеке	2,0–3,0
Расчистка участка от порубочных остатков	2,0–3,0
Трелевка древесины	4,0–8,0

Таблица П1.65

Скорости движения и тяговые усилия колесных тракторов

Рабочая передача	Значения расчетной скорости (числитель), км/ч, и номинального тягового усилия (знаменатель), кН, для различных марок тракторов		
	Т-25А	БЕЛАРУС-320	БЕЛАРУС-572
I	$\frac{6,4}{7,74}$	$\frac{5,51}{7,0}$	$\frac{2,5}{14,0}$
II	$\frac{8,1}{5,76}$	$\frac{7,0}{5,9}$	$\frac{3,2}{14,0}$
III	$\frac{9,4}{4,7}$	$\frac{8,6}{4,5}$	$\frac{4,2}{14,0}$
IV	$\frac{11,9}{3,38}$	$\frac{10,2}{3,49}$	$\frac{5,3}{13,8}$
V	$\frac{14,9}{2,36}$	$\frac{16,4}{2,35}$	$\frac{6,5}{11,8}$
VI	$\frac{21,9}{1,06}$	$\frac{23,2}{1,41}$	$\frac{7,9}{9,8}$

Таблица П1.66

Тяговые усилия и скорости движения колесных тракторов марки БЕЛАРУС

Рабочая передача	Значения расчетных тяговых усилий (числитель) $P_{кр}$, кН, и скорости движения (знаменатель) v , км/ч, на передачах					
	ТЛ-120*	МУЛ-122.1	МУЛ-82	82Р	82К	МУП-82.1
I	$\frac{22,1}{3,5}$	$\frac{22,5}{2,1}$	$\frac{16,5}{1,89}$	$\frac{15,0}{2,05}$	$\frac{15,0}{2,40}$	$\frac{14,0}{1,89}$
II	$\frac{21,1}{4,8}$	$\frac{22,5}{4,26}$	$\frac{16,5}{4,26}$	$\frac{15,0}{3,49}$	$\frac{15,0}{4,26}$	$\frac{14,0}{3,22}$

Рабочая передача	Значения расчетных тяговых усилий (числитель) $P_{кр}$, кН, и скорости движения (знаменатель) v , км/ч, на передачах					
	ТЛ-120*	МУЛ-122.1	МУЛ-82	82Р	82К	МУП-82.1
III	$\frac{17,90}{7,25}$	$\frac{22,5}{7,6}$	$\frac{16,5}{7,24}$	$\frac{15,0}{5,93}$	$\frac{15,0}{7,24}$	$\frac{14,0}{5,48}$
IV	$\frac{15,0}{8,9}$	$\frac{22,5}{9,0}$	$\frac{16,5}{8,9}$	$\frac{14,0}{7,28}$	$\frac{15,0}{8,9}$	$\frac{14,0}{6,73}$
V	$\frac{13,1}{11,1}$	$\frac{21,9}{11,1}$	$\frac{13,5}{10,54}$	$\frac{12,5}{8,63}$	$\frac{12,5}{10,54}$	$\frac{11,5}{7,97}$
VI	$\frac{11,0}{19,0}$	$\frac{20,0}{19,0}$	$\frac{11,5}{12,33}$	$\frac{10,5}{10,10}$	$\frac{10,5}{12,33}$	$\frac{9,5}{9,33}$
VII	$\frac{9,7}{24,5}$	$\frac{15,0}{24,5}$	$\frac{9,5}{15,15}$	$\frac{9,5}{12,40}$	$\frac{9,5}{15,15}$	$\frac{7,5}{11,47}$

* С редуктором и ходоуменьшителем.

Таблица П1.67

**Краткая техническая характеристика тракторов марки БЕЛАРУС,
используемых для механизации работ в питомническом хозяйстве**

Показатель	МУП-215	МУП-320	МУП-422	МУП-622	МУП-821	МУП-921	МУП-921.3
Номинальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	16 (22)	24,6 (33,5)	32,2 (43,8)	41,0 (55,8)	60 (81)	65 (90)	70 (95)
Тяговый класс	0,2	0,6	0,9	0,9	1,4	1,4	1,4
Диапазоны скоростей, км/ч:							
– вперед	1,0–25,0	1,0–25,2	1,0–25,4	1,2–29,0	1,8–26,0	2,4–35,0	2,4–35,0
– назад	1,8–13,4	1,8–13,3	1,8–13,4	2,1–15,5	4,1–7,0	5,1–11,5	5,1–11,5
База трактора, мм	1595	1700	1830	2100	2370	2370	2370
Агротехнический просвет, мм	340	435	435	520	265	355	360
Минимальный радиус поворота, м	2,5	3,7	3,7	3,8	3,6	3,6	3,6
Габаритные размеры, мм:							
– длина	2900	2900	3250	3500	3970	3970	3970
– ширина	1230	1530	1570	1570	1460	1560	1660
– высота	2190	2170	2260	2285	2290	2375	2380
Колея передних/задних колес, мм	1,06–1,21/ 1,00–1,16	1,26–1,41/ 1,25–1,40	1,26–1,41/ 1,25–1,40	1,39–1,53/ 1,41–1,51	1,25–1,40/ 1,24–1,50	1,25–1,45/ 1,24–1,58	1,30–1,60/ 1,30–1,66
Грузоподъемность навесной системы (задняя), кгс	–	850	1100	1500	3400	3400	3400
Удельный расход топлива, г/(кВт · ч)	–	285	295	293	235	226	229
Эксплуатационная масса трактора, кг	1200	1375 ± 50	2200	2500	3660	3780	3870
Цена, тыс. долл. США (без НДС)	–	12,5	13,0	16,0	43,4	44,3	44,8

**Краткая техническая характеристика тракторов марки БЕЛАРУС,
используемых для механизации работ в лесном хозяйстве**

Показатель	МУП-82.1	МУЛ-82	МУП-921	ТЛ-120*	МУП-1021	МУЛ-122	МУП-122.1	МУП-1523
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	59,6 (81)	60 (81)	65 (90)	90 (120)	77 (105)	95,6	96 (130)	115 (156)
Тяговый класс	1,4	1,4	1,4	2	2	2	2	3
Диапазоны скоростей, км/ч:								
– вперед	2,39–34,30	1,89–20,40	0,47–35,00	3,5–38,5	2,6–37,5	2,1–24,5	2,1–33,8	1,73–32,00
– назад	4,1–9,2	3,98–8,97	1,25–7,00	7,4–12,8	5,4–12,3	3,98–8,97	4,0–15,8	2,7–15,5
– с ходоуменьшителем (вперед-назад)	0,8–1,7 (под заказ)			0,8–1,7	0,8–1,7 (под заказ)			
База трактора, мм	2450	2450	2370	2684 ± 30	2445	2800	2760	2520
Агротехнический просвет, мм	570	435	355	355 ± 10	450	370	465	465
Минимальный радиус поворота, м	4,1	4,5	3,6	6,4	4,4	5,5	5,4	5,5
Габаритные размеры, мм:								
– длина	3930	4500	3970	5240 ± 30	4190	4690	4500	4750
– ширина	1970	2150	1560	2450 ± 30	2250	2300	2250	2250
– высота	2785	2950	2375	3080 ± 30	2870	2950	2850	3000
Колея передних/задних колес, м	1,40–1,80/ 1,40–2,10	1,54–2,09/ 1,50–2,10	1,25–1,45/ 1,25–1,59	1,98 ± 0,20	1,42–2,06/ 1,46–2,40	1,85/ 1,95	1,54–2,00/ 1,53–2,15	1,61–2,15/ 1,80–2,44
Грузоподъемность навесной системы (передняя/задняя), кН	18	35	34	12/11	43	43	43	70
Удельный расход топлива при номинальной мощности (с задним ВОМ), г/(кВт · ч)	240	235	226	245 (290)	229	233	240	249
Эксплуатационная масса трактора, кг	3665	4980	3780	6430 ± 100	5190	5800	5300	6300

* С ходоуменьшителем.

Таблица П1.69

Часовой расход топлива на разных режимах работы, кг/ч

Марка трактора	q_p	q_x	q_o
БЕЛАРУС-2202.1; БЕЛАРУС-3502	20,5–25,0	9,5–13,5	2,6
БЕЛАРУС-1502-01	11,0–13,3	5,8–8,0	1,5
БЕЛАРУС-122.1	9,6–12,5	5,8–8,0	1,2
БЕЛАРУС-82.1; БЕЛАРУС ТЛ-120	8,2–11,0	5,0–7,0	1,2
ЛТЗ-55	8,5–10,7	4,5–6,3	1,5
Т-25А; БЕЛАРУС-320	3,1–4,3	1,8–2,8	0,8

Таблица П1.70

Норма расхода смазочных масел и других видов ГСМ

Марка трактора	Норма расхода ГСМ, %, к израсходованному топливу, кг				
	Моторные масла групп Б ₂ , В ₂ , Г ₂		Трансмиссионные тракторные масла	Индустриальные, веретенные и другие масла	Консистентная смазка
	всего	двигатель			
БЕЛАРУС-2202.1	4,5	3,5	0,9	0,1	0,8
БЕЛАРУС-1502-01	3,9	1,9	0,4	0,2	0,8
БЕЛАРУС-122.1	4,4	3,1	1,2	0,1	0,8
БЕЛАРУС-82.1	3,8	2,5	1,1	0,1	0,8
ЛТЗ-55	4,5	2,5	1,1	0,1	0,8
Т-25А; БЕЛАРУС-320	4,5	2,5	0,8	—	0,8

Таблица П1.71

Плотность некоторых видов материалов, автомобильного, дизельного топлива и смазочных масел при +20°C

Вид материалов, топлива и ГСМ	Плотность ρ , г/см ³
Дуб свежесрубленный	0,77–1,28
Сосна свежесрубленная	0,40–1,10
Сосна сухая	0,31–0,76
Грунт глинистый	1,30–2,50
Песок сухой	1,40–1,60
Песок влажный	1,90–2,00
Семена хвойных пород	0,519
Семена липы	0,291
Автомобильный бензин	0,709–0,725
Дизельное топливо	0,820–0,860
Автомобильные масла	0,890–0,915
Дизельные масла	0,890–0,910
Трансмиссионные масла	0,910–0,920
Индустриальные масла	0,892–0,898
Масла для коробок передач и рулевых механизмов	0,930–0,940

Примерное число рабочих дней по технологическим операциям

Наименование операции	Число рабочих дней
Внесение органических и минеральных удобрений	1–10
Вспашка плугами общего назначения	5–15
Вспашка плугами специального назначения	20–40
Боронование	5–15
Культивация в отделениях питомника	До 15
Культивация лесных культур	До 30
Посев семян, посадка сеянцев	До 15
Посадка лесных культур	До 20
Химические уходы	До 10
Выкопка посадочного материала	5–10
Срезание кустарника, полосная корчевка и расчистка	20–50
Нарезка террас	20–60
Заравнивание ям, срезание кочек бульдозером	40–50
Фрезерование почв	20–40
Заготовка шишек и семян	40–120
Рубки ухода за лесом	40–120

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

1. Схемы обработки почвы и посева, посадки культур

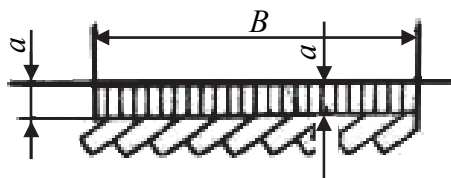


Рис. П2.1. Схема дискования почвы после вспашки

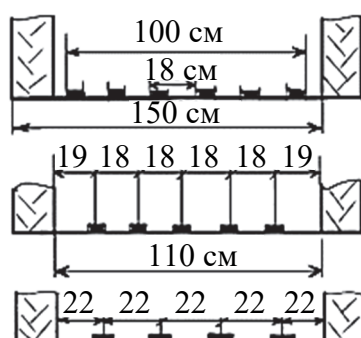


Рис. П2.2. Схема посева в питомнике

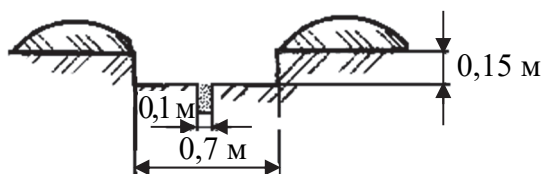


Рис. П2.3. Схема обработки почвы плугом Л-134

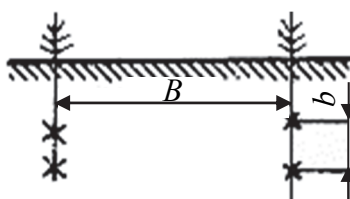


Рис. П2.4. Схема посадки без обработки почвы

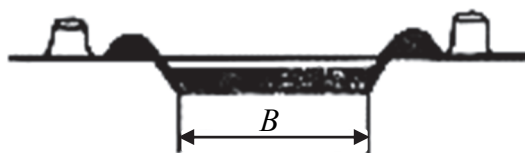


Рис. П2.5. Схема полосной обработки почвы



Рис. П2.6. Схема посадки по пластам

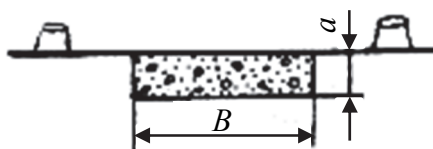


Рис. П2.7. Схема минерализации полосы фрезой

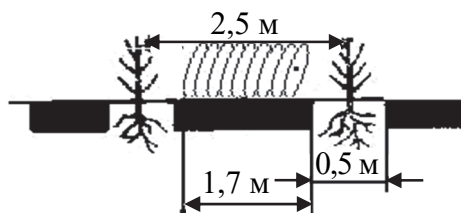


Рис. П2.8. Схема агротехнического ухода дисковой бороной

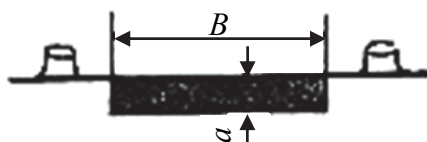


Рис. П2.9. Схема культивации (боронования) полосы

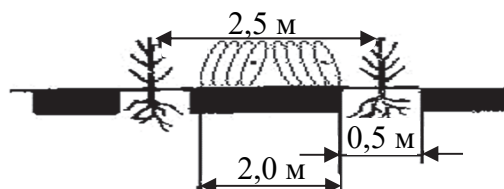


Рис. П2.10. Схема агротехнических уходов в междурядье культур

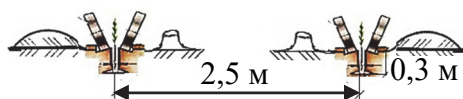


Рис. П2.11. Схема обработки почвы и посадки на вырубке

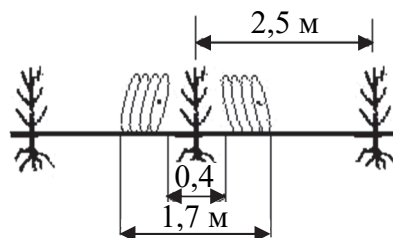


Рис. П2.12. Схема агротехнического ухода седланием ряда

2. Схемы рубок ухода

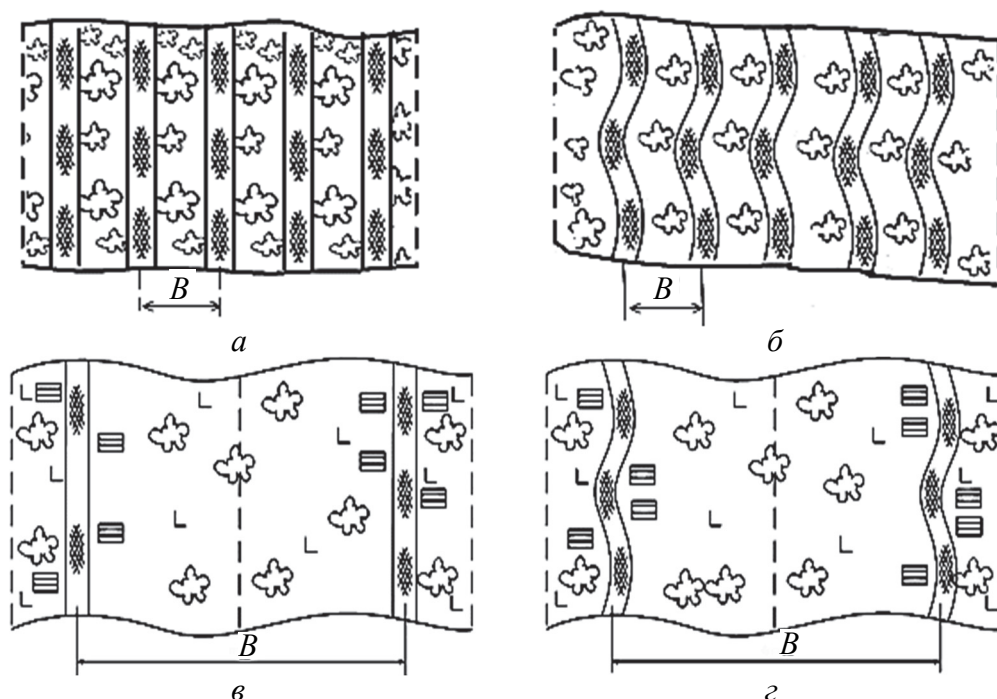


Рис. П2.13. Схемы разработки пасек при рубках ухода:

а – при линейных осветлениях и прочистках с измельчением древесины на прямолинейных коридорах; *б* – при линейных осветлениях и прочистках с измельчением древесины на криволинейных коридорах; *в* – с прямолинейным коридором при прореживаниях и проходных рубках с заготовкой сортиментов; *г* – с криволинейным коридором при прореживаниях и проходных рубках

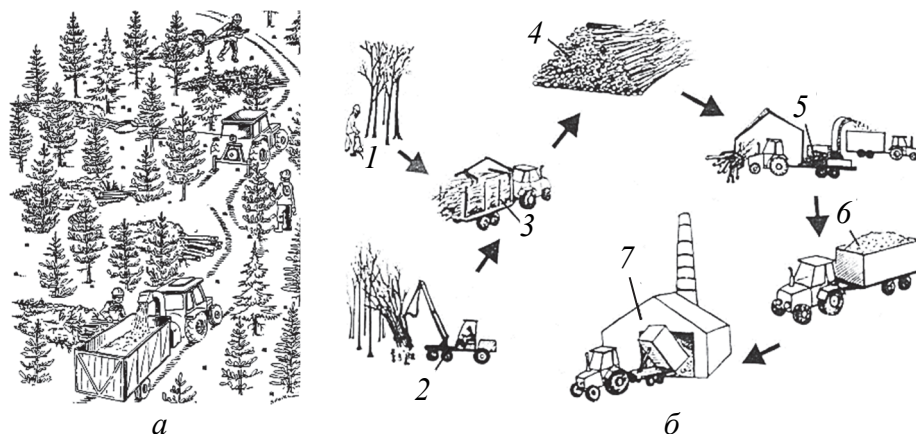


Рис. П2.14. Производство топливной щепы на лесосеке (*а*)

или погрузочной площадке (*б*) из маломерных деревьев:

1 – заготовка древесного сырья мотоинструментом; *2* – заготовка хвороста валочно-пакетирующей машиной (харвестером); *3* – сбор и трелевка хвороста на склад *4*; *5* – измельчение древесного сырья в топливную щепу; *6* – перевозка топливной щепы потребителю; *7* – миниТЭЦ

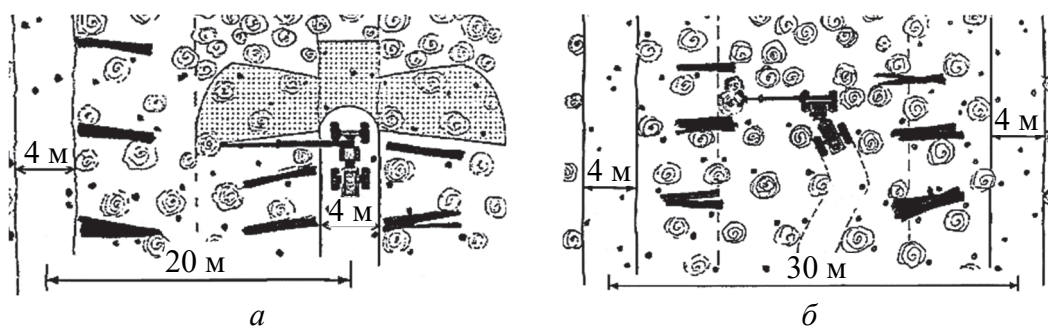


Рис. П2.15. Схема работы харвестера:
a – при расстоянии между волоками 20 м;
б – при расстоянии между волоками более 20 м

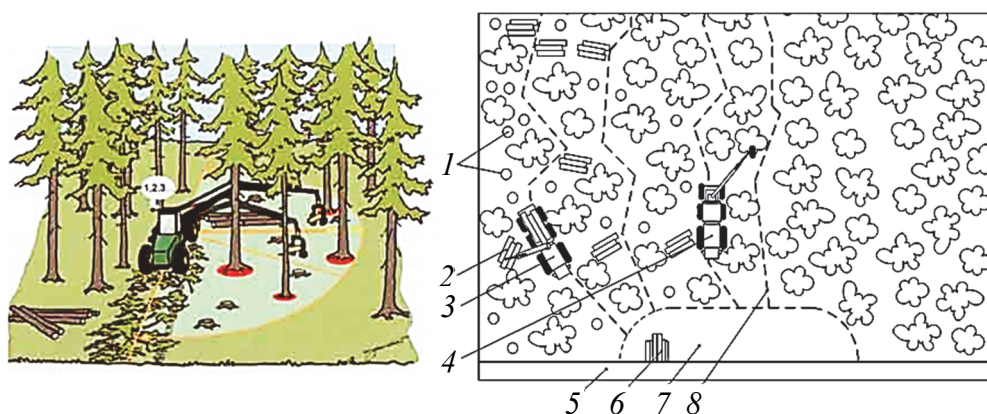


Рис. П2.16. Беспасечная технология разработки
лесосеки при рубках ухода системой машин:
1 – пни; 2 – пачка сортиментов; 3 – форвардер; 4 – харвестер;
5 – лесовозный ус (дорога); 6 – склад сортиментов;
7 – погрузочная площадка; 8 – граница движения машин

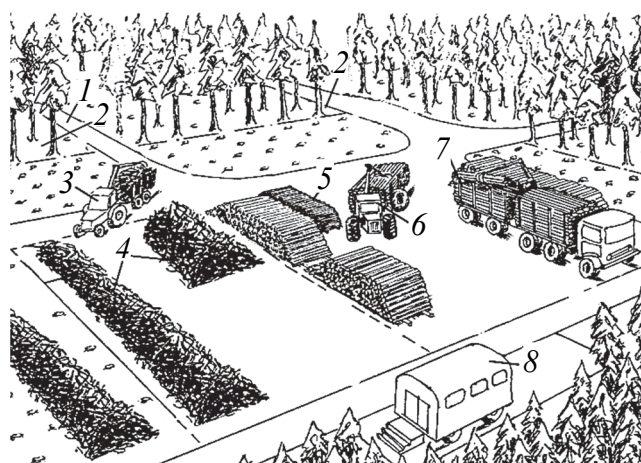


Рис. П2.17. Схема заготовки сортиментов и лесосечных отходов:
1 – технологический коридор (волоки); 2 – пасека; 3 – транспортировщик
лесосечных отходов ОПЛ; 4 – склад порубочных остатков; 5 – склад
сортиментов; 6 – форвардер; 7 – сортиментовоз; 8 – мастерский пункт

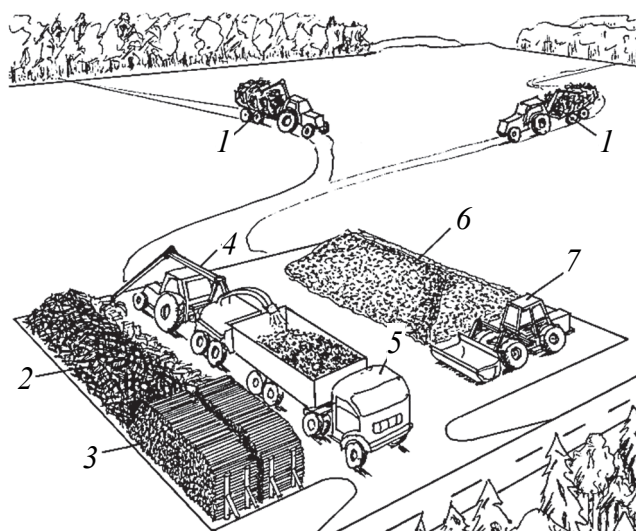


Рис. П2.18. Схема работы рубильной машины на погрузочной площадке:

- 1 – транспортировщик лесосечных отходов ОПЛ М;
 2 – склад порубочных остатков; 3 – склад сортиментов;
 4 – рубильная машина; 5 – автомобиль-щеповоз;
 6 – склад топливной щепы; 7 – фронтальный погрузчик

ЛИТЕРАТУРА

1. ЭУМК. Механизация лесохозяйственных работ [Электронный ресурс] // СДО. – Режим доступа: <https://dist.belstu.by/course/view.php?id=402>. – Дата доступа: 09.09.2024.
2. Асмоловский, М. К. Механизация лесного и садово-паркового хозяйства: учеб. пособие / М. К. Асмоловский, В. Н. Лой, А. В. Жуков. – Минск: БГТУ, 2004. – 506 с.
3. Механизация лесохозяйственных работ. Тракторы и автомобили: учеб. пособие / М. К. Асмоловский, А. Р. Гороновский, В. Н. Лой, С. П. Мохов. – Минск: БГТУ, 2007. – 254 с.
4. Асмоловский, М. К. Механизация лесохозяйственных работ: учеб. пособие / М. К. Асмоловский, С. Н. Пищов. – Минск: РИПО, 2013. – 300 с.
5. Асмоловский, М. К. Механизация лесного хозяйства: учеб. пособие / М. К. Асмоловский, С. Е. Арико, С. А. Голякевич. – Минск: РИПО, 2020. – 355 с.
6. Асмоловский, М. К. Механизация лесохозяйственных работ. Курсовое проектирование: учеб.-метод. пособие / М. К. Асмоловский, В. В. Носников. – Минск: БГТУ, 2014. – 121 с.
7. Герман, А. А. Лесные машины «Амкодор»: учеб.-метод. пособие / А. А. Герман, П. А. Протас, А. С. Федоренчик. – Минск: БГТУ, 2013. – 239 с.
8. Винокуров, В. Н. Система машин в лесном хозяйстве: учебник для вузов / В. Н. Винокуров, Н. В. Еремин; под ред. В. Н. Винокурова. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 320 с.
9. Перспективные направления технологии и механизации лесозаготовительных и лесохозяйственных работ: учеб. пособие / И. М. Бартенев, М. В. Драпалюк, В. И. Казаков, П. И. Попиков. – Воронеж: ВГЛТУ, 2014. – 132 с.
10. Положение о курсовом проекте (курсовой работе) учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»: утв. 10.05.2024. – Минск: БГТУ, 2024. – 42 с.
11. Правила лесовосстановления и лесоразведения [Электронный ресурс]: утв. и введены постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 3 авг. 2022 г., № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W02441127p>. – Дата доступа: 18.09.2024.
12. Правила рубок леса в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: утв. и введены постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21631584>. – Дата доступа: 15.09.2024.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	6
1. ПРОЕКТ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТ В ПИТОМНИКЕ.....	6
1.1. Характеристика участка объекта проектирования.....	6
1.2. Выбор и обоснование технологии работ в питомнике	6
1.2.1. Технология работ в посевном отделении.....	7
1.2.2. Технология работ в школьном отделении.....	8
1.3. Методика расчета машинно-тракторных агрегатов.....	9
1.3.1. Методика расчетов агрегатов по силовому балансу	9
1.3.2. Тягово-эксплуатационные расчеты агрегатов в питомнике	12
2. ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ, ВРЕДИТЕЛЕЙ, СОРНЯКОВ	21
2.1. Характеристика участка объекта проектирования.....	21
2.2. Выбор и обоснование технологии работ	22
2.3. Расчеты по комплектованию агрегатов для опрыскивания	22
3. ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ.....	25
3.1. Характеристика участка объекта проектирования.....	25
3.2. Выбор и обоснование технологии создания лесных культур	25
3.2.1. Лесоразведение на сельскохозяйственных землях.....	26
3.2.2. Лесовосстановление вырубок и гарей	27
3.2.3. Лесоразведение на землях, нарушенных добычей нерудных ископаемых, и на овражно-балочных склонах	30
3.2.4. Технологический комплекс машин и орудий для лесоразведения на выработанных торфяниках и осушенных болотах	32
3.3. Комплектование машинно-тракторных агрегатов по балансу мощности и силовому балансу	33

3.3.1. Методика расчета МТА по балансу мощности	33
3.3.2. Методика расчета МТА по силовому балансу.....	39
4. КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ	48
4.1. Характеристика участка объекта проектирования.....	48
4.2. Выбор и обоснование технологий с описанием конструкций машин.....	48
4.2.1. Технологии осветлений и прочисток.....	49
4.2.2. Технологии прореживаний и проходных рубок.....	51
4.3. Эксплуатационные расчеты агрегатов для рубок промежуточного пользования	53
4.4. Эксплуатационные расчеты агрегатов для рубок в молодняках	60
5. ВЫБОР СПОСОБА ДВИЖЕНИЯ АГРЕГАТА И ПОДГОТОВКА УЧАСТКА	62
6. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ.....	66
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМЫХ ЗАТРАТ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ РАБОТЫ	68
8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА.....	70
9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ И ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	71
10. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	71
11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	103
ЛИТЕРАТУРА	108

Учебное издание

Асмоловский Михаил Корнеевич
Граник Александр Михайлович

**МЕХАНИЗАЦИЯ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. С. Ватеичкина*
Компьютерная верстка *П. В. Ковальцова*
Дизайн обложки *П. В. Ковальцова*
Корректор *Е. С. Ватеичкина*

Подписано в печать 20.02.2026. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 6,4. Уч.-изд. л. 6,7.
Тираж 120 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.