

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

Т. А. Колодий, П. В. Колодий

**МЕХАНИЗАЦИЯ  
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ:  
ПОДГОТОВКА К КУРСОВОМУ  
ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Практическое руководство

для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2015

УДК 630\*307(076)  
ББК 43.43я73 + 43.904.5я73  
К 61

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук А. Н. Переволоцкий  
кандидат сельскохозяйственных наук П. И. Волович;

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
учреждения образования «Гомельский государственный  
университет имени Франциска Скорины»

**Колодий, Т. А.**

К 61           Механизация лесохозяйственных работ : подготовка к курсо-  
вому проектированию : практическое руководство / Т. А. Колодий,  
П. В. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скори-  
ны. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 39 с.  
ISBN 978-985-439-945-4

В практическом руководстве дано примерное содержание курсового проекта и приведены методики выбора технологического процесса лесохозяйственных работ; определения эффективной системы машин и механизмов для выполнения основных работ по запроектированной технологии; расчета режима работы, сменной производительности машин и механизмов, потребности в основном оборудовании и рабочей силе для выполнения заданного объема работ; расчета потребности в топливно-смазочных материалах; составления расчетно-технологической карты на лесокультурные работы и графика машиноиспользования. Изложены требования к оформлению пояснительной записки и графической части курсового проекта.

Адресовано студентам специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» и призвано оказать им помощь в выполнении всех разделов курсового проекта.

УДК 630\*307(076)  
ББК 43.43я73 + 43.904.5я73

**ISBN 978-985-439-945-4**

© Колодий Т. А. Колодий П. В., 2015  
© УО «Гомельский государственный  
университет имени Франциска  
Скорины», 2015

# Содержание

Предисловие .....	4
1 Общее содержание курсового проекта .....	5
2 Оформление курсового проекта .....	7
2.1 Требования к пояснительной записке .....	7
2.2 Требования к графическому материалу .....	8
2.3 Защита курсового проекта .....	9
3 Структура курсового проекта .....	10
3.1 Характеристика условий выполнения работ .....	10
3.2 Посевной (посадочный) материал .....	12
3.3 Технология выполнения работ .....	12
3.4 Подбор системы машин .....	16
3.5 Характеристика машин .....	16
3.6 Расчет тяговых сопротивлений основных машин .....	17
3.6.1 Расчет тяговых усилий рабочих машин .....	17
3.6.2 Расчет потребной мощности рабочих машин с актив- ным приводом .....	22
3.6.3 Мероприятия, снижающие вредные сопротивления машин .....	26
3.7 Выбор скорости и рабочей передачи .....	26
3.8 Расчет потребности в машинах, топливно-смазочных и посевном (посадочном) материалах .....	27
3.8.1 Расчет производительности агрегатов .....	27
3.8.2 Определение потребного количества машин .....	28
3.8.3 Расчет топливно-смазочных материалов .....	29
3.8.4 Расчет посевного (посадочного) материала .....	31
3.8.5 Расчетно-технологическая карта .....	32
3.9 Организация технического обслуживания машин и оборудования .....	34
3.9.1 Техническое обслуживание тракторов .....	34
3.9.2 Техническое обслуживание лесохозяйственных машин	34
3.9.3 Построение графика машиноиспользования .....	35
3.10 Техника безопасности при эксплуатации машин .....	37
Литература .....	38

## Предисловие

Одним из важнейших условий для осуществления намеченных мероприятий по лесному хозяйству является внедрение комплексной механизации во все основные и вспомогательные процессы лесохозяйственного и лесокультурного производства. Особенно большое значение имеет механизация наиболее тяжелых и трудоемких работ, к которым могут быть отнесены прежде всего: подготовка почвы под лесные культуры, мелиорация лесных площадей, расчистка площадей от кустарников и деревьев, уборка порубочных остатков, посев и посадка леса по вырубкам и гарям, сбор и обработка семян древесно-кустарниковых пород и т. п.

Большое значение имеет правильный выбор тяговых и навесных машин и рациональное использование машинно-тракторных агрегатов, что зависит главным образом от квалификации инженерно-технических кадров, работающих в лесном хозяйстве.

В настоящее время в лесном хозяйстве эксплуатируются тысячи тракторов, технологических машин орудий и механизмов, парк лесхозов все время пополняется новыми, более совершенными агрегатами. Поэтому глубокое изучение применяемой в лесном хозяйстве техники является крайне необходимым как для студентов всех форм обучения, так и для специалистов, работающих в лесном хозяйстве.

Выполнение курсового проекта по дисциплине «Механизация лесохозяйственных работ» является заключительным этапом в изучении данной дисциплины. Студенты выполняют курсовой проект по индивидуальным заданиям. Целью курсового проектирования является закрепление полученных знаний по этой дисциплине на лекциях, практических и лабораторных занятиях, а также приобретение навыков самостоятельной работы в проектировании технологии, механизации и организации лесохозяйственных работ. Запроектированные технология и механизация работ должны быть ресурсо- и энергосберегающими.

Курсовой проект должен содержать также элементы научных исследований, что позволит углубить знания студентов в теории, устройстве и эксплуатации техники на предприятиях лесного хозяйства, освоить новые, прогрессивные механизированные методы выполнения технологических операций по всем видам лесохозяйственной деятельности.

# 1 Общее содержание курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки общим объемом 50–60 страниц машинописного или рукописного текста и графической части. Пояснительная записка должна включать в себя титульный лист [1, с. 6], задание на курсовой проект, реферат, содержание, введение, разделы проекта, заключение, список использованных источников и приложения (при необходимости).

**Задание по курсовому проекту** составляется научным руководителем в двух экземплярах и утверждается заведующим кафедрой. Один экземпляр задания выдается студенту, другой – хранится на кафедре. В задании руководитель четко формулирует название темы курсового проекта и характеристики, определяющие объем и содержание самого проекта, а также сроки выполнения проекта [1, с. 7].

**Реферат** – сокращенное изложение содержания курсового проекта с основными фактическими сведениями и выводами. Реферат содержит [1, с. 8]:

- сведения о полном объеме пояснительной записки, количестве таблиц, иллюстраций, использованных источников, приложений;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Перечень ключевых слов включает от 5 до 15 слов или словосочетаний, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводят в именительном падеже и печатают прописными буквами в строку через запятые.

В тексте реферата приводятся сведения об объекте изучения или исследования, цели курсового проекта, методике исследования, основных технико-эксплуатационных характеристиках объекта изучения. Приводятся краткие результаты работы и их новизна, а также возможная область применения результатов проектирования.

Если курсовой проект не содержит сведений по какой-либо из перечисленных структурных частей реферата, то в тексте реферата ее опускают, сохраняя последовательность изложения.

Оптимальный объем текста реферата – 850 печатных знаков, но не более одной страницы машинописного текста.

**Содержание** курсового проекта размещают после реферата с новой страницы. Оно включает в себя наименования структурных эле-

ментов, порядковые номера и заголовки разделов, подразделов (при необходимости – пунктов) всех структурных частей курсового проекта, обозначения и заголовки её приложений (при наличии приложений) с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала соответствующей части проекта.

Во **введении** студент должен указать роль и значение механизации лесного хозяйства, задачи повышения эффективности лесохозяйственного производства, пути решения этих задач и цель проекта.

В **заключении** в краткой форме описываются основные результаты по курсовому проекту, подтверждающие целесообразность и эффективность запланированных мероприятий.

**Список использованных источников** содержит сведения о литературных и электронных источниках, использованных при написании курсового проекта. Источники располагают в порядке появления ссылок по тексту курсового проекта и нумеруют арабскими цифрами без точки. Сведения об источниках, включенных в список, приводят в соответствии с требованиями с ГОСТ 7.1–2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» (примеры оформления источников см. [1, с. 9–12]).

## **2 Оформление курсового проекта**

### **2.1 Требования к пояснительной записке**

Пояснительная записка оформляется на стандартных листах размером 210×297 мм (формат А4), соблюдая следующие параметры полей: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 15 мм, нижнее – не менее 20 мм. При компьютерном наборе печать текста производят через одинарный междустрочный интервал шрифтом 14 пунктов Times New Roman. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту курсового проекта – 1,25 см.

Страницы курсового проекта нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту работы. Номер страницы проставляют в центре нижнего поля листа без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц курсового проекта, но номер страницы на титульном листе не проставляют. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, распечатки включают в общую нумерацию страниц.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты основной части следует нумеровать арабскими цифрами без указания самого слова «раздел», «подраздел». Разделы курсового проекта должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части текста.

Заголовки структурных элементов курсового проекта (кроме заголовка элемента «Содержание») и разделов основной части следует печатать с абзацного отступа (1,25 см), начиная с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует отделять от номера пробелом, начиная с прописной буквы, не подчеркивая, без точки в конце.

В заголовках не допускается перенос слов на следующую строку, а последующие строки печатаются без абзацного отступа. В заголовках следует избегать сокращений. Заголовки структурных элементов разделов, подразделов основной части выделяют полужирным шрифтом увеличенного размера (рекомендуемый размер шрифта 15 пт).

Расстояние между заголовками разделов, подразделов (и пунктов) основной части и последующим текстом должно быть равно не менее, чем двум высотам шрифта. Расстояние между текстом и заголовком, после которого он следует, должно быть не менее чем четыре высоты шрифта.

В тексте курсового проекта могут быть приведены перечисления. Каждую позицию перечисления в тексте выделяют абзацным отступом, который используют только в первой строке позиции. Вторую и последующие строки перечисления приводят без абзацного отступа. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис. После каждой позиции перечисления, кроме последней, ставят точку с запятой.

Таблицы оформляются в соответствии с СТП 04-2011 [22].

Таблицу следует располагать в курсовом проекте непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении. Слева над таблицей с абзацного отступа размещают слово «Таблица». После него приводят номер таблицы, точку после номера таблицы не ставят. Нумеровать таблицы следует в пределах раздела.

Наименование таблицы должно быть точным, кратким и должно располагаться после номера таблицы через дефис. Оно записывается с прописной буквы. Переносы слов в наименовании таблицы не допускаются. Головка таблицы должна быть отделена сдвоенной линией от остальной части таблицы.

## 2.2 Требования к графическому материалу

Графическая часть выполняется на стандартных листах размером 594×841 мм (формат А1) с размещением на них расчетно-технологической карты и графика машиноиспользования.

Листы конструкторских чертежей и схем, графики, диаграммы, рисунки и другой иллюстративный материал стандартных форматов снабжается основной надписью формы 1 по ГОСТ 2.104-2006 «Единая система конструкторской документации. Основные надписи».

Заполнение основной надписи следующее [1, с. 13]:

– *графа 1* – наименование графического материала, помещенного на данном чертеже: план расположения технологического оборудования, генеральный план и т. п., шрифт 5, 7 или 10 мм;

– *графа 2* – обозначение документа, *например*: КП 04–ЛХ–61 (КП – курсовой проект, 04–ЛХ–61 – номер из зачетной книжки).

Остальные графы заполняются одинаково для любых видов чертежей:

– *графа 3* – заполняют только для чертежей деталей (указывают материал, из которого выполнена деталь и ГОСТ на этот материал), шрифт 5;



- *графа 4* – литера документа, У – учебный чертеж (ставится в центральном столбце посередине), шрифт 5;
- *графа 5* – масса изделия (в кг), шрифт 5 или 7;
- *графа 6* – масштаб, шрифт 5 или 7;
- *графа 7* – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют), шрифт 3,5 или 5;
- *графа 8* – общее количество листов графической части курсового проекта (указывается только на первом листе), шрифт 3,5 или 5;
- *графа 9* – шифр учебного заведения – ГГУ им. Ф. Скорины, шрифт 7 или 10;
- *графа 10* – характер работы, выполняемый лицом, подписавшим документ (Разработал, Проверил, Т.контр., Н.контр., Утвердил), шрифт 3,5 или 5;
- *графа 11* – фамилия лиц, подписавших документ, шрифт 3 или 5;
- *графа 12* – подписи лиц, по графе 11;
- *графа 13* – дата подписания документа;
- *графы 14, 15, 16, 17, 18* – не заполняются.

## 2.3 Защита курсового проекта

Курсовой проект должен быть сдан руководителю не позднее установленного в задании срока. На титульном листе фиксируется дата сдачи проекта. Ошибки и замечания руководитель отмечает в тексте пояснительной записки. После устранения всех замечаний и при соответствии проекта предъявляемым требованиям руководитель допускает его к защите и составляет на него отзыв.

В отзыве дается краткая характеристика работы, устанавливается ее соответствие теме, оценивается степень самостоятельности и инициативности студента, умение студента пользоваться специальной литературой, способность студента к исследовательской работе, оформление графической части, степень решенности поставленной задачи, возможность использования полученных результатов на практике и готовность курсового проекта к защите.

Последующая защита курсового проекта является обязательной. Курсовой проект оценивается по качеству (содержанию и оформлению), соблюдению графика выполнения (руководитель имеет право снизить оценку за курсовой проект, сделанный с опозданием), уровню защиты (качество доклада и ответов на задаваемые вопросы).

## 3 Структура курсового проекта

### 3.1 Характеристика условий выполнения работ

Условия выполнения работ влияют непосредственным образом на формирование системы машин и затраты на выполнение лесохозяйственных работ. Они учитываются по каждому объекту проектирования. В практическом руководстве приведен перечень литературных источников, использование которых будет способствовать качественному написанию курсового проекта [1–24].

При создании питомника необходимо отразить нижеперечисленные вопросы.

**Характеристика лесорастительных условий объекта.** В этом подразделе следует привести характеристику лесорастительных условий участка, выделенного под создание питомника в соответствии с выданным заданием (рельеф, почвенные и лесорастительные условия, характеристика естественного возобновления, условия прохождения техники и т. п.).

**Понятие о лесных питомниках.** Необходимо изложить общие понятия о лесных питомниках, их роли в восстановлении лесных насаждений.

**Создание лесного питомника.** Студент должен привести основные требования к созданию питомника.

**Виды питомников.** Следует дать классификацию питомников. Сделать вывод о том, к какому из перечисленных питомников можно отнести участок, планируемый под создание питомника.

**Организация территории питомника.** Необходимо указать критерии для выбора места и организации территории питомника, т. е. требования к почве, рельефу участка, гидрологическим условиям, положению по отношению к имеющимся насаждениям, населенным пунктам и т. д.

Привести структуру питомника (наличие посевных и школьных отделений, дорог, хозяйственных построек, водоемов и т. д.). Произвести расчет общей площади питомника и его отдельных частей. Представить план территории питомника в виде рисунка.

При создании лесных культур необходимо отразить следующие вопросы.

**Характеристика лесорастительных условий объекта.** В этом подразделе необходимо привести характеристику лесорастительных условий участка, выделенного под создание лесных культур в соответствии с выданным заданием (рельеф, почвенные и лесорастительные условия, характеристика естественного возобновления, условия прохождения техники и т. п.).

**Виды лесных культур.** Необходимо дать описание видов лесных культур и определить принадлежность своего объекта к категории лесокультурных площадей.

**Методы создания лесных культур.** Следует изложить, какие методы применяют для создания лесных культур. Сделать вывод, какой из перечисленных методов необходимо применить в своем курсовом проекте.

**Способы производства лесных культур.** Описать способы производства лесных культур. Выбрать способ производства культур для своего объекта.

**Типы лесных культур.** Дать описание типов лесных культур (породный состав, схема смешения, густота, размещение, технология создания и т. д.).

При проведении реконструкции малоценных молодняков необходимо отразить следующие вопросы.

**Характеристика лесорастительных условий объекта.** В этом подразделе необходимо привести характеристику лесорастительных условий участка, выделенного под реконструкцию малоценных молодняков в соответствии с выданным заданием (рельеф, почвенные и лесорастительные условия, характеристика естественного возобновления, условия прохождения техники и т. п.).

**Виды малоценных лесных насаждений.** Необходимо дать описание насаждений, относящихся к малоценным лесным насаждениям. Указать условия, при которых в насаждениях назначают реконструкцию.

**Понятие о реконструкции малоценных молодняков.** Привести цели и задачи реконструкции малоценных молодняков.

**Способы проведения реконструкции.** Описать способы проведения реконструкции. Указать, какой из перечисленных способов подходит для проектируемого объекта.

**Технология проведения реконструктивных рубок.** Привести технологические приемы и технические средства, используемые при проведении реконструкции насаждений.

## **3.2 Посевной (посадочный) материал**

В этом разделе курсового проекта студент должен в зависимости от выданного задания дать характеристику семян высеваемых пород, сеянцев, саженцев или посадочного материала с закрытой корневой системой. При этом необходимо указать вид и размеры семян, их сыпучесть, массу. При выращивании сеянцев, саженцев или посадочного материала с закрытой корневой системой необходимо описать, что они собой представляют, а также указать их вид и размеры.

Отметить, каковы их условия выращивания: отношение к почве, влаге, свету, заморозкам, сроки посева, нормы высева, глубина заделки семян и т. п. Необходимо указать, в каких почвенных и климатических условиях любят расти выращиваемые древесные породы, перечисленные в задании.

Описать особенности выращивания сеянцев (саженцев) заданных лесообразующих пород, производство посадочного материала с закрытой корневой системой.

## **3.3 Технология выполнения работ**

На основании исходных данных и выводов, сделанных в подразделах 3.1 и 3.2, студент должен указать последовательность технологических операций, выполняемых в питомнике (при создании лесных культур или проведении реконструкции малоценных насаждений) в течение одного цикла лесохозяйственных работ. Необходимо расширенно описать выполняемые операции в порядке их выполнения, то есть, что они собой представляют, в какие сроки производятся, какими механизмами выполняются (без указания марок машин). Указать схему смешения посевного или посадочного материала. Для указания ориентировочных сроков проведения технологических операций можно воспользоваться [1, с. 14. таблица 1].

Уточнить исходные условия для выполнения лесохозяйственных работ. В соответствии с общепринятой технологией представить свой порядок работ с подробным их описанием.

Следует помнить, что значительный объем современного лесокультурного фонда занимают вырубki – лесные площади, оставшиеся после проведения сплошнолесосечных рубок главного пользования.

Свежие вырубki представляют собой участки леса, на которых находятся пни, порубочные остатки, валежник и мелкотоварная дре-

весина. Старые вырубki отличаются от свежих тем, что они зарастают малоценными или главными породами.

Наиболее рациональная технология создания лесных культур должна выбираться с учетом зональных особенностей вырубленных площадей (вырубок), условий местопроизрастания, наличия жизнеспособного подростa, количества пней и давности рубки. Существенное влияние на технологию работ оказывают также количество порубочных остатков на вырубке, наличие поросли лиственных пород и степень задернения почвы.

Технологические операции лесовосстановления включают:

- предварительную подготовку площади (очистку от порубочных остатков, валежника, поросли, корчевку или фрезерование пней до уровня почвы);

- обработку почвы;

- посадку лесных культур;

- уход за лесными культурами.

В зависимости от условий работы на вырубках применяют различные технологии и типы машин для создания лесных культур.

При создании лесных культур на вырубках в зависимости от категории и состояния последних применяют:

- сплошную раскорчевку с последующей транспортировкой пней за пределы лесокультурной площади;

- полосную расчистку вырубок от порубочных остатков, валежника и неликвидной древесины с корчевкой на полосе пней и смещением их на прилегающую кулису;

- фрезерование надземной части крупных пней до уровня почвы на полосах шириной до 4 м;

- рыхление почвы полосами шириной 0,8–1,2 м на глубину 20 см с одновременным фрезерованием пней диаметром до 20 см и порубочных остатков.

Сплошная раскорчевка вырубок из-за большой энергоемкости применяется в основном для подготовки площадей под базисные лесопитомники и семенные плантации, а также под плантационные культуры промышленного типа.

Наиболее широкое распространение получил способ полосной расчистки и раскорчевки вырубок, являющийся более дешевым и достаточно эффективным. Полосная расчистка и раскорчевка вырубок дает возможность применения комплексной механизации всех последующих технологических операций лесовосстановления.

Обработка почвы должна создавать оптимальные условия для ком-

плексной механизации всех последующих технологических операций, обеспечивать регулирование водного режима на дренированных почвах и ограничение избыточного доступа влаги к корневым системам высаживаемых культур на временно переувлажняемых и избыточно увлажненных почвах, а также снижать вредное воздействие травянистой растительности в зоне высаженных культур.

Обработка почв в лесном хозяйстве может быть сплошной и частичной. В первом случае охватывается вся площадь и создается однородный агрофон, во втором обработка производится бороздами, полосами или площадками. Частичная обработка почвы распространена на вырубках, участках с естественным возобновлением древесных пород, на склонах и т. д.

В соответствии с лесорастительными условиями создания и выращивания лесных культур применяются три основных вида обработки почвы:

- обработка почвы путем создания микропонижений;
- обработка почвы созданием микроповышений;
- обработка почвы вровень с ее поверхностью.

Посев семян и посадка сеянцев (саженцев) является основной и наиболее ответственной технологической операцией при создании лесных культур.

В настоящее время базовыми технологиями при создании лесных культур на вырубках являются следующие:

- на дренированных почвах посев семян с одновременной минерализацией почвы, посадка 2–4-летних сеянцев или 4–6-летних саженцев в дно борозды или на минерализованные полосы;
- на временно и постоянно переувлажняемых почвах посадка сеянцев и саженцев в пласты или гряды с одновременным созданием дренирующих борозд и канав.

Немаловажной технологической операцией при создании лесных культур является агротехнический уход за ними с уничтожением травянистой растительности. Уход за лесными культурами выполняют дисковыми культиваторами, фрезерными культиваторами, катками-осветлителями. На вырубках с постоянным избыточным увлажнением уход за культурами, посаженными в пласты, проводят химическим способом или окашиванием с помощью ручных мотокусторезов.

Работы по выращиванию сеянцев и саженцев в лесных питомниках во многом схожи с работами по выращиванию пропашных культур и многолетних насаждений в сельском хозяйстве, поэтому целый ряд их выполняется сельскохозяйственными машинами и орудиями.

Технологией выращивания посадочного материала предусмотрены следующие виды работ:

- основная подготовка почвы, которую производят плугами общего назначения, выпускаемыми промышленностью для сельского хозяйства;

- обработка паров гербицидами с целью уничтожения сорной растительности. Ее ведут тракторными сельскохозяйственными опрыскивателями;

- поверхностная обработка почвы (боронование), которую производят перед посевом или посадкой дисковыми и зубowymi боровами, рыхление – культиваторами, измельчение комков на тяжелых почвах – фрезами, уплотнение – катками;

- нарезка посевных гряд и гребней под посев универсальными навесными грядоделателями и культиваторами-окучниками;

- планировка поверхности участков выравнителями, выравнителями-грядоделателями или грейдерами-планировщиками;

- внесение специальными машинами органических и минеральных удобрений в качестве основной заправки почвы с целью ее обогащения питательными веществами и улучшения физических свойств;

- высеv семян специальными лесными сеялками;

- засыпка семян субстратом в посевных бороздках и мульчирование посевов мульчировавателями или разбрасывателями удобрений;

- междурядная обработка почвы, в том числе с одновременной подкормкой растений. Ее ведут специальными культиваторами с целью уничтожения сорной растительности и рыхления почвы;

- обработка сеянцев и саженцев пестицидами при борьбе с болезнями или для защиты их от вредителей. Ее производят тракторными сельскохозяйственными опрыскивателями и опыливателями, а обработку небольших участков – ранцевыми опрыскивателями;

- подрезка корней корнеподрезчиками;

- выкопка сеянцев выкопочными машинами или скобами.

При выращивании саженцев добавляются следующие технологические операции:

- посадка сеянцев в подготовленное школьное отделение питомника специальными многорядными посадочными машинами;

- уход за посадками культиваторами для междурядной обработки почвы;

- выкопка саженцев.

Сортировку посадочного материала проводят на специальном стационарном оборудовании.

### **3.4 Подбор системы машин**

Необходимо указать, что понимается под системой машин.

На основании основных условий формирования машин в системы студент должен произвести подбор системы машин для рассматриваемого объекта с указанием марки агрегатов, предварительно предлагаемых базовых тракторов, ширины захвата агрегатов, диаметра корчучемых пней и т. п.

При подборе базовых тракторов необходимо предусмотреть их возможно более полное использование в течение всего сезона, поэтому следует принимать во внимание степень универсальности трактора, т. е. способность агрегатироваться с различными рабочими машинами.

При подборе рабочей машины в первую очередь учитываются ее технологические показатели, т. е. машина должна обеспечивать выполнение заданного технологического процесса в указанных условиях в соответствии с агротехническими требованиями.

Для условий лесного хозяйства, где лесокультурные площади невелики, часто неправильной конфигурации и сложны по условиям работы (наличие пней), важным показателем агрегата является его маневренность. Поэтому при составлении агрегатов предпочтение следует отдавать навесным машинам.

Более мощные тракторы используются преимущественно на энергоемких операциях (расчистка участков от пней и порубочных остатков, основная обработка почвы) и на больших площадях, где возможно использование широкозахватных агрегатов (полезащитное лесоразведение). Тракторы средней и малой мощности используются на менее энергоемких работах: дополнительной обработке почвы, посеве семян, посадке сеянцев или саженцев, уходе за культурами.

Необходимо выбрать тип тракторов, которые для данных условий обладают лучшей проходимостью и устойчивостью хода.

### **3.5 Характеристика машин**

В этом подразделе необходимо по каждой принимаемой машине (механизму) и базовому трактору представить ее описание: назначение, применение, устройство, порядок работы и изображение в виде схемы или фотографии. Необходимо привести техническую характеристику машины (механизма) с указанием тяговых усилий по соответствующим скоростям.



## 3.6 Расчет тяговых сопротивлений основных машин

### 3.6.1 Расчет тяговых усилий рабочих машин

Сопротивление лесохозяйственных машин, которое возникает при их перемещении под воздействием тягового усилия трактора, называется *тяговым* или *рабочим сопротивлением*.

В этом подразделе необходимо произвести расчет тяговых сопротивлений запроектированных лесохозяйственных машин и орудий.

Рассмотрим расчеты тягового сопротивления отдельных машин и орудий.

*Усилие, необходимое для выкорчевывания одного пня,  $R_{\text{корч}}$  (Н) можно определить по формуле:*

$$R_{\text{корч}} = G_{\text{корч}} \cdot g \cdot f + k_{\text{к}} \cdot a \cdot b \cdot l_{\text{п}} + G_{\text{п}} \cdot f_{\text{п}}, \quad (3.1)$$

где  $G_{\text{корч}}$  – масса корчевальной машины, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести,  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$f$  – коэффициент сопротивления перемещению корчевальной машины [1, с. 15, таблица 2];

$k_{\text{к}}$  – коэффициент сопротивления корчеванию, учитывающий разрыв корней, трение их о почву при извлечении пня и рыхление почвы,  $5\text{--}50 \text{ Н/см}^2$ ;

$a$  – глубина погружения клыков в почву, см; зависит от диаметра пня  $d$  и породы:

– при  $d$  до 28 см  $a = 10\text{--}30$  см;

– при  $d$  более 28 см  $a = 30\text{--}50$  см;

$b$  – ширина захвата отвала корчевальной машины, см;

$l_{\text{п}}$  – коэффициент плотности рыхления за счёт расстояния между зубьями,  $0,40\text{--}0,75$ ;

$G_{\text{п}}$  – вес перемещаемого отвалом пня и грунта,  $3\ 000\text{--}4\ 000 \text{ Н}$ ;

$f_{\text{п}}$  – коэффициент сопротивления перемещению пня, грунта,  $0,4\text{--}0,7$ .

*Расчет тягового сопротивления подборщика сучьев  $R_{\text{подб}}$  (Н) производят по следующей формуле:*

$$R_{\text{подб}} = (G_{\text{подб}} + G_{\text{пачк}}) \cdot g \cdot f_{\text{пачк}} + k_{\text{р}} \cdot B \cdot h, \quad (3.2)$$

где  $G_{\text{подб}}$  – масса подборщика сучьев, кг;  
 $G_{\text{пачч}}$  – масса перемещаемой пачки, 700–1 200 кг;  
 $g$  – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>;  
 $f_{\text{пачк}}$  – коэффициент сопротивления перемещению зубьев подборщика с пачкой, 1,2–1,75;  
 $k_p$  – удельное сопротивление рыхления грунта, 9–19 Н/см<sup>2</sup>;  
 $B$  – ширина захвата, см;  
 $h$  – глубина рыхления, см.

**Расчет тягового сопротивления на вычесывание корней и рыхление почвы  $R_{\text{выч}}$  (Н) производят по следующей формуле:**

$$R_{\text{выч}} = G \cdot g \cdot f_v + k_v \cdot B \cdot h \cdot \lambda, \quad (3.3)$$

где  $G$  – масса машины, кг;  
 $g$  – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>;  
 $f_v$  – коэффициент сопротивления перекачиванию с учетом давления грунта на зуб, 0,4–0,6;  
 $k_v$  – удельное сопротивление вычесыванию корней и рыхлению почвы, 6–12 Н/см<sup>2</sup>;  
 $B$  – ширина захвата агрегата, см;  
 $h$  – глубина заглубления зубьев в почву, 5–10 см;  
 $\lambda$  – коэффициент неполноты рыхления почвы зубьями, 0,75–0,8.

**Тяговое сопротивление плуга  $R_{\text{пл}}$  (Н) определяется по формуле:**

$$R_{\text{пл}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4, \quad (3.4)$$

где  $R_1$  – сумма сопротивлений трения при передвижении плуга в борозде, Н.

$$R_1 = G_{\text{пл}} \cdot g \cdot f, \quad (3.5)$$

где  $G_{\text{пл}}$  – масса плуга, кг;  
 $g$  – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>;  
 $f$  – коэффициент трения почвы о металл [1, с. 15, таблица 2];  
 $R_2$  – сопротивление почвы деформации при пахоте, Н.

$$R_2 = k_n \cdot a \cdot b \cdot n, \quad (3.6)$$

где  $k_{\text{п}}$  – коэффициент удельного сопротивления почвы [1, с. 15, таблица 3], Н/см<sup>2</sup>;

$a$  – глубина вспашки, см;

$b$  – ширина захвата корпуса плуга, см;

$n$  – количество корпусов, шт.;

$R_3$  – сопротивление, возникающее в результате сообщения кинетической энергии частицами массы пласта при отбрасывании их в сторону, Н.

$$R_3 = \varepsilon_0 \cdot a \cdot b \cdot n \cdot v^2, \quad (3.7)$$

где  $\varepsilon_0$  – коэффициент динамической пропорциональности, 1 500–2 000 Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

$v$  – рабочая скорость движения, м/с.

Для практических расчетов можно принять:

$$R_3 = 0,1 \cdot R_2. \quad (3.8)$$

$R_4$  – сопротивление, возникшее при разрыве корней (учитывается при подготовке почвы на нераскорчеванных вырубках), Н.

$$R_4 = \mu \cdot \Delta \cdot a \cdot b \cdot n, \quad (3.9)$$

где  $\mu$  – коэффициент, определяющий усилие на разрыв единицы площади поперечного сечения корней, 200–300 Н/см<sup>2</sup>;

$\Delta$  – доля суммарного сечения корней, приходящаяся на все поперечное сечение пласта. В зависимости от твердости древесных пород  $\Delta = 2$ –5 %.

**Расчет тягового сопротивления сошниковых сеялок  $R_{\text{сеял}}$  (Н)** производят по следующей формуле:

$$R_{\text{сеял}} = G_{\text{сеял}} \cdot g \cdot f + R_{\text{сош}} \cdot n, \quad (3.10)$$

где  $G_{\text{сеял}}$  – масса сеялки, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$f$  – коэффициент трения почвы о металл [1, с. 15, таблица 2];

$R_{\text{сош}}$  – сопротивление одного сошника [1, с. 16, таблица 4], Н;

$n$  – количество сошников, шт.

**Тяговое сопротивление лесопосадочной машины  $R_{\text{лм}}$  (Н)** рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{лм}} = G_{\text{лм}} \cdot g \cdot f + k_{\text{п}} \cdot a \cdot b \cdot n, \quad (3.11)$$

где  $G_{\text{лм}}$  – масса лесопосадочной машины, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести,  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$f$  – коэффициент трения металла машины о почву [1, с. 15, таблица 2];

$k_{\text{п}}$  – коэффициент удельного сопротивления почвы [1, с. 15, таблица 3],  $\text{Н/см}^2$ ;

$a$  – глубина хода сошника, 20–40 см;

$b$  – ширина сошника, см:

– для сеянцев  $b = 12\text{--}15 \text{ см}$ ;

– для саженцев  $b = 30\text{--}35 \text{ см}$ ;

$n$  – количество сошников, шт.

**Расчет сопротивления кустореза с пассивным рабочим органом  $R_{\text{куст}}$  (Н)** производят по следующей формуле:

$$R_{\text{куст}} = G_{\text{куст}} \cdot g \cdot f_{\text{тп}} + k_{\text{р}} \cdot d_{\text{ср}} \cdot n \cdot \varepsilon, \quad (3.12)$$

где  $G_{\text{куст}}$  – масса кустореза, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести,  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$f_{\text{тп}}$  – коэффициент трения скольжения рабочих органов машин о почву, 0,5;

$k_{\text{р}}$  – коэффициент резания,  $\text{Н/см}$ :

– для пород с мягкой древесиной  $k_{\text{р}} = 1\ 200\text{--}1\ 500 \text{ Н/см}$ ;

– для пород с твердой древесиной  $k_{\text{р}} = 1\ 500\text{--}2\ 200 \text{ Н/см}$ ;

$d_{\text{ср}}$  – средний диаметр стволиков, 4–12 см;

$n$  – число стволиков, совпадающих с режущей кромкой ножа, 10–15 шт.;

$\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий неодновременность процесса перерезания стволиков, 0,4–0,5.

**Расчет тягового сопротивления орудий для дополнительной обработки почвы  $R_{\text{доп}}$  (Н)** (бороны, культиваторы, бессошниковые сеялки, катки, дисковые лушпильщики, вычесыватели) определяют по формулам:

а) при сплошной обработке почвы

$$R_{\text{доп}} = k \cdot B, \quad (3.13)$$

где  $k$  – коэффициент удельного сопротивления машины на 1 м ширины захвата [1, с. 16, таблица 5], Н/м;

$B$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;

б) при междурядной обработке почвы

$$R_{\text{доп}} = k \cdot (B - 2 \cdot e \cdot n_p), \quad (3.14)$$

где  $k$  – коэффициент удельного сопротивления машины на 1 м ширины захвата [1, с. 16, таблица 5], Н/м;

$B$  – ширина захвата агрегата, м;

$e$  – величина защитной зоны с каждой стороны ряда культур, м:

– при строчно-ленточной схеме посева  $e = 0,03–0,05$  м;

– при однорядной обработке почвы  $e = 0,15–0,20$  м;

$n_p$  – число рядов культур, обрабатываемых за один проход, шт.

**Тяговое сопротивление широкозахватного агрегата**, состоящего из набора одинаковых технологических машин, или **комбинированного агрегата**, состоящего из набора различных технологических машин,  $R_{\text{агр}}$  (Н) рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{агр}} = R_1 \cdot n_1 + R_2 \cdot n_2 + \dots + R_i \cdot n_i + R_{\text{сц}}, \quad (3.15)$$

где  $R_1, R_2, R_i$  – тяговые сопротивления технологических машин, входящих в агрегат, Н;

$n_1, n_2, n_i$  – количество машин, входящих в агрегат, шт.

$R_{\text{сц}}$  – сопротивление сцепки, Н.

**Сопротивление сцепки**  $R_{\text{сц}}$  (Н) рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{сц}} = G_{\text{сц}} \cdot f \cdot g, \quad (3.16)$$

где  $G_{\text{сц}}$  – масса сцепки, кг;

$f$  – коэффициент сопротивления качению:

– для культиваторов и борон  $f = 0,18–0,22$ ;

– для лесопосадочных работ  $f = 0,20–0,25$ .

### 3.6.2 Расчет потребной мощности рабочих машин с активным приводом

Мощность двигателя является одним из важнейших эксплуатационных показателей трактора. Она расходуется на движение трактора, преодоление трения в трансмиссии, буксование трактора, преодоление препятствий, привод механизмов валом отбора мощности и т. д.

Потребная мощность рабочих машин должна быть меньше той, которую развивает двигатель. Для машин с активным рабочим органом рассчитывается потребная мощность.

Кусторезы с активным рабочим органом и фрезерные машины (почвенные фрезы) имеют собственный привод от вала отбора мощности (ВОМ) трактора. Для обеспечения работы такого типа машин необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$N_{\text{тр}} > N_{\text{потр}}, \quad (3.17)$$

где  $N_{\text{тр}}$  – мощность трактора (из технической характеристики), кВт;

$N_{\text{потр}}$  – потребная мощность для работы кустореза или фрезы, кВт.

**Потребная мощность (кВт) кустореза с активным рабочим органом** определяется из выражения:

$$N_{\text{потр}} = N_{\text{дв}} + N_{\text{рез}} + N_{\text{отбр}}, \quad (3.18)$$

где  $N_{\text{дв}}$  – мощность, необходимая на продвижение кустореза в рабочем положении, кВт;

$N_{\text{рез}}$  – мощность, необходимая для перерезания древесно-кустарниковой растительности, кВт;

$N_{\text{отбр}}$  – мощность, необходимая на отбрасывание древесных частиц, кВт.

Мощность, необходимая на продвижение кустореза в рабочем положении  $N_{\text{движ}}$  (кВт), составит:

$$N_{\text{движ}} = \frac{G_{\text{к}} \cdot g \cdot f \cdot v_{\text{т}}}{1000}, \quad (3.19)$$

где  $G_{\text{к}}$  – масса кустореза, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$f$  – коэффициент трения металла о почву и древесину [1, с. 15, таблица 2];

$v_T$  – скорость движения трактора, м/с.

Мощность, необходимая на резание древесины  $N_{рез}$  (кВт), определяется по формуле:

$$N_{рез} = \frac{k_p \cdot d \cdot d_\delta \cdot n_{ств} \cdot \varepsilon \cdot (v_{окр.б} - v_T)}{1000}, \quad (3.20)$$

где  $k_p$  – удельное сопротивление древесины резанию,  $12 \cdot 10^4$ – $22 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>;

$d$  – средний диаметр срезаемой древесины, 0,02–0,05 м;

$d_\delta$  – диаметр рабочего органа, 0,15–0,2 м;

$n_{ств}$  – количество стволиков срезаемой древесины на 1 м ширины захвата, 4–6 шт.;

$\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий неодновременность процесса перерезания стволиков, 0,4–0,5;

$v_{окр.б}$  – окружная скорость рабочего органа, м/с;

$v_T$  – скорость движения трактора, м/с.

Мощность, необходимая на отбрасывание древесных частиц  $N_{отбр}$  (кВт), определяется по формуле:

$$N_{отбр} = \frac{k_{отбр} \cdot G_{отбр} \cdot (v_{окр.б} - v_T)^2}{2 \cdot 1000 \cdot g \cdot t}, \quad (3.21)$$

где  $k_{отбр}$  – коэффициент отбрасывания древесины рабочими органами, 0,5–0,8;

$G_{отбр}$  – сила тяжести древесины, отбрасываемой рабочими органами за время  $t$ , Н;

$v_{окр.б}$  – окружная скорость рабочего органа, м/с;

$v_T$  – скорость движения трактора, м/с;

$g$  – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$t$  – время подхода к почве очередного рабочего органа, с.

Сила тяжести древесины, отбрасываемой рабочими органами в единицу времени,  $G_{отбр}$  (Н) определяется из выражения:

$$G_{отбр} = \gamma \cdot d \cdot d_\delta \cdot n_{ств} \cdot \varepsilon \cdot (v_{окр.б} - v_T) \cdot t, \quad (3.22)$$

где  $\gamma$  – удельный вес древесины, 4 000–8 000 Н/м<sup>3</sup>;

$t$  – время подхода к почве очередного рабочего органа, с.

Нож одновременно совершает поступательное движение со скоростью  $v_T$  и вращается с угловой скоростью  $w_\delta$ . Он отделяет слой стружки определенных размеров и формы.

Окружная скорость фрезерного барабана  $v_{\text{окр.б}}$  (м/с) записывается в виде:

$$v_{\text{окр.б}} = w_\delta \cdot r_\delta, \quad (3.23)$$

где  $w_\delta$  – угловая скорость рабочего органа, рад/с;

$r_\delta$  – радиус рабочего органа, м.

Угловая скорость барабана  $w_\delta$  (рад/с) определяется по формуле:

$$w_\delta = \frac{\pi \cdot n'}{30}, \quad (3.24)$$

где  $n'$  – частота вращения рабочего органа кустореза, об/мин.

Время подхода очередного рабочего органа  $t$  (с) определяется по формуле:

$$t = \frac{1}{z \cdot n''}, \quad (3.25)$$

где  $z$  – количество ножей на рабочем органе, шт.;

$n''$  – частота вращения рабочего органа, об/с.

Расчет потребной мощности кустореза  $N_{\text{потр}}$  дает возможность подобрать тип трактора.

**Потребная мощность почвенной фрезы  $N_{\text{потр}}$  (кВт) определяется по следующей формуле:**

$$N_{\text{потр}} = N_{\text{движ}} + N_{\text{рез}} + N_{\text{отбр}}, \quad (3.26)$$

где  $N_{\text{движ}}$  – мощность, необходимая на продвижение фрезы в заглубленном положении, кВт;

$N_{\text{рез}}$  – мощность, необходимая для резания грунта, кВт;

$N_{\text{отбр}}$  – мощность, необходимая на отбрасывание почвенных частиц, кВт.

Мощность, необходимая на продвижение фрезы в заглубленном положении,  $N_{\text{движ}}$  (кВт) определяется по формуле:



$$N_{\text{движ.}} = \frac{G_{\text{ф}} \cdot g \cdot f \cdot v_{\text{Т}}}{1000}, \quad (3.27)$$

где  $G_{\text{ф}}$  – масса фрезы, кг;  
 $g$  – ускорение силы тяжести,  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;  
 $f$  – коэффициент трения металла о почву и древесину [1, с. 15, таблица 2];  
 $v_{\text{Т}}$  – скорость движения трактора, м/с.

Мощность, необходимая для резания грунта,  $N_{\text{рез.}}$  (кВт) определяется по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{k_{\text{п}} \cdot a \cdot b \cdot (v_{\text{окр.б}} - v_{\text{Т}})}{1000}, \quad (3.28)$$

где  $k_{\text{п}}$  – удельное сопротивление почвы резанию,  $20\ 000\text{--}60\ 000 \text{ Н/м}^2$ ;  
 $a$  – глубина фрезерования, м;  
 $b$  – ширина захвата фрезы, м;  
 $v_{\text{окр.б}}$  – окружная скорость фрезерного барабана, м/с;  
 $v_{\text{Т}}$  – скорость движения трактора, м/с.

Мощность, необходимая на отбрасывание почвенных частиц,  $N_{\text{отбр.}}$  (кВт) определяется по формуле:

$$N_{\text{отбр.}} = \frac{k_{\text{отбр}} \cdot G_{\text{отбр}} \cdot (v_{\text{окр.б}} - v_{\text{Т}})^2}{2 \cdot 1000 \cdot g \cdot t}, \quad (3.29)$$

где  $k_{\text{отбр}}$  – коэффициент отбрасывания почвы рабочими органами,  $0,7\text{--}1,0$ ;

$G_{\text{отбр}}$  – сила тяжести грунта, отбрасываемого рабочими органами за время  $t$ , Н;

$v_{\text{окр.б}}$  – окружная скорость фрезерного рабочего органа, м/с;

$v_{\text{Т}}$  – скорость движения трактора, м/с;

$g$  – ускорение силы тяжести,  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$t$  – время подхода к почве очередного рабочего органа, с.

Сила тяжести грунта, отбрасываемого рабочими органами в единицу времени,  $G_{\text{отбр.}}$  (Н) определяется из выражения:

$$G_{\text{отбр.}} = \gamma \cdot a \cdot b \cdot (v_{\text{окр.б}} - v_{\text{Т}}) \cdot t, \quad (3.30)$$

где  $\gamma$  – удельный вес почвы,  $20\ 000\text{--}25\ 000 \text{ Н/м}^3$ .

$a$  – глубина фрезерования, м;

$b$  – ширина захвата фрезы, м;

$t$  – время подхода к почве очередного рабочего органа, с.

### 3.6.3 Мероприятия, снижающие вредные сопротивления машин

В этом подразделе необходимо описать операции и виды работ, с помощью которых можно уменьшить сопротивления лесохозяйственных машин. К таким мероприятиям относятся выбор машин и механизмов соответствующих почвенно-грунтовым условиям, выбор способов движения машино-тракторных агрегатов, своевременное заточка заостренных частей лесохозяйственных машин, смазка трущихся деталей и узлов и т. д.

## 3.7 Выбор скорости и рабочей передачи

После того как произведен для каждой операции выбор агрегатов (тяговой и рабочей машины), необходимо установить скоростные режимы работы агрегатов. При этом учитываются агротехнические требования, условия работы и эксплуатационные показатели машин. Целесообразна такая скорость движения, при которой обеспечивается хорошее качество работы и оптимальная загрузка трактора. Следует помнить, что агрегат может работать только в том случае, если трактор преодолевает сопротивление, возникающее при работе машины.

Из таблицы рекомендуемых скоростных режимов [1, с. 17, таблица 6] необходимо выбрать скорость движения агрегата на соответствующей операции. При выборе рабочей скорости для проведения лесохозяйственных работ особое внимание необходимо уделять условиям проведения работ. Например, при работе на нераскорчёванных вырубках пределы скоростей значительно снижены. По выбранной скорости необходимо уточнить номер передачи при рабочем режиме из технических характеристик базовых тракторов [1, с. 18–22, таблицы 7–12]. В этих же таблицах определяем паспортное тяговое усилие трактора на крюке на соответствующей передаче и сравниваем этот показатель с расчетным. Тяговое сопротивление, полученное расчетным путем, не должно превышать паспортного значения, иначе трактор не сможет производить работу с лесохозяйственным агрегатом.

После расчёта сопротивлений агрегатов и подбора передач, включённых в диапазон допустимых скоростей, необходимо определить загрузку трактора – *коэффициент использования тягового усилия трактора*  $\eta$ . Коэффициент использования тягового усилия или мощности трактора  $\eta$  определяется по формулам:

$$\eta = \frac{R_{\text{агр}}}{R_{\text{тр}}} \quad (3.31)$$

или

$$\eta = \frac{N_{\text{потр}}}{N_{\text{тр}}}, \quad (3.32)$$

где  $R_{\text{агр}}$  – расчетное тяговое сопротивление агрегата, Н;  
 $R_{\text{тр}}$  – паспортное тяговое сопротивление трактора, Н;  
 $N_{\text{потр}}$  – расчетная мощность агрегата, кВт;  
 $N_{\text{тр}}$  – мощность трактора, кВт.

За рабочую принимается та передача, на которой коэффициент использования  $\eta$  имеет значения, более близкие к оптимальным, 0,85–0,95. На операциях с малой энергоёмкостью этот коэффициент может быть ниже.

Пример выбора скоростного режима работы агрегата, тягового сопротивления и расчета коэффициент использования тягового усилия (мощности) трактора показан в учебно-методическом комплексе [12, с. 318–325].

## 3.8 Расчет потребности в машинах, топливно-смазочных и посевном (посадочном) материалах

### 3.8.1 Расчет производительности агрегатов

*Производительность агрегата* – это работа, выполненная агрегатом в единицу времени. В зависимости от единицы времени различают производительность часовую, сменную, сезонную, годовую. Для мобильных лесохозяйственных агрегатов объем выполненной работы чаще всего определяется в единицах площади (га), объема ( $\text{м}^3$ ), массы (кг, т).

Сменная производительность агрегатов  $P_{\text{см}}$  (га/смену) рассчитывается по формулам:

а) при сплошной обработке почвы

$$P_{\text{см}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_{\text{см}} \cdot k_T, \quad (3.33)$$

где 0,1 – переводной коэффициент, дающий размерность производительности в гектарах;

$B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата (с учетом зоны перекрытия 0,2 м для плугов, фрез и культиваторов), м;

$v_p$  – рабочая скорость движения агрегата, км/ч:

$$v_p = v_T \cdot \varepsilon_{\Pi}, \quad (3.34)$$

где  $v_T$  – теоретическая скорость движения агрегата на установленной для данного вида работ передаче (берётся из технической характеристики трактора), км/ч;

$\varepsilon_{\Pi}$  – коэффициент, характеризующий потери на буксование и извилистость хода, 0,75–0,98;

$T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, час;

$k_T$  – коэффициент использования рабочего времени, 0,8–0,95;

б) при полосной обработке почвы

$$П_{см} = 0,1 \cdot B_{м.р.} \cdot v_p \cdot T_{см} \cdot k_T, \quad (3.35)$$

где  $B_{м.р.}$  – расстояние между центрами рядов культур, м;

Сменная производительность *корчевальных агрегатов* определяется по формуле:

$$П_{см} = \frac{60 \cdot T_{см} \cdot k_T}{t \cdot N_{пн}}, \quad (3.36)$$

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

$k_T$  – коэффициент использования рабочего времени, 0,8–0,95.

$t$  – время, затрачиваемое на корчевание одного пня, 0,5–3 мин;

$N_{пн}$  – среднее количество корчующих пней, шт/га.

### 3.8.2 Определение потребного количества машин

Количество рабочих машин, необходимое для выполнения установленного объема работ в определенные агротехнические сроки, зависит от объема этих работ и сроков их выполнения.

Количество машино-смен  $N_{мс}$  (машино-смен), необходимых для выполнения данного объема работ, определяется по формуле:

$$N_{мс} = \frac{Q}{П_{см}}, \quad (3.37)$$

где  $Q$  – объём работ, подлежащий выполнению на данной операции, га;

$P_{см}$  – сменная производительность агрегата, га/смену.

Количество рабочих машин для отдельных операций технологического цикла  $m_{агр}$  (шт.) определяется по формуле:

$$m_{агр} = \frac{N_{мс}}{D}, \quad (3.38)$$

где  $D$  – агротехнический срок выполнения данной работы, дни.

Количество агрегатов, необходимых для выполнения отдельных операций в заданный агротехнический срок, устанавливают по числу машино-смен  $N_{мс}$  и календарному графику работ [1, с. 14, таблица 1]. Для выполнения некоторых операций в сжатые сроки планируют работу в две смены.

### 3.8.3 Расчет топливно-смазочных материалов

Экономичность машино-тракторных агрегатов (МТА) в значительной степени определяется расходом топлива на единицу площади (гектар). Затраты на топливо составляют около 25 % всех эксплуатационных расходов.

Расход топлива изменяется в зависимости от нагрузки двигателя, тягового и скоростного режима работы агрегата.

При расчёте топлива учитываются три основных режима работы трактора: рабочий ход, холостое движение агрегата, когда машина находится в транспортном положении и работа двигателя на холостом ходу во время остановки.

В хозяйстве для каждой марки трактора рассчитывается сменный расход топлива  $Q_{см}$  (кг/смену) по формуле:

$$Q_{см} = q_p \cdot t_p + q_x \cdot t_x + q_o \cdot t_o, \quad (3.39)$$

где  $q_p$ ,  $q_x$ ,  $q_o$  – расход топлива при рабочем режиме, при холостых поездках и на остановках [1, с. 23, таблица 13], кг/час;

$t_p$ ,  $t_x$ ,  $t_o$  – время работы двигателя в течение смены на соответствующих режимах, час:  $t_p$  определяется как 80 % от  $T_{см}$ ;  $t_x$  – как 15 % от  $T_{см}$ ;  $t_o$  – как 5 % от  $T_{см}$ .

По видам работ рассчитывается расход топлива на один гектар  $Q_{га}$  (кг/га):

$$Q_{га} = \frac{Q_{см}}{П_{см}}, \quad (3.40)$$

где  $П_{см}$  – сменная производительность агрегата, га/смену.

Расход основного топлива в килограммах и литрах на весь объем работ необходимо рассчитать и записать в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Потребность в основном топливе для выполнения заданного объема работ

Марка трактора	Вид основного топлива	Вид операций	Объем работ $Q$ , га	Расход топлива $Q_{га}$ , кг/га	Расход топлива на весь объем работ, кг
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
Итого					...
Коэффициент перевода дизельного топлива килограммов в литры					0,825
Итого, л					...

Необходимое количество смазочных масел и пускового топлива рассчитывается исходя из норм расхода смазочных материалов и пускового бензина [1, с. 23, таблица 14] в процентном отношении к общему количеству основного топлива (из таблицы 3.1). Результаты расчетов необходимо занести в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Потребность в смазочных материалах и пусковом бензине на весь объем работы

Марка трактора	Вид операций	Объем работ $Q$ , га	Потребность в основном топливе, кг	Расход смазочных материалов и пускового бензина, кг				
				дизельное масло	автол	солидол	нигророл	пусковой бензин
...	...							
...	...							
Итого, кг								
Коэффициенты перевода килограммов в литры для ТСМ				0,90	0,90	0,90	0,90	0,74
Итого, л								

### 3.8.4 Расчет посевного (посадочного) материала

*Потребное количество посевного материала в питомнике*  $N_{\text{посад.мат}}$  (кг) рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{посад.мат}} = S_{\text{га}} \cdot Q, \quad (3.41)$$

где  $S_{\text{га}}$  – норма высева семян [1, с. 24, таблица 15], кг/га;  
 $Q$  – площадь засеваемого участка, га.

*Потребное количество посевного материала на вырубках и в питомниках*  $N_{\text{посев.мат}}$  (кг) при расчете расхода семян на погонный метр рассчитывается исходя из общей длины хода и нормы высева семян на погонный метр:

$$N_{\text{посев.мат}} = \frac{S_{\text{пог.м}} \cdot L_{\text{рх}}}{1000}, \quad (3.42)$$

где  $S_{\text{пог.м}}$  – норма высева семян [1, с. 25, таблица 16], г/пог.м;  
 $L_{\text{рх}}$ , – общая длина рабочего хода, пог. м.

Общая длина рабочего хода на вырубках  $L_{\text{рх}}$  (м) определяется по следующей зависимости:

$$L_{\text{рх}} = \frac{a \cdot b}{b_{\text{мр}}}, \quad (3.43)$$

где  $a$  – ширина участка, м;  
 $b$  – длина участка, м;  
 $b_{\text{мр}}$  – ширина междурядий, м.

Общая длина рабочего хода в питомниках  $L_{\text{рх}}$  (м) определяется по формуле:

$$L_{\text{рх}} = \frac{a \cdot b \cdot n_{\text{р}}}{b_{\text{мр}} + m_{\text{л}}}, \quad (3.44)$$

где  $a$  – ширина участка, м;  
 $b$  – длина участка, м;  
 $n_{\text{р}}$  – количество строчек, одновременно высеваемых в одной ленте, шт.;  
 $b_{\text{мр}}$  – ширина междурядий, м;  
 $m_{\text{л}}$  – расстояние между лентами, м.

**Потребное количество посадочного материала** на заданный объем работ  $N_{\text{посад.мат}}$  (тыс. шт.) рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{посад.мат}} = \frac{10 \cdot \psi \cdot n}{B \cdot t} \cdot Q, \quad (3.45)$$

где  $\psi$  – поправочный коэффициент на потерю и повреждение посадочного материала, 1,1;

$n$  – количество высаживаемых рядов за один проход лесопосадочной машины, шт.;

$B$  – расстояние между центрами проходов, м;

$t$  – шаг посадки, 0,25–2,00 м;

$Q$  – объем работ, га.

### 3.8.5 Расчетно-технологическая карта

Расчетно-технологическая карта представляет собой итоговую таблицу, в которой указаны система машин для выполнения проектируемого технологического процесса, объем выполняемых работ, производительность машин и механизмов, потребность в МТА и рабочих, затраты на содержание машин и механизмов и выплату заработной платы обслуживающему персоналу.

Денежные затраты на содержание МТА  $C_{\text{агр}}$  (тыс. руб. / маш.-см.) включают расходы на текущий ремонт и амортизацию МТА и определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{агр}} = \frac{E_{\text{маш}} \cdot \frac{a_{\text{маш}}}{100} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{маш}}}{100}\right) + E_{\text{тр}} \cdot \frac{a_{\text{тр}}}{100} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{тр}}}{100}\right)}{D_{\text{год}} \cdot n_{\text{см}}}, \quad (3.46)$$

где  $E_{\text{маш}}$  – стоимость лесохозяйственной машины, орудия, приспособления [1, с. 26–28, таблица 18], тыс. руб.;

$E_{\text{тр}}$  – стоимость базового трактора [1, с. 26–28, таблица 18], тыс. руб.;

$a_{\text{маш}}$ ,  $a_{\text{тр}}$  – годовая норма отчислений на амортизацию рабочей машины и базового трактора [1, с. 28–29, таблица 19], %;

$K_{\text{маш}}$ ,  $K_{\text{тр}}$  – годовая норма отчислений на текущий ремонт рабочей машины и базового трактора [1, с. 28–29, таблица 19], %;



$D_{\text{год}}$  – средняя продолжительность рабочего времени в течение года, 220–250 дней;

$n_{\text{см}}$  – количество смен работы в сутки, 1–2 смены.

Заработная плата трактористов и других работников (стоимость чел.-смены), обслуживающих лесохозяйственные агрегаты, определяется исходя из тарифного разряда и часовой тарифной ставки [1, с. 30, таблица 20]. Дневная тарифная ставка в [1, с. 30, таблица 20] рассчитывается исходя из продолжительности рабочей смены.

Примерная стоимость посевного и посадочного материала приведена в [1, с. 25, таблица 17].

Все расчеты расчетно-технологической карты на лесохозяйственные работы сводятся в таблицы 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Расчетно-технологическая карта на механизированные работы

Наименование операций, исполнители, разряд	Состав агрегата	Производительность агрегата, га/смену	Годовой объем работ, га	Потребное количество		Стоимость, тыс. руб.		Затраты, млн. руб.		
				тракторосмен	чел.-смен	тракторосмен	чел.-смен	тракторосмен	чел.-смен	Всего
1 ...										
2 ...										
Итого	–	–	–	–	–	–	–			

Таблица 3.4 – Затраты на вспомогательные материалы

Наименование расходных материалов	Единица измерения	Потребное количество	Стоимость единицы измерения, тыс. руб.	Затраты, млн. руб.
Расход основного топлива	л			
Расход смазочных материалов	л			
Посевной материал	кг			
Посадочный материал	тыс. шт.			
Итого	–	–	–	

Необходимо рассчитать общие затраты на создание питомника (лесных культур или проведение реконструкции) суммировав итоговые затраты из таблиц 3.3 и 3.4. Необходимо также рассчитать затраты на 1 гектар выполненных работ.

## **3.9 Организация технического обслуживания машин и оборудования**

### **3.9.1 Техническое обслуживание тракторов**

Система технического обслуживания и ремонта предусматривает: *техническое обслуживание* (ТО); *текущий ремонт* (ТР) и *капитальный ремонт* (КР). Виды и порядок чередования ремонтно-обслуживающих работ устанавливаются по каждому типу машин отдельно.

**Техническое обслуживание** – комплекс работ по поддержанию работоспособности или исправности машин при их использовании, хранении и транспортировании. Работы должны быть планово-предупредительными. Их выполняют в обязательном порядке на протяжении всего периода эксплуатации машины в соответствии с требованиями технической документации. ТО включает обкаточные, моечные, очистные, контрольные, диагностические, регулировочные, смазочные, заправочные, крепежные и монтажно-демонтажные работы, а также работы по консервации и расконсервации машин и их составных частей.

Периодическое техническое обслуживание включает следующие виды: ежесменное техническое обслуживание (ЕТО), техническое обслуживание № 1 (ТО-1), № 2 (ТО-2), № 3 (ТО-3), сезонное техническое обслуживание (СТО), периодический технический осмотр.

В разделе необходимо описать виды технического обслуживания (ТО) базовых тракторов, используемых в курсовом проекте. Выполнить расчет количества ТО для каждого базового трактора в соответствии с периодичностью работы [1, с. 31, таблица 21].

### **3.9.2 Техническое обслуживание лесохозяйственных машин**

Техническое обслуживание лесохозяйственных машин подразделяется на *ежесменное, периодическое* (для сложных машин) и *сезонное*.

Ежесменное ТО проводится одновременно с техническим обслуживанием тракторов, с которыми они агрегируются.

Периодическое ТО лесохозяйственных машин проводится через 60 часов работы.

Сезонное ТО выполняется после окончания каждого вида лесохозяйственной работы. Машины, прошедшие сезонное техническое обслуживание, устанавливаются на хранение до следующего рабочего сезона.

В разделе необходимо описать виды ТО лесохозяйственных машин, способы подготовки их к работе и способы хранения.

### 3.9.3 Построение графика машиноиспользования

Определение необходимого количества энергетических средств для машинно-тракторного парка и эффективности его использования производится по пиковым нагрузкам в графике машиноиспользования (рисунок 1).

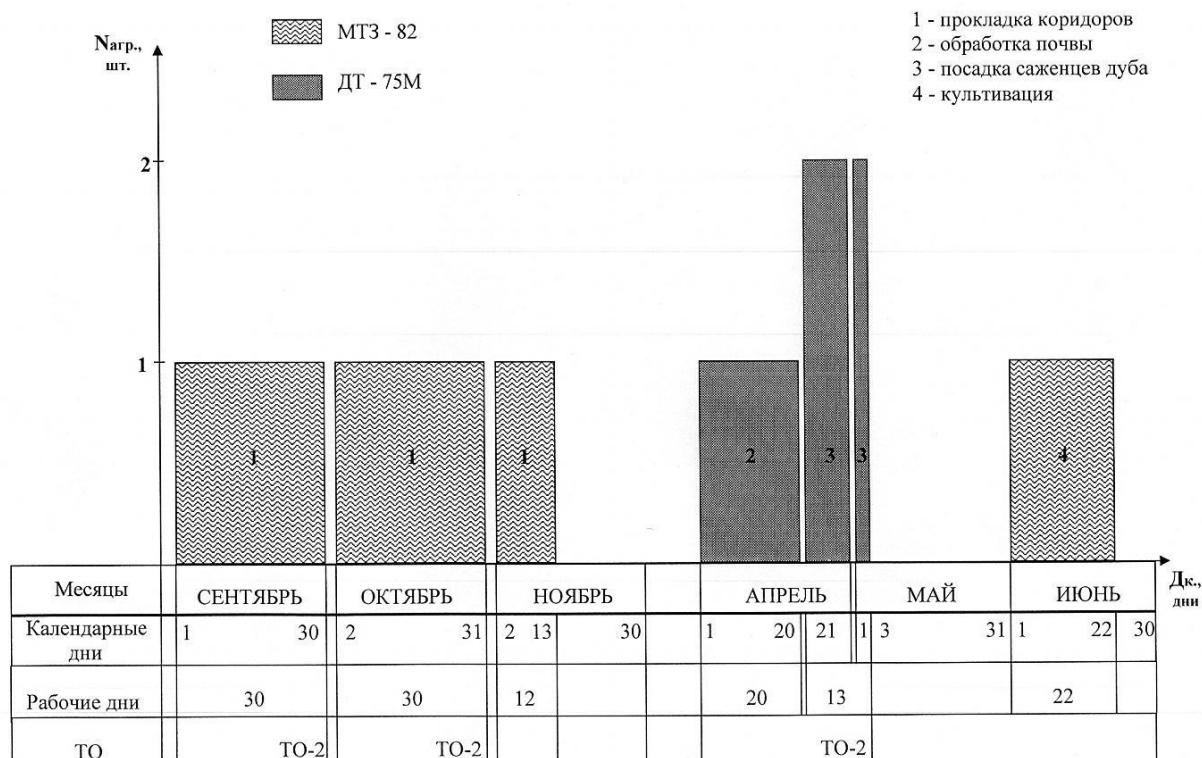


Рисунок 1 – График машиноиспользования

График строится на основании расчетно-технологической карты выполнения лесохозяйственных работ и рассчитанного количества технического обслуживания для каждого трактора.

На вертикальной оси в масштабе откладывается количество агрегатов  $n_{тр}$ , необходимых для выполнения данных операций, а на горизонтальной оси – время выполнения операций в днях  $D_k$ .

Получившиеся на графике прямоугольники отображают определённые операции (на графике они отмечаются порядковым номером, который соответствует номеру данной операции по технологической карте). Площадь каждого прямоугольника в масштабе соответствует количеству агрегато-дней, необходимых для выполнения данного объёма работ в установленный срок.

Операции, совпадающие по срокам, показываются на графике прямоугольниками, которые построены последовательно один над другим. Верхняя граница этих прямоугольников определяет требуемое количество тракторов в данный календарный период.

На графике наглядно просматриваются пики (максимальная загрузка тракторов в одно и то же время) и провалы (слабая загрузка тракторов).

Периоды с максимальной (пиковой) и минимальной потребностью в данном типе трактора можно несколько уравнять, выполнив *корректировку графика*. Это производится:

- путём изменения количества агрегатов, выполняющих данную производственную операцию, в пределах агротехнического срока;

- при односменной работе машинно-тракторного парка переводом некоторых работ, которые выполняются в сжатые агротехнические сроки, на двусменную работу. Например, по графику (рисунок 1) для посадки (операция 3) требуются 2 агрегата, в то время как остальные работы выполняются по одному агрегату. В этом случае посадку целесообразно перевести на 2-сменную работу и для хозяйства запланировать один трактор марки ДТ-75М;

- перераспределением работ между запроектированными тракторами разных марок.

После корректировки графика по пиковым нагрузкам определяется количество тракторов данной марки проектируемого тракторного парка.

Результаты корректировки графика должны быть отражены в технологической карте.

По графику также устанавливается количество рабочих машин для проектируемого машинно-тракторного парка (по периодам наибольшей потребности).

Также на график наносят линии, указывающие сроки и продолжительность проведения различных видов ТО.

### **3.10 Техника безопасности при эксплуатации машин**

В Республике Беларусь проводится активная государственная политика, направленная на сохранение жизни и здоровья работающих в процессе трудовой деятельности. Создана и развивается нормативная правовая база, регулирующая данную сферу общественных отношений. Законодательно закреплена система государственного управления в области охраны труда, установлена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность за несоблюдение требований по охране труда. Осуществляется государственный надзор и общественный контроль за соблюдением законодательства в данной области.

В этом разделе необходимо привести основные требования безопасности при выполнении всех операций, используемых в технологическом процессе на основных лесохозяйственных работах.

## Литература

1 Колодий, Т. А. Механизация лесохозяйственных работ: вспомогательные материалы для курсовых проектов : практическое руководство / Т. А. Колодий, П. В. Колодий. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. – 32 с.

2 Винокуров, В. Н. Лесохозяйственные машины и их применение : тексты лекций для студентов вузов / В. Н. Винокуров, Г. В. Силаев. – М. : МГУЛ, 1999. – 234 с.

3 Винокуров, В. Н. Система машин в лесном хозяйстве : учебник для вузов / В. Н. Винокуров, Н. В. Еремин; под ред. В. Н. Винокурова. – М. : Академия, 2004. – 320 с.

4 Застенский, Л. С. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учебное пособие для вузов / Л. С. Застенский. – Мн. : Высшая школа. – 1995. – 318 с.

5 Застенский, Л. С. Справочник механизатора лесного хозяйства / Л. С. Застенский. – Мн. : 1991. – 303 с.

6 Зима, И. М. Механизация лесохозяйственных работ / И. М. Зима, Т. Т. Малюгин. – М. : Лесная промышленность, 1976. – 416 с.

7 Зинин, В. Ф. Технология и механизация лесохозяйственных работ : учебник для нач. проф. образования / В. Ф. Зинин, В. И. Казаков, О. Г. Климов; под ред. В. Г. Шаталова. – М. : Академия, 2004. – 320 с.

8 Ильин, Г. Н. Тракторы и автомобили в лесном хозяйстве и зеленом строительстве / Г. Н. Ильин. – М. : Высшая школа, 1977. – 232 с.

9 Ильяков, В. В. Технология и машины лесовосстановительных работ : учебное пособие / В. В. Ильяков, Н. М. Набатов. – М. : МГУЛ, 2004. – 285 с.

10 Калиниченко, Н. П. Организация и технология лесохозяйственных работ / Н. П. Калиниченко, Г. В. Силаев, О. М. Шапкин. – М. : Агропромиздат, 1986. – 380 с.

11 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 1. – 237 с.

12 Колодий, П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» : в 2 ч. / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – Ч. 2. – 339 с.

- 13 Ларюхин, Г. А. Система лесохозяйственных машин / Г. А. Ларюхин, Н. П. Калиниченко, Н. В. Чернышев. – М. : Агропромиздат, 1985. – 262 с.
- 14 Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства : справочник / В. Н. Винокуров [и др.]. – М. : МГУЛ, 2002. – 439 с.
- 15 Набатов, Н. М. Лесные культуры и механизация лесохозяйственных работ : учебное пособие / Н. М. Набатов, В. В. Ильяков. – М. : МГУЛ, 2005. – 205 с.
- 16 Набатов, Н. М. Технология лесовосстановления : учебное пособие / Н. М. Набатов. – М. : МГУЛ, 2003. – 96 с.
- 17 Набатов, Н. М. Технология лесохозяйственного производства. Раздел лесные культуры : учебное пособие / Н. М. Набатов, А. И. Угаров. – М. : МГУЛ, 2002. – 36 с.
- 18 Новосельцева, А. И. Справочник по лесным питомникам / А. И. Новосельцева, Н. А. Смирнов. – М. : Лесная промышленность, 1983. – 280 с.
- 19 Пронин, А. Ф. Практикум по лесохозяйственным и мелиоративным машинам / А. Ф. Пронин, Т. А. Модестова. – М. : Высшая школа, 1984. – 270 с.
- 20 Силаев, Г. В. Система машин в лесном хозяйстве. Машины и механизмы : учебное пособие / Г. В. Силаев, А. А. Золотаревский. – М. : МГУЛ, 2002. – 98 с.
- 21 Справочник механизатора лесного хозяйства / М. П. Албяков [и др.]. – М. : Лесная промышленность, 1977. – 296 с.
- 22 СТП 04-2011. Курсовые работы. Общие положения и требования к построению, содержанию и оформлению. – Введ. 14.09.98. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 52 с.
- 23 Технический кодекс установившейся практики. Устойчивое лесосоуправление и лесопользование. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь : ТКП 047-2006 (02080). Введ. 01.01.07. – Мн. : МЛХ, 2007. – 135 с.
- 24 Фомичев, А. В. Механизация лесохозяйственных работ : метод. пособ. по курсовому проектированию / А. В. Фомичев, Е. И. Платонов. – Брянск : БГИТА, 1998. – 53 с.

Производственно-практическое издание

**Колодий** Татьяна Анатольевна  
**Колодий** Петр Владимирович

**МЕХАНИЗАЦИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ:  
ПОДГОТОВКА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Практическое руководство

для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»

Редактор *В. И. Шкредова*  
Корректор *В. В. Калугина*

Подписано в печать 09.01.2015. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 2,3.

Уч.-изд. л. 2,5. Тираж 100 экз. Заказ 24.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования

«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013.

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.

Ул. Советская, 104, 246019, Гомель.