

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра транспорта леса

ИЗЫСКАНИЕ ЛЕСНЫХ ДОРОГ И ГИДРОЛОГИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Методические указания
по курсовому проектированию
для студентов специальности
1-46 01 01 «Лесоинженерное дело»
заочной формы обучения**

Минск 2013

УДК 630*383:625.7(075.8)
ББК 43.904я73
ИЗ9

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета.

Рецензент
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой лесных машин и лесозаготовок
УО «Белорусский государственный технологический
университет» *С. П. Мохов*

**Изыскание лесных дорог и гидрология искусственных
ИЗ9 сооружений** : метод. указания по курсовому проектированию
для студентов специальности 1-46 01 01 «Лесоинженерное де-
ло» заочной формы обучения / сост. : П. А. Лыщик, Е. И. Бав-
бель. – Минск : БГТУ, 2013. – 74 с.
ISBN 978-985-530-241-5.

В методических указаниях изложены вопросы по изысканиям лес-
ных дорог и гидрологии искусственных сооружений на основе примене-
ния современных технологий, в том числе использования ЭВМ.

Методические указания предназначены для выполнения студентами-
заочниками специальности 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело» курсового
проектирования и практических заданий по изучаемой дисциплине.

УДК 630*383:625.7(075.8)
ББК 43.904я73

ISBN 978-985-530-241-5 © УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебным планом подготовки инженерных кадров по специальности 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело» предусмотрено выполнение ряда практических заданий и курсового проектирования по дисциплине «Изыскание лесных дорог и гидрология искусственных сооружений» с применением средств вычислительной техники. Это обстоятельство обусловлено развитием средств вычислительной и коммуникационной техники, что позволило создать и широко использовать компьютерные технологии в практике изыскательских и проектных работ для лесной отрасли.

В настоящее время перед специалистами лесного комплекса поставлена задача ускоренного внедрения передовых технологий, что позволит увеличить производительность труда и снизить себестоимость продукции. Для достижения поставленной цели будущие специалисты лесной отрасли должны обладать глубокими познаниями и практическими навыками в области сухопутного транспорта леса.

За последние годы в области лесовозного транспорта произошли широкомасштабные изменения: возросли скорости движения лесовозных автопоездов, увеличились нагрузки на рейс, осуществлен переход на сортиментную вывозку древесины, построены постоянно действующие лесные дороги. Для вывозки заготовленной древесины используются автопоезда повышенной грузоподъемности, такие как МАЗ 5434 + МАЗ 9008, МАЗ 55366-26 + МАЗ 83781, КрАЗ 6437 + ГКБ 9362 и др. При строительстве лесных дорог широко используются как местные строительные материалы, так и геосинтетика зарубежных и отечественных производителей.

Данные методические указания позволят студентам заочной формы обучения изучить теоретические основы и приобрести практические навыки для решения вопросов по изысканиям и проектированию лесных автомобильных дорог и обоснованию состава изыскательской партии, выполнить все необходимые экономические расчеты для принятия конкретных проектных решений.

1. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Изыскание и проектирование лесных автомобильных дорог – область транспортной науки, изучающая методы инженерных изысканий для сбора и обработки информации о районе проектирования и разработки на ее основе комплексных научно обоснованных проектов строительства новых дорог.

Содержание задания на выполнение проектно-изыскательских работ должно обеспечить назначение в программе инженерных изысканий состава и объемов изыскательских работ, методов их проведения, точности выполнения отдельных видов работ, содержания и очередности выдачи отчетной документации.

В задании на выполнение курсовой работы приводятся:

- полное наименование объекта;
- данные о местоположении и границах района (участка) предполагаемого строительства;
- сведения о намечаемых видах изысканий;
- наименования организаций, ранее выполнявших изыскания в данном районе, год их выполнения, виды выполняемых изысканий, места хранения отчетной документации (отчетная документация, находящаяся у заказчика, должна быть передана изыскательской организации в качестве приложения к заданию);
- данные о назначении и габаритах проектируемых зданий и сооружений с указанием места их размещения;
- система координат и высот;
- масштаб съемки и высота сечения рельефа;
- площадь съемки, направление, протяженность и точки пересечения трассой инженерных коммуникаций;
- стадии проектирования;
- особые или дополнительные требования к производству изысканий и отчетным материалам;
- перечень отчетных материалов, сроки и порядок их представления.

Границы участков, подлежащих топографическим съемкам, и направления трасс должны быть согласованы с заинтересованными организациями и предприятиями.

Изыскания и сбор материалов для проектирования лесосечных работ имеют цель выявить все факторы, влияющие на выбор технологического процесса лесозаготовок, а именно: климатические характеристики, рельеф местности и почвенногрунтовые условия, таксационные характеристики насаждений. Также должны быть собраны сведения о современных методах организации лесосечных работ в примыкающих предприятиях и других районах с аналогичными условиями.

Основными задачами дорожно-экономических изысканий являются: установление направлений грузопотоков; определение грузооборота и интенсивности движения на дороге; выбор и обоснование параметров дороги; расчет стоимости строительства; экономическое обоснование необходимости и целесообразности строительства; установление очередности строительства лесной автомобильной дороги.

После выполнения дорожно-экономических изысканий проектно-изыскательской организации выдают задание на проведение инженерных (технических) изысканий и разработку проекта дороги.

Основными задачами технических изысканий являются: выбор и обоснование направления трассы с учетом местных и природных условий; установление наилучших геометрических элементов трассы; выбор дорожно-строительных материалов; проведение необходимых расчетов и графическое оформление проекта; назначение современных технологий строительства; установление сроков строительства дороги; разработка технологии восстановления нарушенных земель.

Основная цель технических изысканий – составление проекта лесной автомобильной дороги.

При проведении изыскательских работ необходимо учитывать вид работы по лесоперевозкам, которые носят собирательный характер. Лесные дороги, по которым древесина доставляется потребителю, должны быть спроектированы так, чтобы обслуживались все погрузочные пункты.

Рабочую документацию со сметами составляют на основе предпостроечных технических изысканий. При этом дополнительно собирают данные, необходимые для улучшения, уточнения отдельных деталей проекта и привязки типовых проектов к местным условиям.

Изыскание лесных дорог представляет собой наиболее сложный и ответственный вид изысканий, включающий рекогносцировку местности методами маршрутной съемки, укладку на местности трассы по выбранному наилучшему направлению с ее закреплением, съемку трассы, сбор данных для расчета искусственных сооружений, инженерно-геологическую съемку трассы с обоснованием местоположения заложенных шурфов и буровых скважин, изыскание карьеров дорожно-строительных материалов.

В курсовой работе необходимо разработать задание на выполнение проектно-изыскательских работ лесной автомобильной дороги со следующими данными:

1. Общая площадь лесного фонда – _____ тыс. га.
2. Площадь, покрытая лесом, – _____ тыс. га.
3. Состав вывозимой древесины – _____ (например, 6СЗЕ1Б+Ол).

Характеристика проектируемой дороги:

1. Категория дороги – _____.
2. Объем ежегодных рубок – _____ тыс. м³/год:
по главному пользованию – _____ тыс. м³;
по промежуточному пользованию – _____ тыс. м³.
3. Общий объем перевозок в тыс. т.:
по главному пользованию – _____ тыс. т.;
по промежуточному пользованию – _____ тыс. т.
4. Пункт примыкания дороги:
№ квартала – _____;
№ выдела – _____.
5. Протяженность лесной автомобильной дороги – _____ км.
6. Особые условия: _____.

В курсовой работе приводится характеристика проектно-изыскательских работ с учетом вышеизложенного материала и материалов лекций.

2. СОСТАВ ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ ПАРТИИ

При выполнении курсовой работы студенту необходимо обосновать состав изыскательской партии. Состав изыскательской партии зависит от объема изыскательских работ, сложности объекта и условий района изысканий.

В обычных условиях при проведении одноразовых изыскательских работ в состав изыскательской партии входит начальник изыскательской партии и полевой штат.

Полевой штат состоит:

- из транспортной партии (начальника транспортной партии, инженера-транспортника, двух старших техников-транспортников, нивелировщиков, техника-транспортника-пикетажиста);
- топографического отряда (двух старших техников-топографов, техника-топографа);
- геологического отряда (инженера-геолога и бурового мастера);
- таксационной партии (инженера-лесохозяйственника и одного–двух техников-таксаторов);
- гидрометрического отряда (одного–двух наблюдателей);
- специалистов: лесоэкономиста, инженера водного транспорта, инженера-лесотехнолога и других.

Основные обязанности сотрудников изыскательской партии приведены ниже.

Начальник изыскательской партии – административный и технический руководитель всех работ по изысканию и проектированию объекта. Он несет полную ответственность за своевременное и качественное выполнение работ и выполняет следующие функции:

- 1) разрабатывает и представляет на рассмотрение руководству предварительную схему освоения лесного массива;
- 2) составляет календарный план работ по изысканию и проектированию объекта, а также финансовый план по полевым работам, обеспечивает экспедицию инструментами;
- 3) инструктирует личный состав;
- 4) проверяет на месте правильность выбора типа транспорта, правильность выбора пункта примыкания и согласовывает со всеми заинтересованными организациями. Выполняет трассирование магистрали и ответвлений;

5) руководит работами, следит за выполнением календарного плана работ, а также за точным и технически правильным проведением изыскательских работ;

6) производит оплату работ и выплату зарплаты;

7) своевременно представляет отчетность согласно установленному порядку;

8) сдает трассу после окончания полевых работ представителям заказчика, а установленные реперы – под охрану местной власти.

Начальник транспортной партии руководит всей транспортной партией, находится непосредственно в подчинении начальника изыскательской партии и является его подотчетным лицом. Выполняет следующие основные работы:

1) ведет трассу лесной дороги, руководствуясь утвержденными техническими условиями проектирования;

2) производит ежедневный учет проделанных работ, производит полевые работы в строгом соответствии с календарным планом;

3) в камеральный период участвует в составлении основных разделов транспорта и руководит работой всего подчиненного персонала.

Инженер транспортной партии является заместителем начальника транспортной партии. Производит угломерные работы при помощи теодолита и съемку на трассе дороги (трудные места, мостовые переходы и т. д.). Если в составе партии нет инженера, угломерные работы выполняет ее начальник.

Старший техник-транспортник производит нивелирные работы, т. е. нивелирование по трассе, привязку к реперам, нивелирование поперечников.

Техник-транспортник выполняет пикетаж по оси трассы, а также ведет глазомерную пикетажную съемку. Производит закрепление оси трассы, разбивку поперечников и зондировку болот.

Инженер-лесохозяйственник изучает вновь или проверяет таксационные элементы сырьевой базы, на их основе определяет действительный запас насаждений, наиболее рациональные границы сырьевой базы в зависимости от размещения запаса, уточняет направление магистрали и основных ответвлений.

Инженер-технолог находится непосредственно в подчинении у начальника экспедиции. Собирает данные для проектирования лесозаготовок, трелевки и погрузки леса. Для этого он производит изыскания и обследование условий лесозаготовки, грунтов и рельефа местности.

Начальник топографической партии производит съемки площадок пункта примыкания, конечного склада и т. д., а также гидрометрические работы на водотоке и на крупных мостовых переходах.

Старший техник-топограф и *техник-топограф* под руководством начальника партии выполняют топографические работы: ходы топографического обоснования, мензульную съемку, съемку по поперечникам, тахеометрическую съемку и гидрометрические наблюдения в соответствии с должностными и специальными инструкциями.

Инженер-геолог (начальник геологического отряда) производит инженерно-геологическую съемку трассы лесной дороги и площадок пункта примыкания, руководит работой бурового мастера.

Буровой мастер под руководством инженера-геолога производит шурфование и бурение по трассе дороги (в местах выемок, мостовых переходов и т. д.) и на площадках.

Инженер-лесоэкономист проводит лесоэкономические изыскания и совместно с начальником изыскательской партии разрабатывает общую схему транспортного освоения лесных массивов; производит сбор и анализ материалов по экономической характеристике проектируемого лесозаготовительного предприятия. Находится в непосредственном подчинении у начальника экспедиции и выполняют работу по его указаниям в соответствии с установленным календарным планом.

Ориентировочный состав полевой партии приведен в таблице.

Ориентировочный состав полевой партии

Должность	Численность	Основные виды работ
Начальник партии	1	Руководство работами, рекогносцировка местности и трассирование дорог. Составление полевой пояснительной записки, контроль работ исполнителей
Старший инженер-дорожник	1	Укладка и полевое проектирование трасс дорог, угломерная съемка, камеральные работы
Старший техник-дорожник-пикетажник	1	Пикетаж и закрепление трассы дороги, камеральные работы
Старший техник-дорожник-нивелировщик	1	Нивелирование трасс дорог и съемка поперечных профилей, камеральные работы

Окончание таблицы

Должность	Численность	Основные виды работ
Инженер-топограф	1	Тахеометрическая съемка трудных участков трассы
Старший инженер-экономист	1	Сбор, изучение и анализ экономических материалов, уточнение совместно с начальником партии и главным инженером проекта принципиальных вопросов проектирования. Составление полевой записки по экономике
Старший инженер-геолог	1	Инженерно-геологическая рекогносцировка и съемка. Поиск строительных материалов. Отчет инженерной геологии
Буровой мастер	1	Шурфовые и буровые работы. Ведение журнала

Для проведения работ изыскательская партия снабжается теодолитами, буссолями, нивелирами, лентами, рулетками, а также биноклями, фотоаппаратами, секундомерами, термометрами (выдаются в зависимости от объема выполняемых работ).

Наряду с геодезическими инструментами, изыскательская партия обеспечивается пособиями, бланками и канцелярскими принадлежностями.

3. РАЗМЕЩЕНИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В ЛЕСНОМ МАССИВЕ

3.1. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОСВОЕНИЯ

Дорожно-транспортная сеть состоит из магистралей, веток, усов и пунктов погрузки и потребления древесины. Расположение дорожно-транспортной сети в лесном массиве возможно на основе технико-экономических обоснований (ТЭО) и расчетов (ТЭР).

Для того чтобы правильно расположить дорожно-транспортную сеть, необходимо последовательно решить следующие задачи:

- 1) обосновать границы лесного фонда;
- 2) установить расчетный годовой объем вывозки древесины;
- 3) выбрать пункт примыкания магистральной дороги;
- 4) выбрать тип транспорта и схему размещения путей в базе;
- 5) установить основное направление магистральных путей;
- 6) определить оптимальное расстояние между ветками и нанести их на карту;
- 7) выделить зоны первоочередной эксплуатации лесосырьевой базы.

Установление границ лесосырьевой базы производят с учетом наличия естественных рубежей (землепользования сельскохозяйственных предприятий и т. д.).

В качестве общей границы проектируемой лесной дороги с учетом действующей принимают линию, для которой затраты по вывозке леса по обеим дорогам были бы одинаковыми (линия равных расходов по транспортировке заготовленного леса).

При установлении границ сырьевой базы дороги необходимо проверить возможность ее расширения даже в очень трудных горных условиях, т. е. удлинение путей потребует меньше инвестиций, чем постройка новой дороги.

Последовательность разработки схемы транспортного освоения состоит в следующем.

1. Анализ исходных данных. При прогнозировании расположения лесотранспортной сети на долгосрочную перспективу значительное влияние оказывают лесоводственно-таксационные характеристики насаждений, которые представлены в виде комплекса климатических,

гидрологических и почвенных факторов, определяющих условия роста и развития леса, а также таксационное описание насаждений, характеризующее породно-размерно-качественный состав древостоя.

Для учета лесоводственно-таксационных характеристик насаждений и особенностей реальной местности, влияющих на расположение лесотранспортных путей, разработана специальная цифровая модель местности (ЦММ) на основе геоинформационных технологий (рис. 3.1), включающая объекты трех типов:

- области неоднородности в виде полигонов произвольной формы, которыми описываются болота, озера, участки с различными типами местности, отличающиеся стоимостью строительства и содержания 1 км дороги;

- линейные участки неоднородности, аппроксимирующие ломаными линиями, реки, ручьи, узкие складки местности, существующие дороги и т. д.;

- особые точки, которыми описываются пункты концентрации древесины, места расположения карьеров дорожно-строительных материалов, фиксированные точки примыкания дорог и т. д.

Для примера на рис. 3.2 приведен сводный отчет для Пруд-Боранского лесничества ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз».

Определяется наличие эксплуатационных лесов (леса II группы) в конкретном лесничестве. Для Пруд-Боранского лесничества I группа лесов занимает 22,1%, а II группа – 77,9% при общей лесопокрытой площади 5711,5 га.

Устанавливаются по группам возрастов лесонасаждений эксплуатационные леса, в которых необходимо построить лесотранспортную сеть (т. е. в перестойных, спелых и, если необходимо, приспевающих лесах).

2. Выделение эксплуатационного фонда на основе ГИС. Лесоэксплуатационные районы выделяются в соответствии с РД РБ 02080.019–2004 «Правила рубок леса в Республике Беларусь» и Правилами отнесения лесов Республики Беларусь к группам и категориям защитности, соответствующие определенным типам местности и возрастам рубки по основным шести хозсекциям: сосна – 81 год, ель – 81 год, дуб – 101 год, береза – 61 год, ольха черная – 51 год, осина – 41 год. В специальной ЦММ (рис. 3.1) определяются точечные и линейные препятствия, площадные объекты, которые затрудняют или вовсе исключают расположение по ним лесотранспортных путей (например, особо защитные участки леса, болота, реки и т. д.).

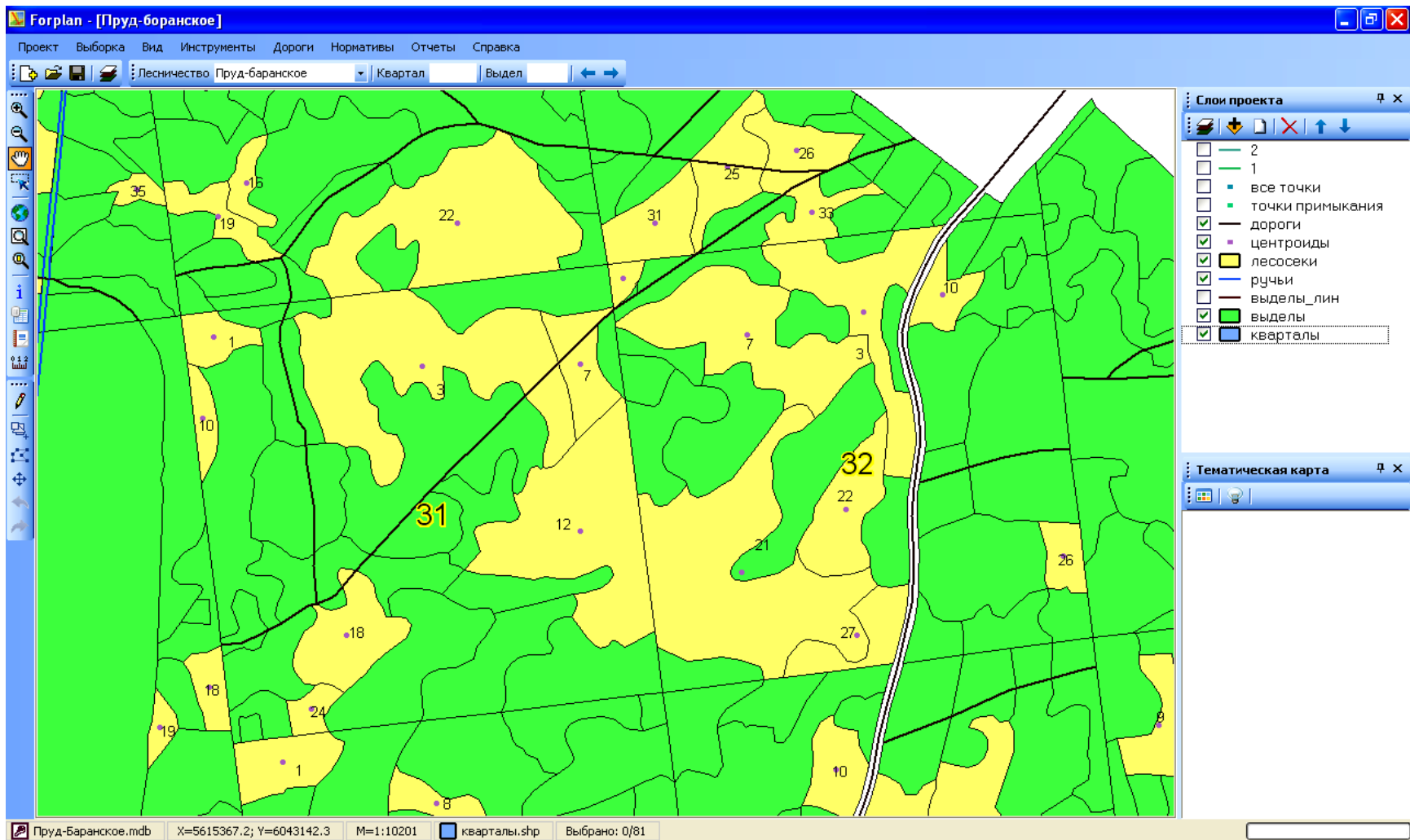


Рис. 3.1. Цифровая модель местности (лесосырьевая база)

Microsoft Excel window: кварталы.xls [Режим совместимости] - Microsoft Excel

Рибри: Главная, Вставка, Разметка страницы, Формулы, Данные, Рецензирование, Вид, Надстройки

Буфер обмена, Шрифт (Arial Cyr, 10), Выравнивание, Число (Общий), Стили (Условное форматирование, Форматировать как таблицу, Стили ячеек), Ячейки (Вставить, Удалить, Формат), Редактирование (Сортировка, Найти и выделить)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Номер	Номер в	Преобладает	Группа возраста	ТЛУ	ПТГ	Бонитет	Категория защитности	Тип леса	Площадь	Впас на вы
2	24	35	Ольха черная	спелые	C4	42	1	Эксплуатационные леса	Папоротник	0,8	220
3	25	16	Береза	приспевающие	C2	23	1	Эксплуатационные леса	Кисличный	1,3	350
4	25	19	Ольха черная	приспевающие	C4	32	1	Эксплуатационные леса	Папоротник	2,1	500
5	25	22	Береза	спелые	C2	15	1	Эксплуатационные леса	Кисличный	14,7	3820
6	26	25	Береза	приспевающие	B2	12	1	Эксплуатационные леса	Орляковый	3,7	850
7	26	26	Береза	приспевающие	B2	12	1	Эксплуатационные леса	Орляковый	3	780
8	26	31	Береза	приспевающие	C2	15	1A	Эксплуатационные леса	Кисличный	3,5	1120
9	26	33	Береза	приспевающие	C2	23	1A	Эксплуатационные леса	Кисличный	2,1	780
10	30	18	Осина	приспевающие	C2	15	1A	Эксплуатационные леса	Кисличный	1,6	500
11	30	19	Береза	спелые	B3	13	1	Эксплуатационные леса	Черничный	0,8	200
12	31	1	Береза	приспевающие	C2	15	1	Эксплуатационные леса	Кисличный	1,7	430
13	31	3	Береза	приспевающие	C2	15	1	Эксплуатационные леса	Кисличный	16,4	4100
14	31	7	Ель	спелые	C2	12	1	Эксплуатационные леса	Орляковый	3,1	530
15	31	10	Сосна	приспевающие	A4	34	2	Эксплуатационные леса	Долгомощные	1,2	260
16	31	12	Береза	приспевающие	C2	12	1	Эксплуатационные леса	Орляковый	14,1	3380
17	31	18	Ель	приспевающие	C3	13	1	Эксплуатационные леса	Черничный	4,8	1580
18	31	24	Береза	приспевающие	B2	12	1	Эксплуатационные леса	Орляковый	1,1	260

Готово | 100%

Рис. 3.2. Сводный отчет

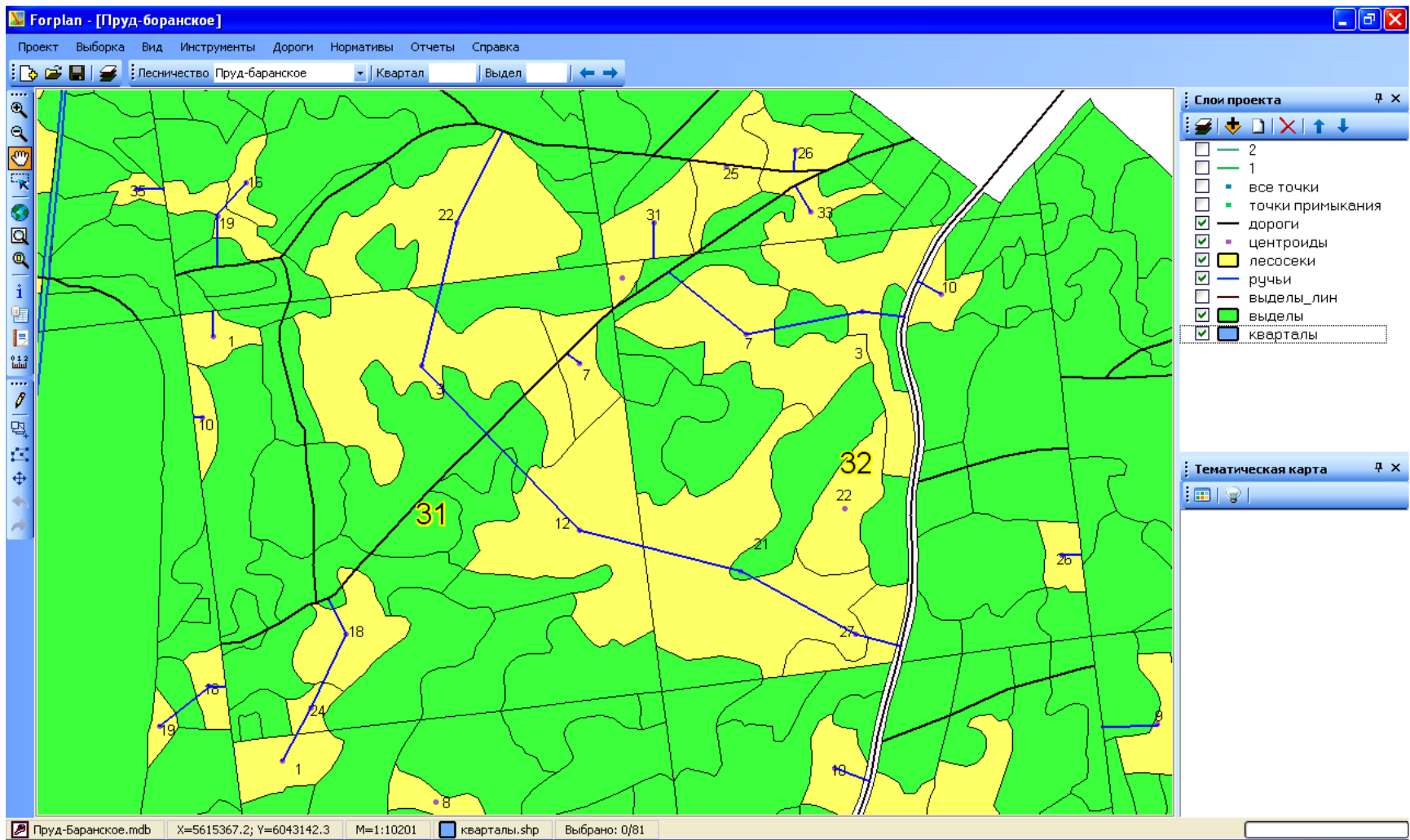


Рис. 3.3. Пример построения лесотранспортной сети

Характеристика схемы транспортного освоения

№ п/п	№ квартала	№ выдела	Порода	Группа возраста	ТЛУ	Тип леса	Площадь, га	Запас на выделе	Пункт примыкания
1	24	35	Ольха ч.	Спелые	С4	Папоротниковый	0,8	220	Гр. кв. 24 и 25
2	25	16	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	1,3	350	Сущ. дорога кв. 25
	25	19	Ольха ч.	Приспевающие	С4	Папоротниковый	2,1	500	
3	26	25	Береза	Приспевающие	В2	Орляковый	3,7	850	Сущ. дорога кв. 26
	26	26	Береза	Приспевающие	В2	Орляковый	3,0	780	
	26	31	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	3,5	1120	
	26	33	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	2,1	780	
4	31	1	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	1,7	430	Гр. кв. 25 и 31
	31	10	Сосна	Приспевающие	А4	Долгомош	1,2	260	
5	30	18	Осина	Приспевающие	С2	Кисличный	1,6	500	Гр. кв. 30 и 31
	30	19	Береза	Спелые	В3	Черничный	0,8	200	
6	25	22	Береза	Спелые	С2	Кисличный	14,7	3820	Сущ. дорога кв. 32
	31	3	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	16,4	4100	
	31	7	Ель	Спелые	С2	Орляковый	3,1	530	
	31	12	Береза	Приспевающие	С2	Орляковый	14,1	3380	
	32	21	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	18,2	4190	
	32	22	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	4,6	1060	
	32	27	Береза	Спелые	В2	Орляковый	3,0	690	
7	31	18	Ель	Приспевающие	С3	Черничный	4,8	1580	Сущ. дорога кв. 31
	31	24	Береза	Приспевающие	В2	Орляковый	1,1	260	
	40	1	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	3,1	740	
8	32	1	Осина	Спелые	С2	Кисличный	0,6	160	Гр. кв. 31 и 32
9	32	3	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	7,4	2220	Сущ. дорога кв. 32
	32	7	Береза	Приспевающие	С2	Кисличный	10,3	2780	
10	32	10	Береза	Приспевающие	В2	Орляковый	1,9	490	Сущ. дорога кв. 32
	32	26	Ель	Приспевающие	С2	Орляковый	1,6	540	
11	41	10	Береза	Приспевающие	В2	Орляковый	2,8	780	Сущ. дорога кв. 41

3. Проектирование лесотранспортной сети. Проектирование опорной лесотранспортной сети включает: многовариантное размещение сети лесных дорог с учетом лесоводственно-таксационных характеристик насаждений и особенностей реальной местности (наличие рек, болот, существующей сети дорог и т. д.), а также определение очередности строительства лесных автомобильных дорог (рис. 3.3).

Проектирование оптимальной по конфигурации и структуре реальной сети лесных дорог связано с построением кратчайшей связывающей сети, которое предполагает соединение всех узлов с помощью путей минимальной длины. За основной критерий оптимальности принят минимум затрат на строительство, содержание лесных дорог и вывозку всего сосредоточенного объема древесины.

В табл. 3.1 приведена характеристика запроектированной схемы транспортного освоения.

3.2. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

При выборе и обосновании основных технических условий проектирования лесной автомобильной дороги необходимо учитывать, что:

- лесная территория Беларуси имеет большую заболоченность, высокий уровень грунтовых вод;
- грунты имеют низкие дорожно-строительные характеристики;
- расположение дорог в лесных массивах не дает возможности (из-за малой скорости ветра) хорошо просушить земляное полотно и дорожную одежду, что затрудняет их строительство и снижает эксплуатационные характеристики;
- отсутствие в большинстве лесных районов страны строительных (камень, гравий) материалов.

Лесные дороги на всем протяжении или на отдельных участках в зависимости от назначения классифицируются согласно табл. 3.2.

Основные технические нормы для лесных автомобильных дорог приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.2

Классификация лесных автомобильных дорог

Категория дороги	Годовой грузооборот, тыс. брутто т./год	Вид дорог
	Расчетная интенсивность движения, авт./сут	
I	$\frac{\text{Более } 200}{\text{Свыше } 25}$	Магистральная лесная дорога круглогодичного действия, главный транспортный путь в лесном массиве, объединяющий лесные дороги в единую транспортную сеть и соединяющий лесные массивы с предприятиями лесного комплекса или дорогами общего пользования
II	$\frac{\text{Менее } 200}{\text{До } 25}$	Лесная дорога круглогодичного действия, обеспечивающая доступ транспорта в отдельные части территории лесного фонда, а также тупиковые дороги, имеющие выход на магистральные лесные дороги или соединяющие обособленные лесные массивы
III-а	Единичное движение	Лесные дороги круглогодичного действия: подъезды к объектам лесохозяйственного, лесохозяйственного, туристического и др. назначения
III-б		Лесные дороги сезонного действия (вспомогательные, противопожарные, технологические и др. проезды)

Таблица 3.3

Нормы проектирования лесных автомобильных дорог

Показатели	Типы дорог		
	I	II	III
Расчетная скорость движения, км/ч:			
местность равнинная	50	40	30
пересеченная	40	30	20
Ширина земляного полотна, м	8,5–6,5	5,0–4,5	4,5
Ширина проезжей части, м	4,5	3,5	3,0
Радиус кривых в плане, м:			
основной	400	400	400
минимальный	$\frac{100}{60}$	$\frac{60}{30}$	$\frac{30}{20}$
Наибольшая величина продольного уклона, ‰	$\frac{80}{90}$	$\frac{90}{100}$	$\frac{100}{110}$
Минимальные радиусы вертикальных кривых, м:			
выпуклых	$\frac{2500}{1000}$	$\frac{2500}{600}$	$\frac{1000}{400}$
вогнутых	$\frac{1200}{300}$	$\frac{1000}{200}$	$\frac{600}{100}$
Расчетное расстояние видимости, м:			
поверхности земли	100	75	50
встречного автомобиля	200	150	100

Примечание. В знаменателе приведены данные для пересеченного рельефа местности.

3.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ДОРОГИ

План дороги – это графическое изображение проекции трассы на горизонтальную плоскость, выполненное в масштабе: 1:2000 при равнинном и пересеченном рельефе местности; 1:1000 – при горном; 1:5000 – для зимних дорог. На плане дороги отображается ситуация, рельеф местности, расположенной вдоль трассы дороги шириной 100 м. Дорога состоит из прямых и кривых участков пути и представляет собой ломаную линию.

Трассой дороги называется ось дороги, расположенная в пространстве. Положение трассы определяет направление дороги, а сам процесс размещения трассы в пространстве с разработкой на местности или на карте – трассированием.

Прежде чем приступить к трассированию дороги, необходимо разработать схему размещения сети лесных дорог, выбрать и обосновать технические нормы проектирования трассы: руководящий подъем, наибольший спуск, шаг проектирования (для трудных условий трассирования определить шаг трассирования) и минимальный радиус кривых в плане.

При выборе направления трассы следует в зависимости от рельефа и ситуации наметить 2–3 варианта целесообразного продолжения трассы в полосе местности между пунктами потребления и погрузки. При оценке положительных и отрицательных сторон каждого варианта один из них принимается за основной как наиболее удовлетворяющий техническим и экономическим требованиям.

Основным принципом современного трассирования является рациональное вписывание дороги в ландшафт. Следует избегать резких переходов от кривых большого радиуса в плане к кривым малого радиуса. Радиусы сопрягающихся или расположенных неподалеку друг от друга кривых не должны отличаться более чем в 1,3–2,0 раза. Между обратными кривыми длина прямой вставки должна быть для магистралей не менее 150 м.

По трудности укладки трассу разделяют на участки: вольного хода, на которых естественные уклоны местности меньше руководящего уклона; стесненного хода, когда естественные уклоны местности больше принятой величины руководящего подъема или расчетного спуска.

Трассирование дороги выполняют в следующей последовательности:

- устанавливают фиксированные точки, через которые обязательно должна пройти трасса, и выделяют препятствия, которые нужно обойти (озера, болота, горы и т. д.);

- намечают конкурентоспособные варианты и производят их сравнение.

За проектируемый вариант принимают тот, который имеет минимальную длину и меньшее количество углов поворота.

Укладку трассы на карте начинают с участков стесненного хода (рис. 3.4) используя циркуль-измеритель, для чего определяют шаг трассирования $l_{тр}$, мм, по формуле:

$$l_{тр} = \frac{10^6 \cdot h}{M \cdot i_{тр}}, \quad (3.1)$$

где h – сечение сплошных горизонталей, м; M – знаменатель масштаба карты; $i_{тр}$ – уклон трассирования, ‰, $i_{тр} = i_p - i_{эКВ}$ – на подъемах в грузом направлении, $i_{тр} = i_{сп} - i_{эКВ}$ – на спусках в грузом направлении; i_p – руководящий уклон, ‰; $i_{эКВ}$ – эквивалентный уклон, ‰; $i_{сп}$ – максимальный спуск, ‰.

Величина $i_{эКВ}$ будет составлять: при $R < 100$ м $i_{эКВ} = 20\text{‰}$; при $R = 100\text{--}200$ м $i_{эКВ} = 10\text{‰}$; при $R > 200$ м $i_{эКВ} = 0\text{‰}$.

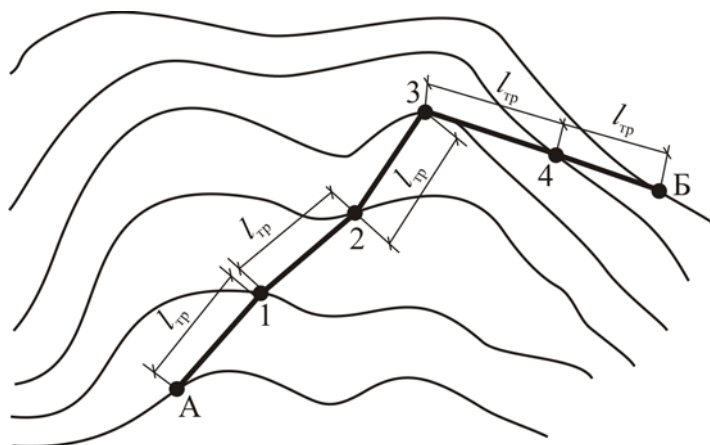


Рис. 3.4. Трассирование с заданным уклоном

После укладки трассы на трудных участках приступают к трассированию участков вольного хода, т. е. по кратчайшему расстоянию.

После трассирования трассу обозначают красной тушью и разбивают на пикеты и километры. У вершин углов поворота указывают только их номера. Величину угла поворота и элементы кривой приводят в таблице, помещенной на свободном месте плана, или выписывают вдоль кривой.

При вычерчивании плана принимается следующая толщина линий, мм: трассы – 0,8; горизонталей, кратных 5, – 0,4; остальных горизонталей – 0,2. Цифры на планах масштабов 1:2000 и 1:1000 должны иметь высоту, мм: пикеты, румбы, прямые вставки – 3; отметки съемочных точек – 1,5; горизонтали, кратные 5, начало и конец кривых – 2.

После установления окончательного направления трассы дороги разбивают пикетаж, наносят километровые знаки, измеряют величину углов поворота, определяют румбы линий и назначают радиусы кривых. На каждом углу поворота производят разбивку закруглений согласно правилам, изученным в курсе инженерной геодезии, с вычислением элементов кривой (рис. 3.5):

– длина кривой, м

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180}; \quad (3.2)$$

– дорожный тангенс, м

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad (3.3)$$

– биссектриса, м

$$B = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right); \quad (3.4)$$

– домер, м

$$D = 2T - K, \quad (3.5)$$

где R – радиус кривой, м; α – угол поворота, град.

Пикетажные значения главных точек кривой определяются по известной схеме:

$$HK = BU - T; \quad (3.6)$$

$$KK = HK + K. \quad (3.7)$$

Контроль вычислений:

$$KK = HK + 2T - D. \quad (3.8)$$

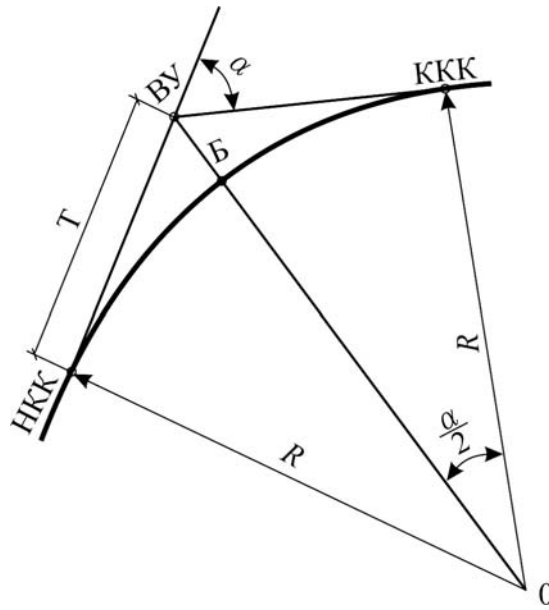


Рис. 3.5. Основные элементы круговой кривой

При трассировании дороги ведут пикетаж, определяют румбы прямых линий, устанавливают расчетом точки начала, конца и середины кривой и составляют план дороги (рис. 3.6).

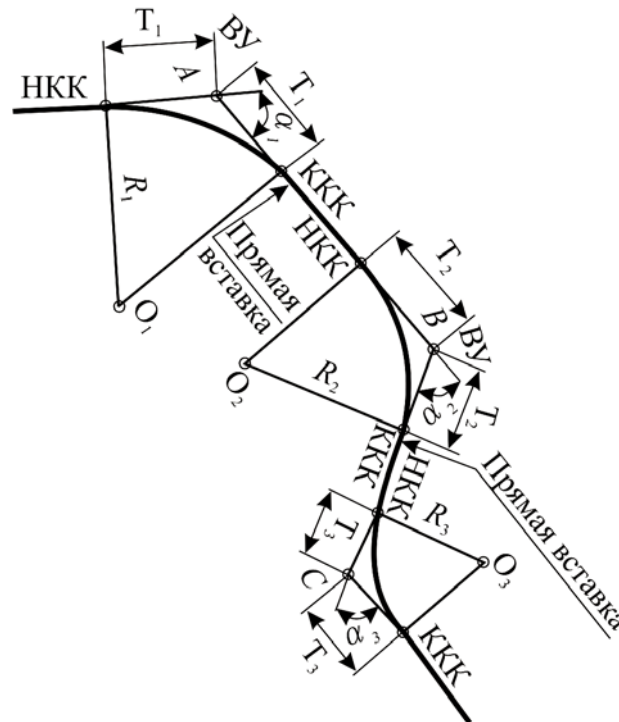


Рис. 3.6. План трассы

По полученным данным составляют ведомость кривых (табл. 3.4).

Ведомость прямых и кривых

Номер угла поворота	Вершина угла		Величина угла поворота, град		Элементы кривой, м					Начало кривой		Конец кривой		Длина прямых, м	Расстояние между вершинами углов, м	Румб прямых, град
	ПК	+	влево	вправо	R	T	K	Б	Д	ПК	+	ПК	+			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Румб начальной линии определяется по карте. Румбы последующих линий вычисляют по углам поворота. После составления ведомости прямых и кривых выполняется проверка:

1) сумма углов вправо минус сумма углов влево равна разности азимутов конечного и начального участков трассы;

2) сумма прямых и кривых равна длине трассы по пикетажу;

3) сумма прямых плюс удвоенная сумма тангенсов равна сумме расстояний между вершинами углов;

4) сумма расстояний между вершинами углов минус сумма домеров равна длине трассы по пикетажу.

После вычисления пикетажных значений главных точек кривой производится их нанесение на карту. С помощью циркуля наносят на план круговые кривые. Около кривой выписывают угол поворота и элементы кривой.

Трасса дороги на карте обозначается красным цветом сплошной жирной линией. Наносятся километровые знаки условными обозначениями и разбивается пикетаж. Углы поворотов нумеруются вдоль дороги.

3.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Продольным профилем дороги называют проекцию сечения дороги на вертикальную плоскость, проходящую по ее оси.

Продольный профиль дороги вычерчивается по установленной форме (рис. 3.7) в следующем порядке.

1. Вычерчивается нижняя часть документа (сетка).

2. В графе «Пикеты. План линии. Километры» указываются пикеты, километры, условный план линии. Углы поворотов изображаются изогнутостью вниз при левом повороте и изогнутостью вверх при правом повороте. Указывается номер угла поворота и его элементы. Указывается расстояние от начала и конца кривой до ближайшей точки (пикета или плюса). Над прямыми участками надписывается их длина, а под прямыми – направление (румб).

3. В графе «Расстояния» указываются значения при наличии плюсовых точек.

4. В графе «Отметки земли» записываются отметки земли по оси дороги (черные отметки) на каждом пикете, а также плюсовые отметки, которые определяются там, где меняется уклон местности.

5. В графе «Отметка бровки земляного полотна» указываются проектные отметки при нанесении проектной линии.

6. В графе «Уклон и вертикальная кривая» значение уклонов указывается в промилле (в целых тысячных). Записываются также радиус, длина и положение вертикальной кривой.

7. В графу «Уклоны и отметки канав и резервов» заносятся данные по проектированию продольного водоотвода.

8. В графе «Тип поперечного профиля» записывается номер типа поперечного профиля.

9. В графе «Тип местности по увлажнению» указывается номер типа местности по степени увлажнения.

10. В графу «Развернутый план дороги» заносятся данные о лесном насаждении, наличии объектов, линий связи и др. слева и справа от оси трассы дороги.

11. Параллельно линии поверхности земли и ниже ее на 2 см вычерчивается линия грунтового профиля. Места расположения шурфов и скважин назначаются в соответствии с рельефом местности и заданными грунтовыми условиями. Глубокие скважины, которые не могут быть показаны в масштабе, разрываются, и цифрой указывается глубина залегания грунтов и глубина скважины. Шурфы устраиваются глубиной до 2,0 м.

12. Определяются места устройства искусственных сооружений – мостов, труб, путепроводов. Проектируемые искусственные сооружения (их высоты) являются контрольными рабочими отметками при нанесении проектной линии на продольном профиле (от верха трубы до поверхности дорожного покрытия должно быть не менее 0,5 м).

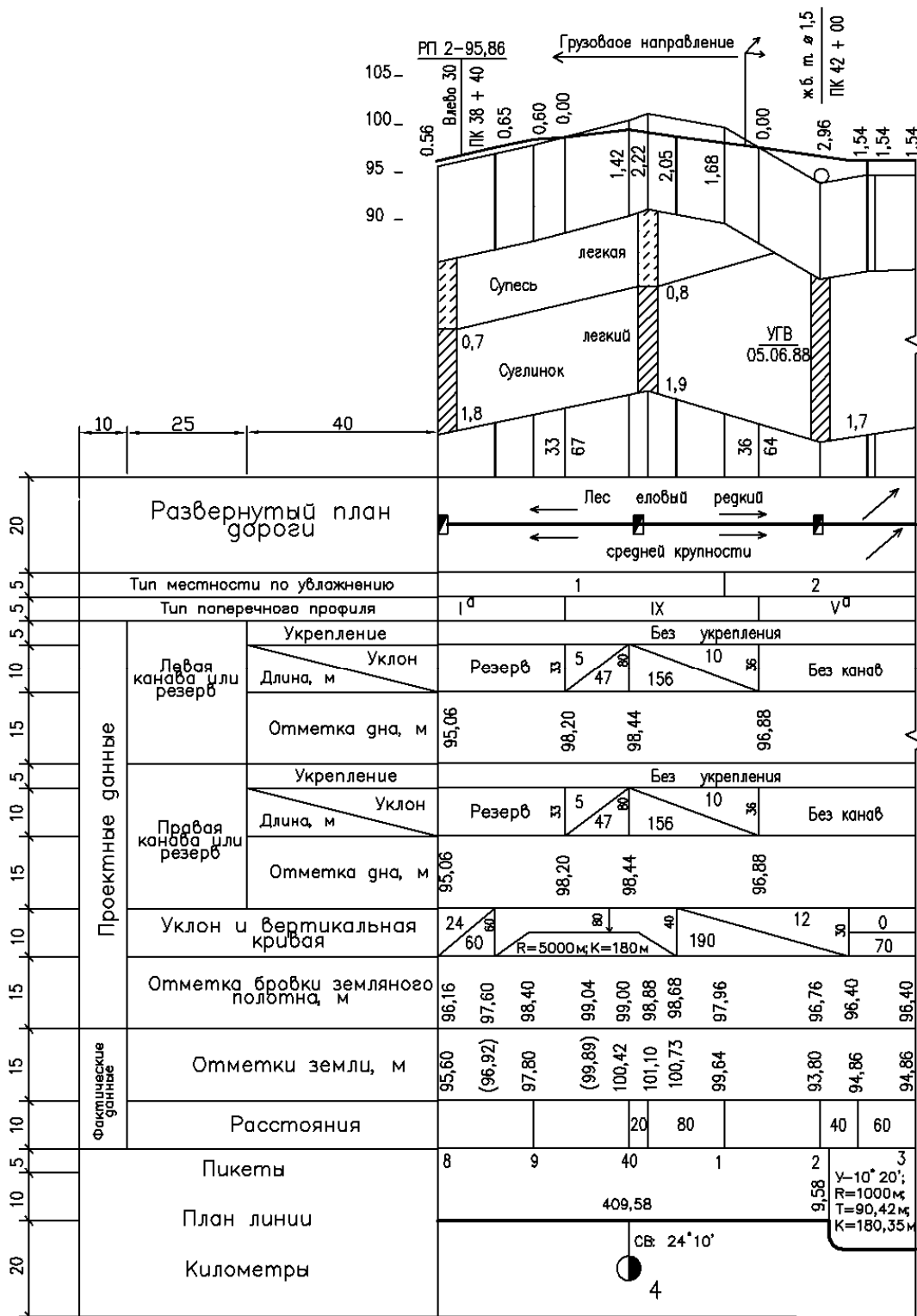


Рис. 3.7. Продольный профиль лесной дороги

Наиболее ответственной частью работы над продольным профилем является нанесение проектной линии. Приступая к проектированию продольного профиля, необходимо наметить основной принцип проложения проектной линии, зависящей от условий рельефа, грунтово-геологических, гидрологических факторов и категории дороги.

В условиях равнинного рельефа проектную линию наиболее целесообразно назначать «по обертывающей» с возвышением бровки земляного полотна отдельных участков на величину, рекомендуемую техническими условиями, в зависимости от климатических, грунтовых и гидрологических условий.

В условиях пересеченной местности или при наличии участков с уклонами местности больше допустимых по нормам для проектируемой дороги возникает необходимость проектирования по принципу «секущей».

На лесных автомобильных дорогах оптимальной является обертывающая проектная линия. Земляное полотно следует проектировать в насыпях, сводя к минимуму участки дорог с выемками. В целях снижения затрат на подготовку земляного полотна в насыпи рабочую отметку на дорогах круглогодочного действия следует назначать не менее 0,5 м, что устраняет необходимость снятия растительного слоя и корчевки пней.

Проектная линия имеет вид сопрягающихся прямых с последующим вписыванием (разбивкой) на переломах продольного профиля вертикальных выпуклых и вогнутых кривых.

Вертикальные кривые устраиваются на переломах проектной линии с алгебраической разностью смежных уклонов $\Delta \geq 15\%$ на магистрали I категории, 20% – II, III, IV категорий и 30% – на ветках и усах.

При одноименных уклонах проектной линии алгебраическая разность равна разности смежных уклонов, а при разноименных – их сумме.

Уклоны на подъемах принимают со знаком плюс, на спусках – со знаком минус.

Радиус выпуклых вертикальных кривых назначают из условия обеспечения видимости:

$$R_{\min} = \frac{S_B^2}{2d}, \quad (3.9)$$

где S_B – расчетное расстояние видимости, м; d – высота глаз водителя над поверхностью дороги, м, $d = 1,2$ м.

Минимальный радиус вогнутой кривой устанавливают исходя из предельного значения центробежной силы:

$$R_{\min} = \frac{V_p^2}{a_{\text{доп}}}, \quad (3.10)$$

где V_p – расчетная скорость движения, м/с; $a_{\text{доп}}$ – допускаемое значение центробежного ускорения, м/с², $a = 0,5$ м/с².

При аналитическом расчете вертикальных кривых проектную линию наносят в виде прямолинейных отрезков. Затем вписывают вертикальные кривые.

При сопряжении уклонов разных знаков (рис. 3.8, а) пикетажное положение вершины кривой определяется из выражения:

$$\text{ПК ВК} = \text{ПК ВУ} + 0,5(l_1 - l_2), \quad (3.11)$$

где l_1 и l_2 – длина левой и правой частей кривой.

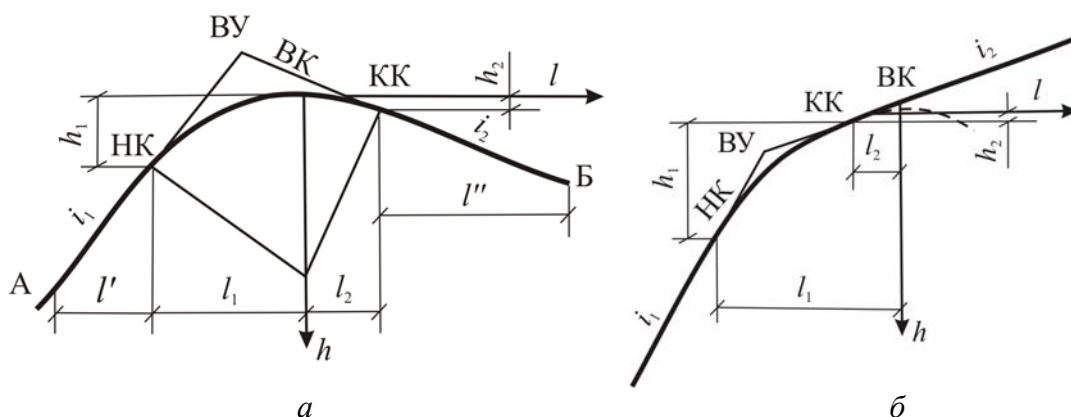


Рис. 3.8. Схемы для вычисления пикетажного положения и отметок главных точек вертикальных кривых:
а – при сопряжении уклонов разных знаков;
б – при сопряжении уклонов одного знака

Длина левой l_1 и правой l_2 частей кривой (горизонтальные проекции) определяют по формулам:

$$\begin{aligned} l_1 &= \frac{R \cdot i_1}{1000}; & l_2 &= \frac{R \cdot i_2}{1000}; \\ h_1 &= \frac{0,5l_1^2}{R}; & h_2 &= \frac{0,5l_2^2}{R}, \end{aligned} \quad (3.12)$$

где l_1 – расстояние от вершины кривой до начала кривой, м; l_2 – расстояние от вершины кривой до конца кривой, м; i_1 и i_2 – уклоны смежных линий в долях единицы; h_1 – превышение начала

кривой над ее вершиной, м; h_2 – превышение конца кривой над ее вершиной, м.

Длина кривой:

$$K = l_1 + l_2 = \frac{R\Delta i}{1000}. \quad (3.13)$$

Тангенс кривой:

$$T = \frac{K}{2} = \frac{R\Delta i}{2000}. \quad (3.14)$$

Проектные отметки главных точек:

$$НК = A \pm l' \cdot i; \quad ВК = НК \pm h_1; \quad КК = ВК \pm h_2, \quad (3.15)$$

где A – проектная отметка ближайшего к началу кривой пикета или плюса; l' – расстояние до этой точки от начала кривой. Плюс для выпуклой кривой, минус – для вогнутой.

Пикетажное положение начала кривой:

$$ПК НК = ПК ВК - l_1. \quad (3.16)$$

Пикетажное положение конца кривой:

$$ПК КК = ПК ВК + l_2. \quad (3.17)$$

При сопряжении уклонов с одинаковыми знаками (рис. 3.8, б) вершина кривой размещается вне разбиваемой кривой. В предельном случае, когда $i_2 = 0$, вершина кривой совпадает с точкой конца кривой (в этом случае $h_2 = 0$ и $l_2 = 0$).

Пикетажное положение главных точек вычисляется так:

$$\begin{aligned} ПК ВК &= ПК ВУ - 0,5(l_1 - l_2); \\ ПК НК &= ПК ВК - l_1; \\ ПК КК &= ПК ВК + l_2. \end{aligned} \quad (3.18)$$

При проектировании продольного профиля дороги одновременно подсчитывают величину проектных отметок, относящихся к бровке земляного полотна, определяют рабочие отметки мест перехода, насыпи в выемку и т. п. и заполняют графы сетки чертежа.

Последующая отметка пикета (плюса) бровки земляного полотна определяется по формуле:

$$h_{\text{п}} = h_{\text{пред}} \pm i \cdot l, \quad (3.19)$$

где $h_{\text{пред}}$ – отметка предыдущего пикета (плюса); i – уклон участка дороги; l – расстояние от предыдущей до последующей отметки пикета (плюса).

При определении местоположения точки перехода насыпи в выемку используют следующую формулу:

$$\chi = \frac{h_1 \cdot l}{h_1 + h_2}, \quad (3.20)$$

где h_1 и h_2 – смежные рабочие отметки выемки и насыпи; l – расстояние между смежными рабочими отметками.

Продольный профиль выполняется на миллиметровой бумаге в следующих масштабах: горизонтальном – 1:5000, вертикальном – 1:500, грунтовый профиль – 1:50.

При вычерчивании профиля тушью принимается следующая толщина линий, мм: сетки – 0,5; плана и осевой линии графы «Развернутый план дороги» – 0,8; ординат, соответствующих переломам проектной линии, – 0,6, пикетам – 0,4, плюсам – 0,2, проектной линии – 0,6, линии земли – 0,2, линии грунтового профиля – 0,2.

Цифры на профиле пишутся высотой, мм: километровых знаков и пикетов, кратных десяти, – 3; отметок рабочих и проектных, соответствующих переломам проектной линии, – 3; отметок черных, проектных и рабочих, соответствующих пикетам, – 3, соответствующих плюсам – 2, элементам прямых, кривых и уклонов, номеров скважин и шурфов, а также плюсовых значений ординат, километровых знаков, зданий и переездов – 2; прочие – 1,5.

Характеристика запроектированного продольного профиля должна содержать следующие данные:

- ✓ длину участка дороги, км;
- ✓ длину подъема в грузовом направлении, км;
- ✓ длину спусков, км;
- ✓ длину горизонтальных участков, км;
- ✓ руководящий подъем, ‰;
- ✓ максимальный спуск в грузовом направлении, ‰;
- ✓ протяжение участков с предельными уклонами, км;
- ✓ средний уклон, ±‰;
- ✓ шаг проектирования, м;
- ✓ радиусы вертикальных кривых: выпуклых, вогнутых, м;
- ✓ покิโลметровый объем земляных работ: насыпей, м³; выемок, м³; итого, м³.

Грунтовый профиль составляют согласно принятым данным о размещении пластов грунтов в виде шурфов и скважин.

3.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Размеры земляного полотна лесных автомобильных дорог зависят от категории дороги, типа дорожной одежды, местных погодно-климатических условий, типа местности по условиям увлажнения. Следует различать ширину земляного полотна на прямых участках (рис. 3.9) в зависимости от количества полос движения.

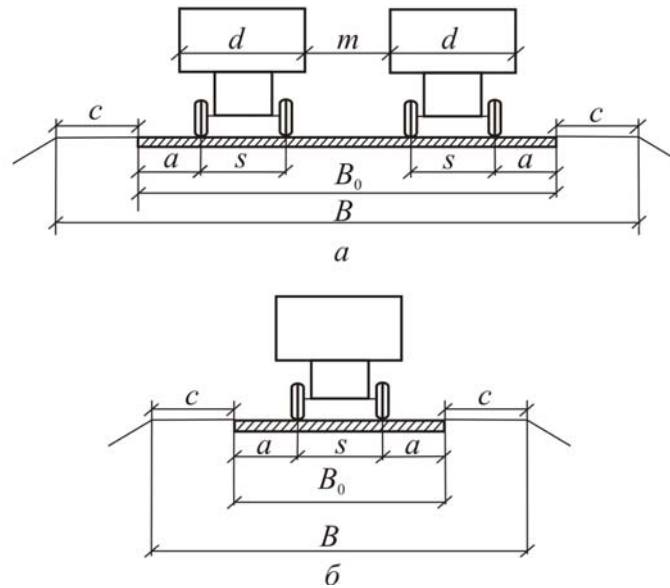


Рис. 3.9. Расчетные схемы для определения ширины земляного полотна:
a – для двухполосных дорог;
б – для однополосных дорог

Ширина земляного полотна на прямых участках определяется:

$$B = B_0 + 2c, \quad (3.21)$$

где B_0 – ширина проезжей части, м; c – ширина обочины, м.

Величина B_0 определяется следующим образом:

– для двухполосных (рис. 3.9, *a*)

$$B_0 = S + d + m + 2a; \quad (3.22)$$

– для однополосных дорог (рис. 3.9, *б*)

$$B_0 = S + 2a, \quad (3.23)$$

где S – ширина колеи расчетного автомобиля, м; d – ширина автомобиля или роспуска с учетом длины коника, м; m – минимальное расстояние между встречными автомобилями, м, $m = (0,3 + 0,27\sqrt{V}) \cdot k_{\text{ум}}$;

a – расстояние от середины колеса до кромки проезжей части, м, $a = k_{ум} \sqrt{0,1 + 0,027V}$; V – расчетная скорость движения, м/с; $k_{ум}$ – коэффициент уменьшения (для двухполосных дорог $k_{ум} = 0,8-1$; для однополосных – $k_{ум} = 1$).

Полученную расчетом по формуле (3.21) ширину земляного полотна следует сравнить с нормами (табл. 3.3) и принять за проектную большее из значений.

Земляное полотно должно иметь водосливную призму с поперечным уклоном $i_{п}$, который принимается 1–3%.

Крутизна откосов насыпей высотой до 1 м, возводимых из не скальных грунтов, получаемых из резервов, а также крутизна внутренних откосов канав или канав-резервов назначается от 1 : 1,5 до 1 : 3 в зависимости от рода грунтов, способов производства работ и применяемых средств механизации. В таких же пределах назначается и крутизна откосов выемок.

На кривых участках пути лесных автомобильных дорог предусматривают устройство виражей, уширение проезжей части и земляного полотна, сопряжение прямых и кривых участков при помощи переходных кривых. Минимальное возвышение низа дорожной одежды приведено в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Минимальное возвышение низа дорожной одежды

Виды грунтов	Над уровнем грунтовых или длительно стоящих (более 20 сут) поверхностных вод (все виды местности), м		Над поверхностью земли на участках с необеспеченным стоком или над уровнем кратковременно стоящих вод, м	
	Зона			
	II	III	II	III
Пески средние и мелкие, супеси легкие, крупные	0,7	0,6	0,5	0,4
Пески пылеватые, супеси легкие	1,2	0,8	0,6	0,5
Супеси пылеватые, суглинки легкие пылеватые и легкие	1,9	1,7	0,8	0,6
Суглинки тяжелые, глины	1,9	1,4	0,7	0,6

В целях снижения затрат на подготовку земляного полотна в насыпи рабочую отметку насыпей на дорогах круглогодочного действия следует назначать не менее 0,5 м, что устраняет необходимость снятия растительного слоя и корчевки пней.

4. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСНОЙ ДОРОГИ

Одним из наиболее важных вопросов, который необходимо решить перед освоением лесного фонда, является определение целесообразности строительства лесной дороги к отдельным выделам или их группе и погрузочным пунктам.

В настоящее время возможны варианты использования различных трелевочных машин с колесными, гусеничными и комбинированными типами движителя, при этом имеет место трелевка к погрузочным пунктам, расположенным у существующих дорог. Поэтому необходимо рассматривать условия, при которых к выделам и лесосекам целесообразно строить лесную дорогу, а не транспортировать древесину к существующей дороге трелевочными машинами.

Строительство дороги будет экономически целесообразно, если связанные с этим затраты и затраты на трелевку к погрузочным пунктам, расположенным внутри лесосеки, меньше или равны затратам на трелевку к погрузочным пунктам существующих лесных дорог.

Это условие будет иметь вид:

$$C_d \cdot l_d + \left(\frac{C_T}{\Pi_1} + C_a \cdot l_d \right) Q \leq C_B \cdot l_B + \frac{C_T}{\Pi_2} \cdot Q, \quad (4.1)$$

где C_d – себестоимость строительства 1 км лесной дороги, тыс. руб.; l_d – длина дороги, проложенной до лесосеки (выдела), км; C_T – себестоимость трелевки древесины, тыс. руб./маш.-см.; Π_1 – сменная производительность трелевочной машины при трелевке древесины к погрузочному пункту внутри лесосеки, м³; C_a – себестоимость устройства 1 км трелевочного волока, тыс. руб.; Q – общий объем выполняемых работ, м³; C_B – себестоимость строительства 1 км волоки, тыс. руб.; l_B – длина волоки, км; Π_2 – сменная производительность трелевочной машины при трелевке древесины к погрузочному пункту возле существующей лесной дороги, м³.

Сменные производительности трелевочной машины в двух рассматриваемых вариантах Π_1 и Π_2 :

$$\Pi_1 = \frac{T \cdot \varphi \cdot q}{\frac{2l_T}{v_{cp}} + t}; \quad (4.2)$$

$$\Pi_2 = \frac{T \cdot \varphi \cdot q}{\frac{2l_T + 2l_D}{v_{cp}} + t}, \quad (4.3)$$

где T – продолжительность смены, ч; φ – коэффициент использования рабочего времени; q – рейсовая нагрузка трелевочной машины, м³; l_T – среднее расстояние трелевки, м; v_{cp} – средняя скорость движения трелевочной машины с пакетом древесины и без него, км/ч; t – время простоя машины при формировании пакета и на погрузочном пункте, ч.

В обоих рассматриваемых вариантах значения T , φ , q , l_T , v_{cp} , t , C_a принимаются одинаковыми, т. к. предполагается использование однотипных трелевочных машин и автопоездов. Подставив в формулу (4.1) значения Π_1 и Π_2 и выполнив преобразования, получим:

$$Q \geq \frac{C_D - C_B}{\frac{2C_T}{T \cdot \varphi \cdot q \cdot v_{cp}} - C_a}. \quad (4.4)$$

Таким образом, строительство лесной дороги для освоения лесного фонда экономически целесообразно, если объем древесины, заготавливаемой и вывозимой с данной лесосеки по устраиваемой дороге, будет больше, чем критический объем.

Пример. В лесном фонде Пруд-Боранского лесничества необходимо освоить следующие лесосеки в кварталах 24–26, 30–32, 40 и 41. На трелевке будут использоваться тракторы ТТР-401 с чокерным оборудованием с себестоимостью маш.-см. в размере 50 тыс. руб., $C_D = 200$ тыс. руб.; $C_B = 5$ тыс. руб.; $C_T = 50$ тыс. руб.; $T = 7$ ч; $\varphi = 0,8$; $q = 2,1$ м³; $v_{cp} = 4,3$ км/ч; $C_a = 1,2$ тыс. руб.

$$Q \geq \frac{200\,000 - 5\,000}{\frac{2 \cdot 50\,000}{7 \cdot 0,8 \cdot 2,1 \cdot 4,3} - 1200} \geq 263,65 \text{ м}^3.$$

В данном случае в первую очередь необходимо строить дорогу там, где есть спелые леса. При этом, если лесной массив находится на расстоянии меньше 600 м – это два расстояния трелевки трелевочного трактора, то дорогу строить не целесообразно, а выгоднее увеличить расстояние трелевки.

В квартале 24 запас на выделе 35 составляет 220 м³, следовательно, будет осуществляться трелевка заготовленной древесины по волокам к квартальной просеке.

В квартале 25 (выделы 16 и 19) суммарный запас составляет 850 м³, однако протяженность лесной дороги равна 234,6 м, что соответствует расстоянию трелевки трелевочного трактора. Следовательно, будет осуществляться вывозка древесины по существующей лесной дороге квартала 25.

Обоснование необходимости строительства лесных автомобильных дорог приведено в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Обоснование необходимости строительства
лесных автомобильных дорог**

№ п/п	№ кв.	№ выд.	Порода	ТЛУ	Тип леса	Площадь, га	Запас на выделе	Пункт примыкания	Вывод
1	24	35	Ольха ч.	С4	Папоротниковый	0,8	220	Гр. кварталов 24 и 25	Трелевка по волокам к квартальной просеке
2	25	16	Береза	С2	Кисличный	1,3	350	Сущ. дорога кв. 25	Вывозка по сущ. дороге
	25	19	Ольха ч.	С4	Папоротниковый	2,1	500		
3	26	25	Береза	В2	Орляковый	3,7	850	Сущ. дорога кв. 26	Вывозка по сущ. дороге
	26	26	Береза	В2	Орляковый	3,0	780		
	26	31	Береза	С2	Кисличный	3,5	1120		
	26	33	Береза	С2	Кисличный	2,1	780		
4	31	1	Береза	С2	Кисличный	1,7	430	Гр. кварталов 25 и 31	Трелевка по волокам к квартальной просеке
	31	10	Сосна	А4	Долгомош	1,2	260		
5	30	18	Осина	С2	Кисличный	1,6	500	Гр. кварталов 30 и 31	Трелевка по волокам к квартальной просеке
	30	19	Береза	В3	Черничный	0,8	200		

Окончание табл. 4.1

№ п/п	№ кв.	№ выд.	Порода	ГЛУ	Тип леса	Площадь, га	Запас на выделе	Пункт примыкания	Вывод
6	25	22	Береза	С2	Кисличный	14,7	3820	Сущ. дорога кв. 32	Необходимо строительство лесной дороги
	31	3	Береза	С2	Кисличный	16,4	4100		
	31	7	Ель	С2	Орляковый	3,1	530		
	31	12	Береза	С2	Орляковый	14,1	3380		
	32	21	Береза	С2	Кисличный	18,2	4190		
	32	22	Береза	С2	Кисличный	4,6	1060		
	32	27	Береза	В2	Орляковый	3,0	690		
7	31	18	Ель	С3	Черничный	4,8	1580	Сущ. дорога кв. 31	Необходимо строительство лесной дороги
	31	24	Береза	В2	Орляковый	1,1	260		
	40	1	Береза	С2	Кисличный	3,1	740		
8	32	1	Осина	С2	Кисличный	0,6	160	Гр. кварталов 31 и 32	Трелевка по волокам к квартальной просеке
9	32	3	Береза	С2	Кисличный	7,4	2220	Сущ. дорога кв. 32	Необходимо строительство лесной дороги
	32	7	Береза	С2	Кисличный	10,3	2780		
10	32	10	Береза	В2	Орляковый	1,9	490	Сущ. дорога кв. 32	Вывозка по сущ. дороге
	32	26	Ель	С2	Орляковый	1,6	540		
11	41	10	Береза	В2	Орляковый	2,8	780	Сущ. дорога кв. 41	Вывозка по сущ. дороге

В табл. 4.2. приведен перечень кварталов, в которых необходимо построить лесные автомобильные дороги.

Таблица 4.2

Перечень лесных автомобильных дорог

№ п/п	№ кв.	№ выд.	Порода	ТЛУ	Тип леса	Площадь, га	Запас на выделе	Пункт примыкания	Протяженность лесной дороги, м
1	25	22	Береза	С2	Кисличный	14,7	3820	Сущ. дорога кв. 32	2019,80
	31	3	Береза	С2	Кисличный	16,4	4100		
	31	7	Ель	С2	Орляковый	3,1	530		
	31	12	Береза	С2	Орляковый	14,1	3380		
	32	21	Береза	С2	Кисличный	18,2	4190		
	32	22	Береза	С2	Кисличный	4,6	1060		
	32	27	Береза	В2	Орляковый	3,0	690		
2	31	18	Ель	С3	Черничный	4,8	1580	Сущ. дорога кв. 31	459,05
	31	24	Береза	В2	Орляковый	1,1	260		
	40	1	Береза	С2	Кисличный	3,1	740		
3	32	3	Береза	С2	Кисличный	7,4	2220	Сущ. дорога кв. 32	652,86
	32	7	Береза	С2	Кисличный	10,3	2780		
Итого						100,8	25350	–	3131,71

Для проведения изысканий следует выбрать самую большую по протяженности лесную дорогу с наибольшим объемом вывозки – № 1 (табл. 4.2).

Характеристика изыскиваемой лесной дороги представлена в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Характеристика лесной дороги

№ кв.	№ выд.	Длина участка, м	Азимут	Объем вывозки, м ³	Очередь строительства
Сущ. дорога кв. 25		255,025	205	3820	1
31	3	367,236	194	4100	2
31	12	561,055	135	530	1
31				3380	2
32	21	408,040	103	4190	2
32	22	326,432	118	1060	2
32	27	102,010	99	690	1
Итого		2019,800	–	4620	–

При определении очередности строительства лесных дорог в соответствии с планом развития лесного хозяйства предприятия необходимо установить, за какой период запланировано построить лесотранспортную сеть. В связи с этим могут быть два случая:

– если запланировано построить лесотранспортную сеть на 10 лет, значит, минимальный возраст рубки для основных шести хозсекций при выделении лесоэксплуатационных районов будет составлять: сосна – 81 год, ель – 81 год, дуб – 101 год, береза – 61 год, ольха черная – 51 год, осина – 41 год. В результате лесотранспортная сеть будет строиться только в спелых и перестойных лесах;

– если запланировано построить лесотранспортную сеть на 20 лет, значит, минимальный возраст рубки для основных шести хозсекций при выделении лесоэксплуатационных районов необходимо понизить на 10 лет и будет составлять: сосна – 71 год, ель – 71 год, дуб – 91 год, береза – 51 год, ольха черная – 41 год, осина – 31 год.

В результате лесотранспортная сеть будет строиться по периодам как в спелых (1–5 лет, 2–10 лет), так и в приспевающих лесах (3–15 лет, 4–20 лет), которые в течение десяти лет перейдут в разряд спелых лесов. У каждого сегмента запроектированной лесной дороги будет указан период строительства (1, 2, 3 и т. д.), который соответствует периоду наступления спелости данного участка леса.

5. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основными видами искусственных сооружений на лесовозных дорогах являются мосты и трубы.

Искусственные сооружения устраивают на пересечениях трассы дороги суходолов, оврагов и постоянных водотоков (рек, ручьев). Основной характеристикой водотока является площадь водосбора (бассейна) A , т. е. площадь территории, с которой стекает вода к автомобильной дороге в месте пересечения ею водотока.

Искусственные сооружения разделяют:

- на малые – мосты длиной до 25 м и $A \leq 100 \text{ км}^2$;
- средние – мосты длиной 25–100 м и $A \leq 100 \text{ км}^2$;
- большие – мосты длиной более 100 м и $A > 100 \text{ км}^2$.

Основными факторами, определяющими тип и размер малых водопропускных сооружений, являются рельеф местности и расход воды, притекающей к ним.

Круглые короткомерные трубы (длина звена 1,0 м) имеют внутренний диаметр: 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5 и 2,0 м. Круглые длинномерные трубы (длина звена от 3,0 до 5,0 м) имеют внутренний диаметр: 0,6; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4 и 1,6 м. На автомобильных дорогах Республики Беларусь в последнее время наиболее часто проектируют железобетонные круглые длинномерные трубы, работающие в безнапорном режиме (рис. 5.1).

Малые мосты проектируют типовыми со свайными опорами, плитными или балочными пролетными строениями.

Отверстие малого моста – расстояние в свету между береговыми опорами-стенками или конусами подходов по урезу вод при расчетном уровне воды и свободном истечении или по средней линии живого сечения при затопленном истечении.

По величине расчетного расхода определяется отверстие моста, его высота и длина (рис. 5.2).

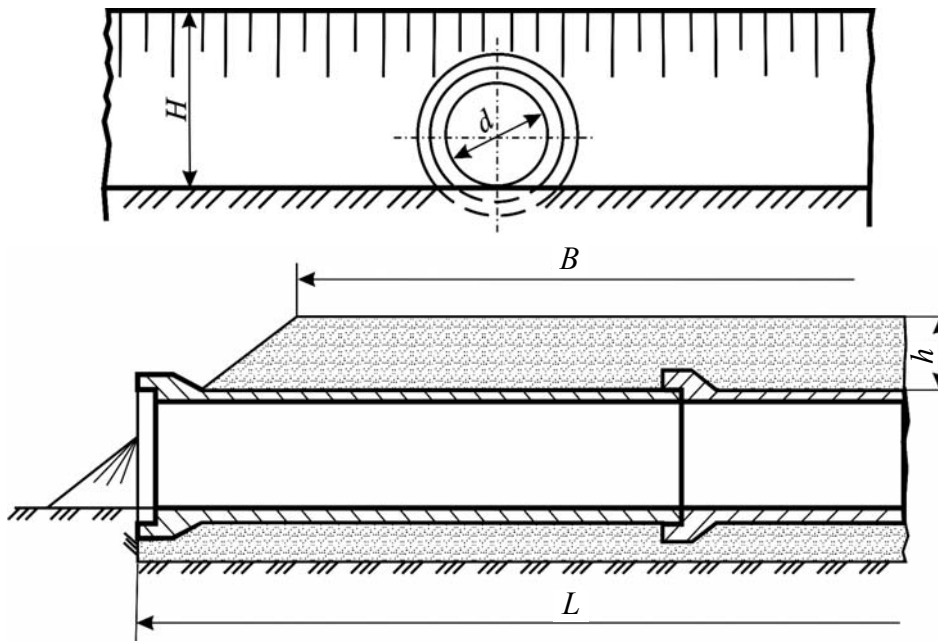


Рис. 5.1. Схема трубы

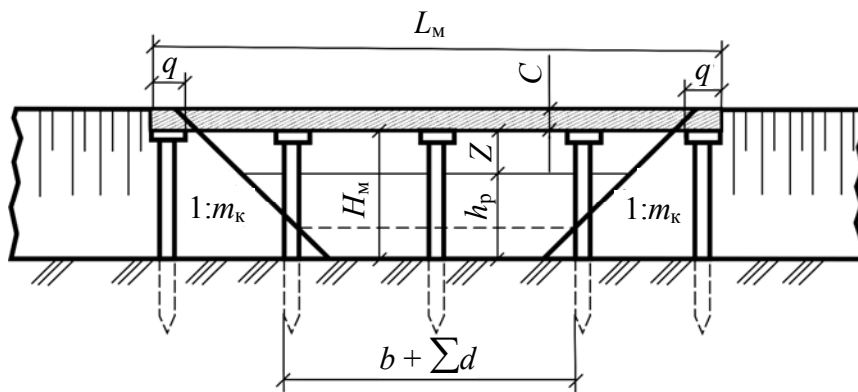


Рис. 5.2. Схема моста

5.2. УСТАНОВЛЕНИЕ ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ

После нанесения трассы дороги определяют места расположения искусственных сооружений. Затем определяют площадь водосборного бассейна. Для этого находят положение водосливных линий, по которым происходит движение воды, и намечают границы водораздельных линий, определяющих площади водосборных бассейнов.

Водосборная площадь на карте в горизонталях определяется планиметром или путем разбивки ее на элементарные геометрические фигуры, площади которых затем суммируются. Основными

показателями бассейна являются: длина бассейна l_6 , км; уклон склонов бассейна i_6 , ‰; уклон лога у сооружения $i_{л}$, ‰; площадь бассейна A , км². На рис. 5.3 показана схема определения границ водосборной площади.

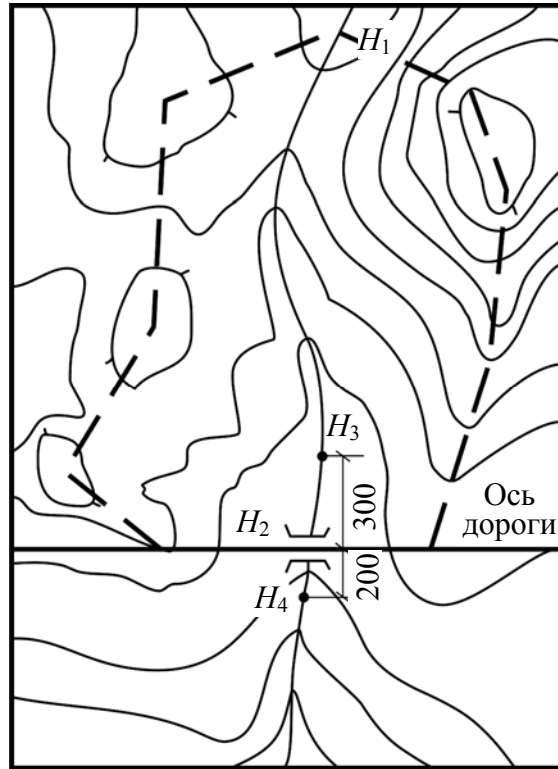


Рис. 5.3. Схема определения границ водосборной площади по карте с горизонталями

Уклон склонов на малых и односкатных бассейнах:

$$i_6 = \frac{H_1 - H_2}{l_6}, \quad (5.1)$$

где H_1 – отметка точки начала лога, м; H_2 – отметка точки лога у искусственного сооружения, м;

Уклон лога $i_{л}$ у сооружения принимают равным уклону на участке между ближайшими горизонталями, расположенными выше и ниже сооружения:

$$i_{л} = \frac{H_3 - H_4}{500}, \quad (5.2)$$

где H_3 – отметка точки горизонтали, расположенной выше сооружения м; H_4 – отметка точки горизонтали, расположенной ниже сооружения, м.

5.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО РАСХОДА ВОДЫ

Основной характеристикой, определяющей размеры искусственного сооружения, является расчетный расход воды. Для определения расчетного расхода малого сооружения определяют ливневый расход и расход во время весеннего снеготаяния. За расчетный расход принимают наибольший из двух.

Принимается вероятность превышения (ВП) для капитальных мостов малых и средних 1 раз в 50 лет (ВП 2%), для малых деревянных мостов – 1 раз в 33 года (ВП 3%), для сооружений на временных дорогах – 1 раз в 20 лет (ВП 5%), для труб – 1 раз в 50 лет (ВП 2%).

Ливневый расход Q , м³/с, определяется методом, предложенным МАДИ и Союздорпроектом, по формуле:

$$Q_{л} = 16,7 \cdot a_p \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot A, \quad (5.3)$$

где $a_p = k_t \cdot a_{\text{час}}$ – расчетная интенсивность ливня при ВП, зависящая от продолжительности ливня, мм/мин; k_t – коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к расчетной (табл. 5.1); $a_{\text{час}}$ – интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин (табл. 5.2); α – коэффициент потерь стока, зависящий от вида грунта на поверхности водосбора (табл. 5.3); φ – коэффициент редукации стока, $\varphi = \frac{1}{\sqrt[4]{10A}}$; A – площадь водосбора, км² (при $A \leq 0,1$ км² $\varphi = 1$).

Таблица 5.1

Значения коэффициента перехода к ливню расчетной продолжительности

Длина бассейна, км	Значения k_t при уклоне бассейна							
	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
0,15	4,21	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24
0,30	2,57	3,86	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24
0,50	1,84	2,76	3,93	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24
0,75	1,41	2,08	2,97	4,50	5,05	5,24	5,24	5,24
1,00	1,16	1,71	2,53	3,74	4,18	4,50	4,90	5,18
1,25	1,00	1,49	2,20	3,24	3,60	3,90	4,23	4,46
1,50	0,88	1,30	1,93	2,82	3,15	3,40	3,70	3,90
2,00	0,73	1,07	1,59	2,35	2,64	2,85	3,09	3,27
3,00	0,56	0,82	1,21	1,79	2,00	2,16	2,34	2,49
5,00	0,40	0,58	0,86	1,27	1,42	1,54	1,67	1,82
7,00	0,32	0,47	0,69	1,02	1,14	1,23	1,33	1,45
10,0	0,25	0,37	0,54	0,80	0,90	0,97	1,05	1,14
15,0	0,19	0,28	0,41	0,61	0,68	0,74	0,80	0,87

Таблица 5.2

Интенсивность ливня часовой продолжительности

Ливневые районы	Вероятность превышения, %					
	10	5	4	3	2	1
4	0,45	0,59	0,64	0,69	0,74	0,90
5	0,46	0,62	0,69	0,75	0,82	0,97
6	0,49	0,65	0,73	0,81	0,89	1,01

Таблица 5.3

Значения коэффициента потерь стока

Вид и характер поверхности	Коэффициент α при A , км ²		
	0–1	1–10	10–100
Асфальт, бетон	1	1	1
Суглинки, подзолы, серые лесные суглинки, болотные почвы	0,60–0,90	0,50–0,80	0,50–0,75
Супеси	0,30–0,55	0,20–0,50	0,20–0,45
Песчаные, гравелистые почвы	0,2	0,15	0,1

Номера ливневых районов определяют по карте ливневых районов [5].

Объем ливневого стока, т. е. количество воды, протекающее за период времени через живое сечение, определяется по формуле:

$$W = 600 \cdot a_p \frac{A}{\sqrt{k_t}} \alpha \cdot \varphi. \quad (5.4)$$

Расход во время весеннего снеготаяния Q_t , м³/с, рассчитывают по формуле:

$$Q_t = \frac{k_0 \cdot h_p \cdot A}{(A+1)^n} \delta_1 \cdot \delta_2, \quad (5.5)$$

где k_0 – коэффициент дружности половодья, $k_0 = 0,010–0,013$; h_p – расчетный слой суммарного стока, мм; n – показатель степени, $n = 7$; δ_1 – коэффициент, учитывающий наличие в бассейне озер, равный 0,9 при озерности 2–5%, 0,8 при озерности 5–10%, 0,75 при озерности 10–15%, 0,7 при озерности более 15%; δ_2 – коэффициент, учитывающий залесенность и заболоченность бассейна, принимаемый в зависимости от коэффициента β (табл. 5.4).

Для малых водосборных площадей коэффициенты δ_1 и δ_2 принимаются равными 1.

Таблица 5.4

Значения коэффициента δ_2

$\beta = 5 \frac{A_{л}}{A} + 10 \frac{A_{б}}{A} + 1$ (целые числа)	β , десятые доли				
	0	2	4	6	8
1	1,00	0,94	0,88	0,84	0,80
2	0,76	0,73	0,70	0,67	0,64
3	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54
4	0,52	0,50	0,48	0,47	0,46
5	0,44	0,43	0,42	0,40	0,39
6	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33
7	0,32	0,31	0,30	0,30	0,29

Примечание. $A_{л}$ и $A_{б}$ – площади бассейнов, занятых лесом и болотами.

Расчетный слой суммарного стока определяется при той же вероятности превышения паводка (ВП), что и для ливневого стока:

$$h_p = k_p \cdot h_{cp}, \quad (5.6)$$

где k_p – модульный коэффициент, который устанавливается в зависимости от принятой ВП (указан на кривых рис. 5.4); h_{cp} – средний многолетний слой стока, определяется по карте [5], причем для бассейнов $A \leq 100 \text{ км}^2$ вводят коэффициент 1,1 при холмистом рельефе и 0,9 – при плоском рельефе.

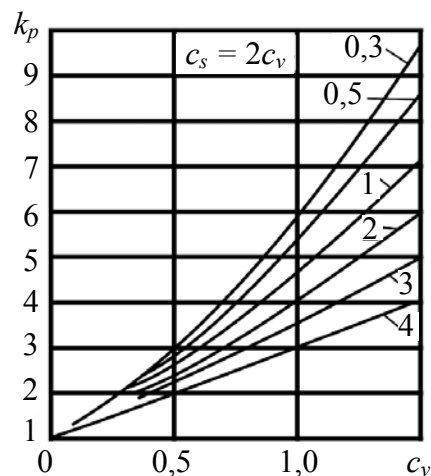


Рис. 5.4. График кривых модульных коэффициентов слоев стока

Коэффициент вариации c_v определяют по карте [5], причем для бассейнов менее 200 км^2 его значение умножают на следующие коэффициенты:

площадь бассейна, км^2	0–50	51–100	101–150	151–200
коэффициент	1,25	1,20	1,15	1,05

Коэффициент асимметрии принимают для равнинной местности $c_s = 2c_v$, для горной – $c_s = (3-4)c_v$.

5.4. ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО РАСХОДА ВОДЫ

Расчетный расход ливневых вод.

Исходные данные: район проложения трассы – Минская область; ливневой район – 5; грунт супесчаный; площадь бассейна покрыта лесом; болота и озера отсутствуют; водосборная площадь – 2 км²; средний уклон лога – 0,001.

$$Q_{\text{л}} = 16,7 \cdot a_{\text{час}} \cdot k_t \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot A,$$

где $a_{\text{час}}$ – интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин (табл. 5.2), для 5-го ливневого района (при ВП 2%) $a_{\text{час}} = 0,82$ мм/мин; k_t – коэффициент перехода от интенсивности часового ливня к его расчетной интенсивности при длине бассейна 1 км и уклоне бассейна 0,001, $k_t = 1,71$; α – коэффициент потерь стока, для супесчаного грунта $\alpha = 0,3$; φ – коэффициент редукции стока, $\varphi = \frac{1}{\sqrt[4]{10A}} = \frac{1}{\sqrt[4]{10 \cdot 2}} = 0,47$.

$$Q_{\text{л}} = 16,7 \cdot 0,82 \cdot 1,71 \cdot 0,3 \cdot 0,47 \cdot 2 = 6,6 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчетный расход талых вод:

$$Q_{\text{т}} = \frac{k_0 \cdot h_p \cdot A}{(A+1)^n} \delta_1 \cdot \delta_2,$$

где k_0 – коэффициент дружности половодья, для равнинных мест $k_0 = 0,03$; h_p – расчетный слой суммарного стока, мм; n – показатель степени, $n = 0,17$.

По карте коэффициент вариации $c_v = 0,4$, поправочный коэффициент при площади водосбора до 50 км² – 1,25, значит $c_v = 0,4 \cdot 1,25 = 0,5$, для равнинных водосборов $c_s = 2c_v$; $h_{\text{ср}}$ – средний многолетний слой стока, $h_{\text{ср}} = 80$ мм; модульный коэффициент определяем по графику от принятой (ВП) $k_p = 2,2$; $\delta_2 = 0,38$.

$$\beta = 5 \cdot \frac{2}{2} + 1 = 6.$$

$$h_p = k_p \cdot h_{\text{ср}} = 80 \cdot 2,2 = 176 \text{ мм}.$$

$$Q_{\text{т}} = \frac{0,03 \cdot 176 \cdot 2,0}{(2+1)^{0,17}} \cdot 1 \cdot 0,38 = 3,34 \text{ м}^3/\text{с}.$$

6. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Расчет малых водопропускных сооружений производится согласно нормативно-техническому документу ТКП 45-3.04-168–2009 «Расчетные гидрологические характеристики. Правила определения» и ТКП 45-3.03-192–2010 «Мосты и трубы. Правила устройства».

Рекомендуемая последовательность проведения расчета:

1) определение пикетного положения водопропускной трубы и направление стока воды;

2) определение площади водосборного бассейна. Для этого необходимо создать контур, анализируя направление движения воды. Границей площади бассейна будет линия водораздела и трассы;

3) определение длины главного лога;

4) определение суммы длин горизонталей придела бассейна.

Эти параметры являются исходными данными для расчета расходов воды, выполняемых в программе «Гидравлический расчет искусственных сооружений – трубы» (ГРИС-Т).

Применение ЭВМ позволяет найти оптимальный вариант водопропускного сооружения.

Расчет выполняется в программе ГРИС-Т, которая находится на кафедре транспорта леса. Исходные данные включают постоянные данные для всех сооружений на дороге и индивидуальные для каждого сооружения. Программа предусматривает определение ливневого и весеннего стоков, выбирает значение расчетного расхода, вычисляет бытовую глубину потока. Проектировщик имеет возможность выбрать тип сооружения (мост или трубу).

При расчете моста необходимо ввести допускаемую скорость течения воды в сооружении в зависимости от принятого типа укрепления русла. После ввода значения скорости выполняется расчет критической глубины, выбирается тип водослива и вычисляется отверстие моста. После ввода значения типового отверстия производится расчет длины и высоты моста, а также напора. Если проектировщика не удовлетворяют результаты расчета, имеется возможность задать новое значение допускаемой скорости воды в сооружении и продолжить расчет.

При расчете трубы задается режим протекания воды в трубе, определяется диаметр отверстия, соответствующий пропускной

способности по заданному режиму. После запроса необходимо округлить полученное значение до ближайшего стандартного, и затем будут выданы результаты расчета в виде таблицы. Таблица сопровождается запросом, удовлетворяют ли полученные результаты.

Исходные данные для расчета включают постоянные для всех рассчитываемых сооружений на дороге и индивидуальные для каждого сооружения.

Исходные данные, постоянные для всех сооружений:

- 1) количество проектируемых сооружений, шт.;
- 2) интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин;
- 3) коэффициент шероховатости половодья;
- 4) средний слой стока талых вод, мм;
- 5) модульный коэффициент слоя стока;
- 6) коэффициент лесистости;
- 7) показатель степени при расчете снеготаяния;
- 8) ширина земляного полотна, м;
- 9) коэффициент заложения откоса земляного полотна.

Индивидуальные данные:

- 1) расположение оси сооружения, ПК+;
- 2) площадь водосбора, км²;
- 3) длина бассейна, км;
- 4) уклон лога, ‰;
- 5) уклон бассейна, ‰;
- 6) глубина пруда, м;
- 7) показатель глубины откоса M1;
- 8) показатель крутизны откоса M2.

Существует несколько входных оголовков труб, которые принимаются во внимание при расчетах (рис. 6.1).

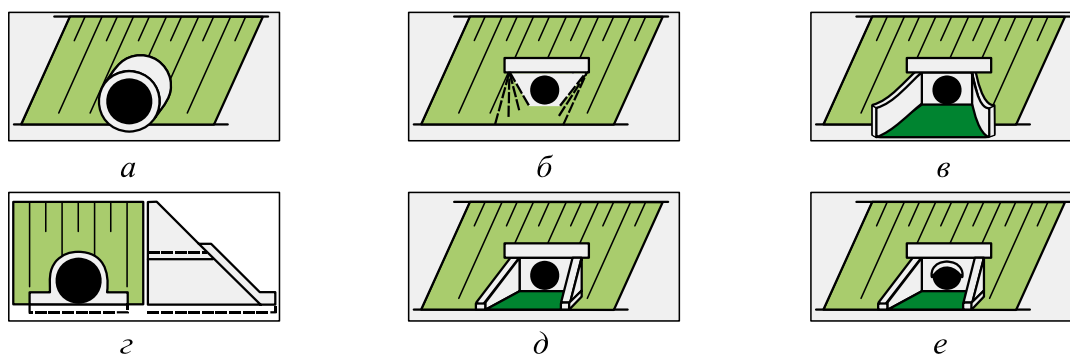


Рис. 6.1. Виды входных оголовков:

- a* – без оголовка; *б* – порталный с конусами; *в* – коридорный;
г – воротниковый; *д* – раструбный; *е* – раструбный с коническим звеном

6.1. РАСЧЕТ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

Различают три режима протекания воды в трубах: безнапорный, полунанпорный и напорный. При безнапорном режиме глубина воды на входе не превышает $H < 1,2h_B$, где h_B – высота входного сечения. При $H > 1,2h_B$ устанавливается полунанпорный режим, при $H > 1,4h_B$ – напорный режим. Схемы протекания при различных режимах показаны на рис. 6.2.

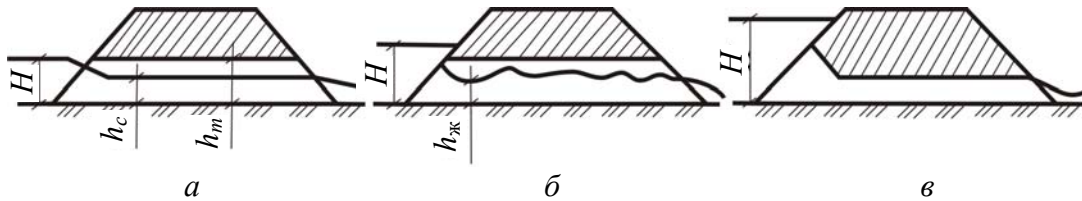


Рис. 6.2. Схема протекания потока через трубу:

a – безнапорный режим; *б* – полунанпорный режим; *в* – напорный режим

Пропускная способность труб Q_c рассчитывается по формулам:
– при безнапорном режиме:

$$Q_c = \varphi \cdot \omega_{сж.с} \sqrt{2g(H - h_c)}, \quad (6.1)$$

где φ – коэффициент скорости, $\varphi = 0,85$; $\omega_{сж.с}$ – площадь сжатого сечения, определяется при $h_c = 0,5H$; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; H – высота напора воды перед трубой; h_c – глубина воды в сжатом сечении при безнапорном режиме, м;

– при полунанпорном режиме:

$$Q_c = \varphi \cdot \varepsilon \cdot \omega_T \sqrt{2g(H - h_{сж})}, \quad (6.2)$$

где ε – коэффициент сжатия потока, $\varepsilon = 0,6$; ω_T – полная площадь сечения входа, м^2 ; $h_{сж}$ – глубина воды в сжатом сечении при полунанпорном режиме, м, $h_{сж} = 0,6h_T$;

– при напорном режиме:

$$Q_c = \varphi \cdot \omega_T \sqrt{2g[H - h_T - L_T(i_{тр} - i)]}, \quad (6.3)$$

где h_T – высота трубы, м; L_T – длина трубы, м; $i_{тр}$ – уклон трения; i – продольный уклон трубы, для круглых труб диаметром $d \leq 1,25 \text{ м}$ $i_{тр} \approx 0,007$.

Минимальную высоту насыпи определяют следующим образом:

$$H_{\min} = h_T + \delta + a, \quad (6.4)$$

где δ – толщина стенки трубы, м; a – запас высоты над трубой, $a = 0,5$ м для безнапорных режимов протекания воды в трубах и $a = 1,0$ м для полунапорных и напорных режимов протекания воды.

Длина трубы L_T определяется по формуле:

$$L_T = B + 2m(H_n - d) + 2M, \quad (6.5)$$

где B – ширина земляного полотна, м; m – коэффициент крутизны откоса насыпи, обычно $m = 1,5$; H_n – высота насыпи у трубы, м; d – диаметр трубы, м; M – длина оголовка, м ($M = 2,25$ м при $d = 1$ м; $M = 2,74$ м при $d = 1,5$ м; $M = 3,66$ м при $d = 2$ м).

Толщина стенки звена трубы:

при $d = 1$ м $\delta = 0,10$ – $0,14$ м;

при $d = 1,5$ м $\delta = 0,14$ – $0,22$ м;

при $d = 2$ м $\delta = 0,20$ – $0,24$ м.

Таблица 6.1

Ведомость искусственных сооружений

Номер сооружения	Место-положение		Тип сооружения	Наименование водотока	Площадь бассейна, км ²	Длина бассейна, км	Уклон лога, ‰	Отверстие, м	Длина моста, трубы, м
	ПК	+							

После расчета искусственных сооружений составляется ведомость (табл. 6.1).

6.2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАЛОГО МОСТА

Установление расчетной схемы протекания воды.

Протекание воды под мостом возможно по схеме свободного или несвободного истечения (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Расчетные схемы протекания воды через искусственные сооружения

Характер истечения определяется в зависимости от соотношения критической глубины потока $h_{кр}$ и бытовой глубины $h_б$.

Если $h_6 \leq 1,3h_{кр}$ имеет место свободное истечение (неподтопленный водослив), а при $h_6 > 1,3h_{кр}$ истечение несвободное (подтопленный водослив).

Критическая глубина $h_{кр}$, м, определяется в зависимости от принятой допустимой скорости течения воды под мостом V_c , принимаемой по типу укрепления русла (табл. 6.2).

$$h_{кр} = \frac{V_c^2}{g}, \quad (6.6)$$

где V_c – допустимая скорость течения воды под мостом, м²/с; g – ускорение свободного падения, площадь живого сечения, м/с².

Таблица 6.2

Допускаемые скорости течения воды, м/с

Тип укрепления	Средняя глубина потока, м			
	0,2–0,5	1,0	2,0	3,0
Без укрепления:				
супесь	0,3	0,40	0,45	0,5
суглинок	0,7	0,85	0,95	1,1
Одерновка:				
плашмя	0,9	1,1	1,3	1,4
в стенку	1,5	1,8	2,0	2,2
Каменная наброска булыжника с галькой	2,0	2,4	2,8	3,1
Грунты, укрепленные битумом	2,3	2,7	3,0	3,33
Одинокое мощение на щебне	2,5	3,0	3,5	4,0
Двойное мощение	3,5	4,5	5,0	5,5
Бетон марки В20	6,0	7,0	8,0	9,0

Бытовая глубина определяется методом подбора. Для этого на поперечниках русла задаются величиной h_6 и определяют бытовую расход Q_6 при нескольких значениях h_6 :

$$Q_6 = \omega_6 \cdot V_6 = \omega_6 \cdot c_6 \sqrt{R_6 i_{пл}}, \quad (6.7)$$

где ω_6 – площадь живого сечения, при треугольной форме водотока $\omega_6 = \frac{I \cdot h_6^2}{2}$, м²; I – сумма коэффициентов заложения откосов, $I = m_1 + m_2$; V_6 – скорость течения воды, м²/с; c_6 – скоростной множитель, $c_6 = \frac{R_6^y}{n}$; n – коэффициент шероховатости (для обычных

естественных земляных русел – 0,04, для извилистых и заросших – 0,055–0,067); y – показатель степени, равный при $R_6 < 1,0$ м $y = \sqrt{1,5n}$ и при $R_6 > 1,0$ м $y = 1,3\sqrt{n}$; R_6 – гидравлический радиус, $R_6 = \frac{\omega_6}{\chi}$; χ – смоченный периметр, $\chi = I \cdot h_6$; при треугольной форме сечения русла $R_6 = \frac{h_6}{2}$; i_n – уклон лога у сооружения в долях единицы.

Строится вспомогательный график зависимости Q_6 от глубины потока h_6 , по которому для расчетного расхода определяют h_6 (рис. 6.4).

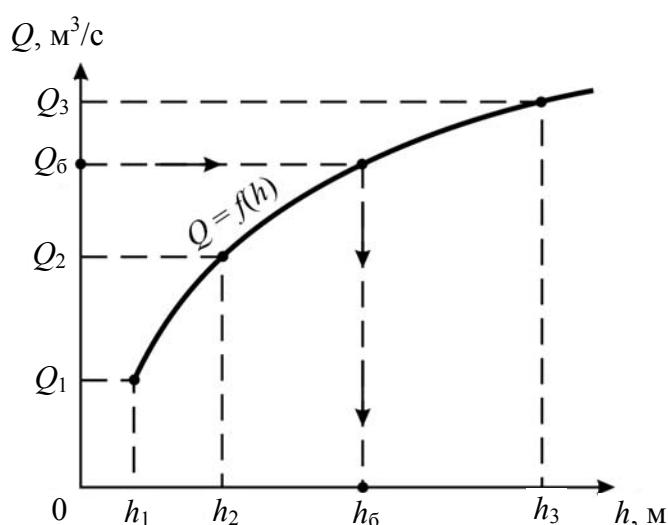


Рис. 6.4. Кривая расхода

Величину отверстия моста для свободного истечения определяют по формуле:

$$b = \frac{Q_6}{1,33\sqrt{H^3}}, \quad (6.8)$$

где Q_6 – бытовой расход воды, м³/с; H – напор воды, м, $H = 1,46h_{кр}$.

Подбирают типовой проект и уточняют величину H в связи с изменением отверстия моста b_0 :

$$H = \left(\frac{Q_p}{1,33b_0} \right)^{\frac{2}{3}}. \quad (6.9)$$

Величину отверстия моста для схемы подтопленного водослива определяют по формуле:

$$b = \frac{Q_p}{h_6 \cdot V_c}. \quad (6.10)$$

Выбирают типовое отверстие моста b_0 и уточняют подмостовую скорость потока и подпор:

$$V_0 = \frac{V_c \cdot b}{b_0}; \quad (6.11)$$

$$H = h_6 + \frac{V_0^2}{2g \cdot \varphi^2}. \quad (6.12)$$

Типовые проекты для деревянных мостов предусматривают следующие величины отверстия: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 12; 15; 20 м. Для железобетонных мостов величина пролетных строений – 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21; 24 м.

Минимальная высота моста определяется по формуле:

$$H_M = 0,88H + Z + C, \quad (6.13)$$

где Z – просвет между уровнем воды под мостом и низом пролетного строения, м (принимается равным 0,5–1,0 м); C – высота пролетного строения, м (можно принять равной 0,3–1,4 м).

С учетом полученного значения H_M корректируют отметку продольного профиля в месте перехода через водоток.

Длина моста определяется по формулам:

– при свайных опорах с заборными стенками:

$$L_M = \sum l_{пр} + \sum a, \quad (6.14)$$

где $\sum l_{пр}$ – сумма длин пролетных строений, м; $\sum a$ – сумма зазоров между пролетными строениями ($a = 0,05$ м);

– при береговых опорах с конусами:

$$L_M = b + \sum d + 2m_k(H_M - 0,5h_p) + 2q, \quad (6.15)$$

где b – отверстие, м; $\sum d$ – ширина промежуточных опор, м, при свайных опорах $\sum d = 0,35$ м; m_k – коэффициент заложения откосов конуса, $m_k = 1,5$; H_M – высота моста, м; h_p – глубина воды в сооружении при расчетном расходе, при незатопленном водосливе $h_p = h_6$, при затопленном $h_p = 0,5h_6$; q – строительный размер, для деревянных мостов 0,5–1,0 м, для железобетонных пролетных строений – 0,32–0,50 м.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Транспортная инфраструктура лесозаготовительного предприятия характеризуется размещением и густотой лесотранспортной сети и дорог общего пользования. Лесотранспортная сеть связывает места заготовки древесины с рынками круглых лесоматериалов (местным, областным, республиканским).

При развитой транспортной инфраструктуре предприятия может сокращаться общее расстояние от лесосек до потребителя, но главное – существенно сокращается расстояние вывозки по лесным дорогам (снижается стоимость заготовки древесины), вследствие чего снижаются суммарные транспортные расходы и обеспечивается регулярное транспортное освоение лесных ресурсов.

Данное освоение лесных ресурсов на лесозаготовительном предприятии может иметь несколько стадий. На первой стадии объем заготовки древесины невысокий, а преобладающий вид деятельности – лесохозяйственный (лесовосстановление, формирование в кратчайшие сроки насаждений хозяйственно ценных пород). На второй стадии, когда возрастная структура насаждений выравнивается, а доля спелых насаждений приближается к норме, заготовка древесины и все работы по воспроизводству лесов ведутся ежегодно на равновеликих площадях, что превращает лесное хозяйство в высокодоходный бизнес. Основа регулярного транспортного освоения – сеть лесных дорог постоянного действия, прорезывающая весь лесной массив. Каждый лесной квартал транспортно доступен в любое время года. Это делает все виды лесохозяйственных операций не только технологически возможными, но и экономически эффективными.

Для определения экономической целесообразности строительства лесных дорог с твердыми покрытиями следует сопоставить дополнительные инвестиции с экономией текущих производственных затрат. Эта экономия достигается не только на транспортных операциях. Хорошие дороги обеспечивают ритмичную работу всех звеньев лесозаготовительного производства. Это позволяет в максимальной степени использовать основные фонды и трудовые ресурсы, поднять уровень организации всего лесозаготовительного производства в целом. В результате себестоимость заготовки древесины снижается на 20%.

Окупаемость инвестиций в дорожные покрытия всецело зависит от протяженности дорог, приходящуюся на одну очередь транспортного освоения лесного массива. Эта протяженность минимальна при освоении лесных массивов с преобладанием спелых и перестойных насаждений. Экономически доступные древесные запасы размещены на территории такого массива компактно, равномерно, что существенно снижает величину инвестиций. Их окупаемость в зависимости от стоимости одного километра дорог может не превышать одного–двух лет. Если лесной массив продолжительное время осваивался на основе временных дорог, то положение принципиально меняется.

Чтобы перейти на постоянные дороги (без чего невозможно стабилизировать работу сырьевой отрасли лесопромышленного комплекса, внедрять интенсивные системы воспроизводства лесов), требуются большие единовременные вложения. Понятно, что срок окупаемости дорожных инвестиций в этом случае существенно увеличивается.

Предлагаемый способ предназначен для определения экономической доступности отдельно участка лесного фонда при условии существующей или запроектированной дороги до данного участка.

Для определения экономической доступности требуются следующие исходные данные:

- схема существующей либо запроектированной лесотранспортной сети предприятия;
- лесоводственно-таксационные характеристики лесонасаждений исследуемого участка;
- затраты на лесозаготовку и вывозку древесины, тыс. руб./м³;
- затраты на содержание дорог и вывозку древесины 1 м³/км, тыс. руб.;
- себестоимость товарной продукции, тыс. руб.;
- средняя стоимость реализации древесины отдельно по породам и сортам, тыс. руб.;
- стоимость строительства 1 км дорог (если требуется для освоения лесного фонда), тыс. руб.

Последовательность действий заключается в следующем:

1. Определяется запас участка на основе разработанной программы по прогнозированию расположения лесотранспортных путей на долгосрочную перспективу отдельно по породам и сортам, по таксационным характеристикам.

2. Определяется средняя стоимость реализации 1 м^3 находящейся на участке древесины Π , тыс. руб., по таксационным характеристикам, товарным таблицам и рыночным ценам (данные берутся на биржевых торгах в открытом акционерном обществе «Белорусская универсальная товарная биржа»):

$$\Pi = \frac{\sum M_{ij} \cdot \Pi_{ij}}{M}, \quad (7.1)$$

где M_{ij} – запас древесины i -й породы j -го сорта древесины, м^3 ; Π_{ij} – рыночная цена i -й породы j -го сорта древесины, тыс. руб.; M – запас древесины, находящейся на участке, м^3 .

3. Определяется прибыль с 1 м^3 древесины $\Delta\Pi$, тыс. руб.:

$$\Delta\Pi = \Pi - Z_{\text{лс}} - C_{\text{в}} \cdot L_{\text{с}}, \quad (7.2)$$

где Π – цена товарной продукции, тыс. руб.; $Z_{\text{лс}}$ – затраты на лесозаготовку и вывозку, тыс. руб.; $C_{\text{в}}$ – затраты на содержание дорог и вывозку древесины $1 \text{ м}^3/\text{км}$, тыс. руб.; $L_{\text{с}}$ – расстояние пути, требующее строительство дороги, км.

Данная зависимость справедлива, если некоторая часть дороги, по которой планируется вывозка древесины, уже существует.

4. Определяется прибыль Π , тыс. руб., получаемая от освоения всего участка:

$$\Pi = \Delta\Pi \cdot M. \quad (7.3)$$

5. Определяется рентабельность R , %, освоения участков лесных ресурсов:

$$R = \frac{\Pi}{C_{\text{тп}}} \cdot 100\%, \quad (7.4)$$

где $C_{\text{тп}}$ – себестоимость товарной продукции участка, тыс. руб.

Инвестиции необходимы только для строительства первой очереди; последующее строительство должно вестись за счет компенсационных финансовых средств. Специфика состоит в том, что обновление лесной дороги в экономическом смысле происходит не путем замены ранее построенных участков, а путем наращивания ее протяженности. Экономический износ лесной автомобильной дороги происходит путем переноса ее стоимости на древесину, заготавливаемую на непосредственно примыкающей к ней территории.

Для лесного участка, предназначенного для заготовки древесины в течение длительного периода, устанавливаются следующие нормативы:

- 1) общая протяженность лесных дорог, необходимая для полного транспортного освоения;
- 2) период полного транспортного освоения;
- 3) количество очередей, необходимых для поддержания проектной производственной мощности предприятия на заданном уровне;
- 4) средняя протяженность строительства дорог в расчете на один год периода транспортного освоения;
- 5) средняя протяженность строительства дорог в расчете на одну очередь;
- 6) средняя стоимость строительства одного километра дорог;
- 7) проектная производственная мощность по вывозке древесины.

На основе этих нормативов можно рассчитать два важнейших показателя экономики дорожного строительства: амортизационные отчисления и удельные инвестиции.

Годовая сумма амортизационных отчислений на простое воспроизводство лесных дорог получается умножением нормативов 4 и 6 ($4 \cdot 6$). Удельные инвестиции в строительство лесных дорог – произведение нормативов 5 и 6, деленное на норматив 7 ($5 \cdot 6 : 7$).

Фрагмент лесотранспортной сети Пруд-Боранского лесничества ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз» приведен на рис. 7.1.

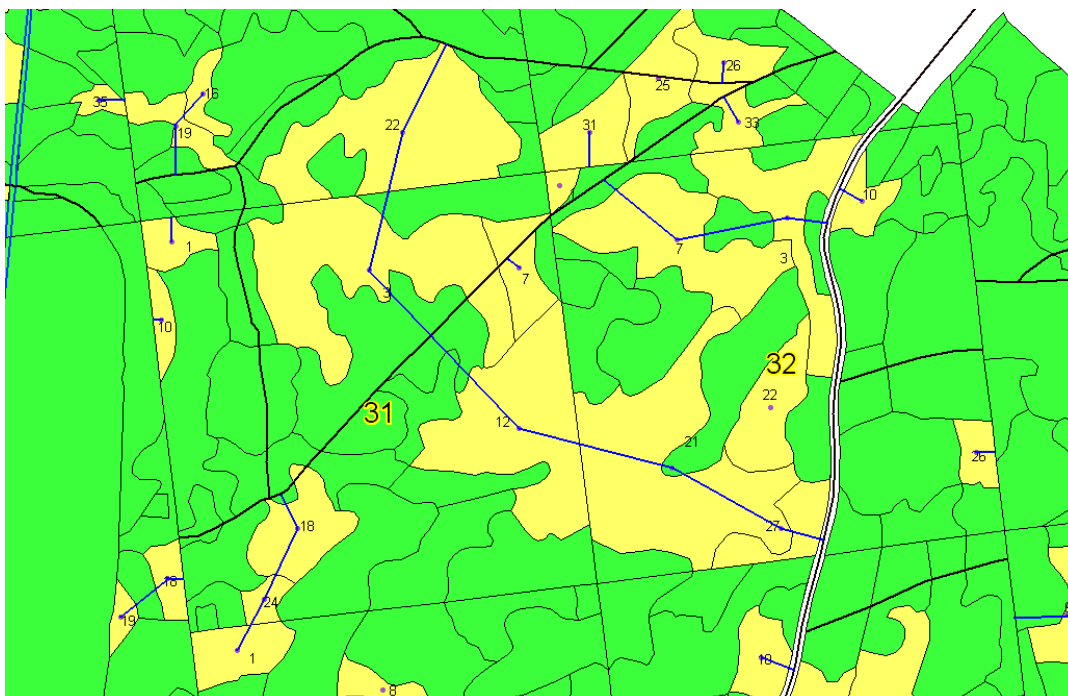


Рис. 7.1. Фрагмент лесотранспортной сети Пруд-Боранского лесничества

Нормативы, необходимые для расчета амортизационных отчислений лесных дорог, должны утверждаться соответствующими государственными органами с тем, чтобы налоговые службы могли контролировать получаемую лесозаготовителями облагаемую налогом прибыль. Последние будут ежегодно располагать амортизационным фондом, достаточным для непрерывного строительства дорог – вести это строительство за счет себестоимости продукции.

Определение экономической эффективности транспортного освоения фрагмента Пруд-Боранского лесничества ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз». За основу возьмем фрагмент лесотранспортной сети – запроектированную трассу лесной дороги (рис. 7.1), проходящую в кварталах 25, 31 и 32, и представим ее в виде табл. 7.1.

Таблица 7.1

Характеристика кварталов 25, 31 и 32

№ кв.	№ выд.	Порода	Тип условий местопроизрастания	Тип леса	Площадь, га	Объем, м ³
25	22	Береза	С2	Кисличный	14,7	3820
31	3	Береза	С2	Кисличный	16,4	4100
31	7	Ель	С2	Орляковый	3,1	530
31	12	Береза	С2	Орляковый	14,1	3380
32	21	Береза	С2	Кисличный	18,2	4190
32	22	Береза	С2	Кисличный	4,6	1060
32	27	Береза	В2	Орляковый	3	690
Итого					74,1	17 770

На основе этих данных, а также сортиментных и рентных таблиц, рассчитывается товарная структура.

В табл. 7.2 приведены повыдельные расчеты по товарной структуре древесных запасов для фрагмента Пруд-Боранского лесничества ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз».

Объем вывозимой древесины по лесной дороге в целом составляет 17 770 м³.

Для дальнейшего расчета используется свод отчетных показателей себестоимости товарной продукции лесозаготовок предприятия:

- затраты на лесозаготовку и вывозку ($Z_{лс} = 0,974$ тыс. руб./м³);
- затраты на содержание дорог и вывозку древесины 1 м³/км ($C_{в} = 1,08$ тыс. руб.);

– себестоимость товарной продукции ($C_{\text{тп}} = 51,293 \cdot 17\,770 = 911\,476,61$ тыс. руб.).

Таблица 7.2

**Товарная структура древесных запасов фрагмента
Дворецкого лесничества, тыс. руб.**

Кв.	Выд.	D, см	Порода	Крупная	Средняя	Мелкая	Дрова	Деловая	Всего
25	22	26	Береза	7 334,9	6 280,7	279,6	198,5	13 895,2	14 093,7
31	3	26	Береза	8 911,2	7 597,1	342,8	248,0	16 851,1	17 099,1
31	7	30	Ель	3 556,6	1 473,8	181,3	1,6	5 211,7	5 213,3
31	12	24	Береза	6 528,4	8 389,0	382,1	221,7	15 299,5	15 521,2
32	3	28	Береза	5 112,6	2 918,4	130,0	121,8	8 161,0	8 282,8
32	7	24	Береза	5 212,3	6 476,0	558,0	105,9	12 246,3	12 352,2
32	21	28	Береза	9 641,0	5 503,2	244,9	229,7	15 389,1	15 618,8
32	22	28	Береза	2 784,6	1 589,4	70,6	66,4	4 444,6	4 511,0
32	27	26	Береза	1 124,6	959,0	43,5	31,3	2 127,1	2 158,4
Итого				50 206,2	41 186,6	2 232,8	1 224,9	93 625,6	94 850,5

Цена товарной продукции на 1 м^3 определяется по формуле (7.1) путем деления цены всей древесины (табл. 7.2) на объем вывозки древесины по лесной дороге:

$$Ц = \frac{94\,850,5}{17\,770} = 5,34 \text{ тыс. руб.}$$

Прибыль с 1 м^3 заготовленной древесины рассчитывается согласно формуле (7.2):

$$\Delta\Pi = 5,34 - 0,974 - 1,08 \cdot 2,019 = 2,19 \text{ тыс. руб.}$$

Прибыль, получаемая от освоения всего участка, находится по формуле (7.9):

$$\Pi = 2,19 \cdot 17\,770 = 38\,916,3 \text{ тыс. руб.}$$

Рентабельность освоения участков леса определяется по формуле (7.4):

$$R = \frac{38\,916,3}{911\,476,61} \cdot 100 = 4,27\%.$$

Т. к. рентабельность освоения данного фрагмента лесного массива Пруд-Боранского лесничества ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз» положительна, то его необходимо разрабатывать в первую очередь.

8. ДОРОЖНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

8.1. ВИДЫ РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ДОРОЖНЫХ ИЗЫСКАНИЙ (ВЕДОМОСТЬ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УЧАСТКОВ)

Основные задачи, подлежащие решению при трассировании:
– рациональное размещение дорожной сети или отдельной дороги с целью получения минимальной грузовой работы лесохозяйственного транспорта при минимальных затратах на строительство в зависимости от направлений потоков лесохозяйственных грузов в перспективе, местоположения существующих путей транспорта, расположения крупных естественных (озера, болота и т. д.) и искусственных (поселки, карьеры и т. п.) преград с учетом интересов других организаций района;

– поиск наилучшего местоположения оси дороги на местности в зависимости от рельефных и инженерно-геологических условий.

В состав трассировочных работ входят:

– анализ и оценка условий дорожного строительства (рельефных, геологических, гидрологических, ситуационных и др.);

– камеральное трассирование по топографическим картам вариантов проложения дорожных трасс для полевого обследования;

– полевое обследование – рекогносцировка вариантов трассы (глазомерная, полуинструментальная или инструментальная), топографическая съемка местности для выбора основного варианта;

– установление точек ограничения трассирования на местности (обрывы, озера, болота, пересечения водотоков, коммуникаций и т. д.);

– окончательная укладка оси дороги на местности по выбранному варианту;

– полевая проектировка сложных участков, а при необходимости – переукладка отдельных участков трассы на местности.

Для стадии «Проект» допускается предварительное трассирование (прокладка теодолитного хода с топографической съемкой полосы всей дороги или ее наиболее сложных участков).

При простом рельефе и благоприятных инженерно-геологических условиях выполняют полевое рекогносцировочное обследование. В этом случае производится глазомерная съемка местности по намеченным камерально вариантам трассы дороги с выбором на местности и нанесением на картографический материал точек ограничения трассирования (контрольных точек) у естественных или искусственных препятствий, по которым корректируется камерально выбранная трасса дороги для ее окончательной укладки на местности.

В холмистой, пересеченной местности полевое рекогносцировочное обследование может осуществляться с применением буссолей, гониометров, эклиметров и других приборов.

В сложных рельефных или инженерно-геологических условиях (косогорные, водораздельные ходы, наличие большой заболоченности или сложной гидрографической сети в районе изысканий и т. д.) увязка точек, ограничивающих трассирование, для установления оптимального положения трассы дороги осуществляется, как правило, при помощи тахеометрических ходов, а при необходимости – со съемкой поперечных профилей.

Результаты полевого рекогносцировочного обследования наносятся на картографический материал (топографические карты, лесоустроительные планы, инженерно-геологические карты), а рекомендации заносятся в полевые журналы рекогносцировочных обследований. В результате инструментальной рекогносцировки вычерчиваются упрощенные продольные профили и планы линий тахеометрических ходов, а при необходимости – и поперечные профили, на основе которых корректируется положение оси дороги на местности.

Непосредственная укладка трассы магистральных лесохозяйственных дорог на местности должна осуществляться с максимальным ее приближением к экономической оси зоны тяготения, определенной в схеме транспортного освоения или на предпроектной стадии в ТЭР (ТЭО), с учетом требований акта предварительного выбора направления дороги.

Под экономической осью зоны тяготения понимается наиболее рациональное расположение трассы дороги исходя из размещения грузообразующих точек в зоне тяготения, отдельных производств, сооружений и пункта примыкания дороги.

В благоприятных рельефных условиях и если это не влечет за собой необоснованного удорожания строительства, трассы дорог II-го и III-го типа необходимо совмещать с направлениями квартальных просек.

При вольных ходах главная задача трассирования заключается в укладке трассы между выбранными на местности контрольными точками с минимальными отклонениями от кратчайшего общего направления с целью получения минимального протяжения дороги и минимальной грузовой работы транспорта.

В горных условиях сеть лесных дорог должна размещаться так, чтобы транспортировка основной массы грузов (с учетом их доставки к дороге и от нее) осуществлялась, если это технически возможно и экономически целесообразно, по кратчайшему расстоянию сверху вниз.

При соответствующем технико-экономическом обосновании в горных районах прокладка дорог может выполняться по водоразделам и через перевалы.

При напряженных ходах главная задача трассирования – преодолеть высотное препятствие с помощью заданных уклонов без потерь высот. В этом случае необходимо руководствоваться следующими правилами:

- длина трассы должна быть минимальной;
- местоположение и величина углов поворота трассы должны максимально способствовать наиболее эффективному использованию принятого для данной дороги руководящего (максимального) подъема (спуска) с минимально возможными рабочими отметками в продольном профиле дороги;
- радиусы горизонтальных кривых должны обеспечивать безопасность работы транспортных средств при заданных показателях видимости, расчетной скорости движения и габаритов транспортных средств.

При напряженных перевальных ходах, когда существующие уклоны местности в намечаемом направлении дороги равны или превышают руководящий подъем (спуск), требуется искусственное развитие трассы.

Окончательная укладка оси дороги заключается в экономичном проложении трассы отдельными прямыми линиями в наиболее благоприятных рельефных и геологических условиях между

контрольными точками. Эти точки устанавливаются у ограничивающих трассирование естественных и искусственных препятствий с целью получения минимального количества углов поворота, минимального протяжения и минимальной стоимости строительства дороги. Во всех случаях должен выдерживаться основной принцип трассирования дорог: «Нет угла, если внутри него нет препятствия».

При окончательной укладке оси дороги в пределах границ зеленых зон городов, крупных населенных пунктов, лесопарков и т. п. трасса дороги должна органично вписываться в рельеф местности. В этом случае необходимо соблюдать принципы ландшафтного проектирования лесных автомобильных дорог.

На участках с особо сложными условиями местности (при прокладке напряженных перевальных ходов по крутым, сильно пересеченным склонам, скальным косогорам, оползням, осыпям и т. д. или в плоском, густо залесенном рельефе с затрудненным водотоком, а также при пересечении сложных водотоков), когда окончательная оптимальная укладка трассы на местности к стадии «Рабочий проект» без предварительной проектной проработки затруднительна или невозможна в полевых условиях, может осуществляться полевое проектирование продольных профилей. Эти профили получают в результате камерального трассирования оси дороги по крупномасштабным топографическим планам (1:1000–1:2000), подготовленным по выполненной специально для этой цели топографической (преимущественно тахеометрической) съемке полосы будущей трассы. Ширина полосы съемки устанавливается в каждом конкретном случае самостоятельно.

Полевая проектировка продольного профиля дорог проводится с целью:

- окончательной проверки рациональности прокладки трассы дороги на местности;
- установления местоположения искусственных сооружений и сосредоточенных объемов земляных работ по возведению земляного полотна;
- уточнения заданий и объемов буровых работ по трассе и поиска сосредоточенных резервов грунта и местных дорожно-строительных материалов.

Ведомость неблагоприятных участков приведена в таблице.

Ведомость неблагоприятных участков

Участок			Характеристика участка: мезо- и микрорельеф, растительность; болото, заболоченность, периодическое, избыточное увлажнения; мероприятия по возведению земляного полотна, отводу поверхностных вод	Послойное описание торфа: степень разложения, мощность. Описание грунтов: наименование, влажность, консистенция, мощность. Уровень грунтовых вод, оглеения, ожелезнения	Типы болот и типы местности по СНиП. № резервов, их местоположение и вид грунта (мате- риала) для насыпи
от ПК	до ПК	протяжение участка, м			
7+65	8+75	110	Понижение. Лес средней густоты. Зем- ляное полотно возводить из грунта со- средоточенного резерва	Песок мелкий желтого, серого цвета средней плотности сложения, влаж- ный, с глубины 2,2 м водонасыщен- ный, мощностью до 1,8 м	Тип местности III
10+00	13+00	300	Понижение	Песок пылеватый серого цвета сред- ней плотности сложения, влажный, с глубины 1,8 м водонасыщенный, мощностью до 1,5 м	Тип местности II
14+35	18+75	440	Болото; густо заросшее мелколесьем, переходного типа, питание атмосфер- ное, грунтовое. Земляное полотно воз- водить из грунтов сосредоточенного резерва	Торф коричневого цвета, средне- разложившийся, пластичной конси- стенции, корни растений, мощно- стью до 0,9 м. Ил серого цвета мяг- копластичный консистенции мощ- ностью 0,1 м	Тип местности I
17+50	17+90	40	Понижение. Лес елово-березовый сред- ний, средней густоты. Избыточное ув- лажнение. Земляное полотно возводить из грунта сосредоточенного резерва	Почвы перегнойно-торфяные и пе- регнойные. Мощность торфа 20 см. Гумусовый слой мощностью 10 см	Тип местности II

8.2. ОСОБЕННОСТИ ИЗЫСКАНИЙ В ЗАБОЛОЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ

При проложении трассы автомобильной дороги проводят районирование территории. Примерный перечень возможных районов проложения трассы:

- равнинная или пересеченная местность;
- оползневые районы;
- заболоченные районы;
- районы карстовых образований;
- горные районы;
- участки солевых потоков, снежных лавин и обвалов;
- районы искусственного орошения засушливых земель;
- районы подвижных песков;
- районы вечной мерзлоты;
- сейсмические районы.

Трассирование автомобильной дороги в равнинной местности производят между назначенными контрольными точками, не допуская частых изломов трассы. При проложении трассы в равнинной местности выбирают для трассы местные возвышения и участки, где возможно обеспечить хороший отвод воды от земляного полотна дороги.

Трассу в пересеченной местности прокладывают по прямолинейным водоразделам, по долинам рек, на незатопляемых террасах, на склонах и косогорах. В пересеченной местности трасса должна вписываться в рельеф, огибать его крупные формы и пересекать местные неровности.

При проложении трассы автомобильных дорог высших технических категорий земляное полотно для надежной устойчивости устраивают на подстилавших оползневые массы горных породах или грунтах, расположенных ниже поверхности скольжения, прорезая оползневые склоны глубокими выемками. В этих условиях проектируют надежные меры, обеспечивающие устойчивость откосов этих выемок (поверхностный водоотвод, дренажи, подпорные стенки).

В районах карстовых образований трассированию автомобильной дороги должны предшествовать тщательные геологические обследования, в результате которых выявляют контуры карстовых районов и изучают общее геологическое строение этих районов.

Карстом называют своеобразные формы рельефа и гидрологический режим, свойственные местности, сложенной растворимыми в воде и выветривающимися породами (известняк, гипс, доломит, каменная соль и т. п.). При трассировании новых автомобильных дорог прежде всего рассматривают варианты трассы в районы из пород, не подверженных образованию карстов. Если этого полностью достичь невозможно, трассу автомобильной дороги прокладывают по наименее закарстовым участкам.

Дорога на болоте всегда находится в неблагоприятных условиях, т. е. грунты земляного полотна увлажняются, слои торфа, оставшиеся под насыпью, с течением времени сжимаются, что, в свою очередь, может вызвать неравномерную осадку и деформацию земляного полотна и разрушение дорожной одежды. При изысканиях всегда следует рассматривать возможность обхода болота, и только когда обход невозможен, затруднен, вызывает значительное удлинение и исправление трассы, то допустимо прокладывать дорогу по болоту.

В районе проектируемой дороги болота должны быть предварительно камерально изучены по топографическим, почвенным, лесоустроительным и другим планам, особое значение имеют материалы аэрофотосъемок.

Основная задача при трассировании – выбрать наилучший перепад болот, обеспечивающий прочность и устойчивость дорожного полотна при наименьших затратах. Глубину болота и свойства торфа (плотность, влажность и т. д.) определяют зондированием или при помощи бурения и взятия образцов торфа с разных глубин.

Зондирование болота ведут по наименьшим вариантам трасс через 100 м и по поперечникам на протяжении 100–200 м в каждую сторону от трассы. Окончательное направление трассы намечают в местах, в которых условия пересечения болота наиболее благоприятны. Сравнивая варианты перехода, учитывают длину участка трассы по болоту, устойчивость дорожного полотна, объемы работ по постройке земляного полотна.

Обычные обследования выполняют на болотах глубиной не более 2 м, на которых отсутствует заметное движение грунтовых вод. При большей глубине болота или течении грунтовых вод производят специальное обследование. Обычные обследования определяют также план болота, его происхождение и питание,

ширину (по трассе) и примерное очертание, глубину и рельеф дна, характер торфов, возможность отвода воды и осушения, наличие местных строительных материалов для сооружения земляного полотна. Обводненность поверхности болота является: ниже средней, когда вода стоит ниже поверхности и не прожимается при ходьбе; средней, когда вода находится близко к поверхности и прожимается при ходьбе; выше средней, когда вода стоит на поверхности болота.

При специальных обследованиях, кроме сбора указанных выше данных, производится инструментальная съемка болота в масштабе 1:2000 полосой 50–100 м в обе стороны от трассы. Сечения рельефа поверхности и дна болота должны быть через 0,5–1,0 м. Поперечники разбиваются через 50–100 м. При необходимости пересечения болот выбирается наиболее узкое и мелкое место. Следует избегать крутых склонов дна, потому что возможно сползание земляного полотна. Насыпь, прорезающая торф и уплотняющая его своей массой, может вызвать накопление воды с верховой стороны и активизировать процессы заболачивания. По отношению к направлению течения воды пересечение болот должно быть перпендикулярным. При подборе типов искусственных сооружений предпочтение отдают мостам.

9. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Инженерно-геологические обследования являются обязательным элементом проектно-изыскательских работ, связанных со строительством любых инженерных сооружений. Это обусловливается тем, что инженерно-геологические условия оказывают в большинстве случаев, особенно при дорожном строительстве, решающее влияние на размещение и конструкцию проектируемых сооружений, технологию производства строительных работ и стоимость строительства.

Основная задача инженерно-геологических обследований – изучение инженерно-геологических условий территории строительства с целью получения необходимых материалов для проектирования, строительства и эксплуатации лесных дорог.

Состав и содержание инженерно-геологических обследований определяются заданием с учетом степени сложности инженерно-геологических условий, конструктивных особенностей лесной дороги.

Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных строительных решений зданий и сооружений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по данному фактору. В этом случае должны быть увеличены объемы или дополнительно предусмотрены только те виды работ, которые необходимы для выяснения влияния на проектируемые здания и сооружения именно данного фактора.

Инженерно-геологические обследования обычно включают: сбор, изучение и обобщение имеющихся материалов о природных условиях района строительства по изысканиям прошлых лет, а также данные об опыте строительства и эксплуатации дорог; инженерно-геологическую съемку трассы дороги, промышленных площадок, мостовых переходов; поисковые, разведочные полевые работы; лабораторные исследования; камеральную обработку материалов и составление технического отчета.

Объем и детальность инженерно-геологических обследований (технико-экономическое обоснование, задание на проектирование, рабочий проект, рабочая документация) определяются нормативными документами.

При выполнении инженерно-геологической рекогносцировки должно составляться заключение, в котором приводятся: сведения

о составе, объемах, методах, сроках выполнения и исполнителях работ; краткая характеристика физико-географических условий района строительства, инженерно-геологической изученности и инженерно-геологических условий вариантов трассы с их оценкой; предварительная оценка естественного развития физико-геологических процессов и возможных изменений геологической среды под воздействием строительства и эксплуатации сооружений; рекомендации по проведению последующих инженерно-геологических изысканий. К заключению также прилагают: таблицы результатов лабораторных исследований образцов грунтов и проб подземных вод; схематический обзорный план (карту-схему) района с указанием вариантов размещения предполагаемых направлений трассы, карты фактического материала; схематические геолого-минералогические карты участков изысканий в масштабе не менее 1:25 000; геолого-литологические разрезы и колонки горных выработок по вариантам.

Инженерно-геологические изыскания на стадии разработки рабочего проекта или рабочей документации производятся только на окончательно выбранной трассе дороги. Особое внимание при этом обращается на изучение происхождения, состава, физико-механических свойств грунтов, степени их устойчивости, гидрологической и гидрогеологической характеристик местности, обеспеченности района строительства местными строительными материалами.

Инженерно-геологические обследования подразделяются на подготовительные, полевые и камеральные работы.

Подготовительные работы сводятся к составлению хорошо обоснованной программы изысканий. В этот период подбирается состав изыскательской партии, необходимое оборудование, материалы и т. д. Тщательно изучаются все имеющиеся материалы по району строительства, что дает возможность сократить объемы, сроки и стоимость полевых работ.

Полевые работы включают горноразведочные и опытно-исследовательские работы, стационарные наблюдения, комплексную инженерно-геологическую съемку, лабораторные анализы грунтов и полевую камеральную обработку материалов.

Камеральные работы частично выполняются в полевой период и оканчиваются после проведения всех полевых и лабораторных исследований.

Описание грунтов вдоль трассы проектируемой лесной дороги и характеристика резерва представлена в таблице.

Ведомость поикетного описания грунтов

Участок			Рельеф, растительность, грунтово-геологические условия участка (по характеристике, выработке, грунты, пластичность, консистенция и др.)	Гидрогеологические и гидрологические особенности: поверхностный сток, уровень грунтовых вод, оглеения, тип местности и др.	Мероприятия по устройству земляного полотна, резервы, при-трассовые или сосредоточенные, вид грунта, крутизна откосов	Примечание (конструктивные особенности существующей дороги)
от ПК+	до ПК +	протя-жен-ность				
0+03	2+77	274	Рельеф относительно ровный. Лес средней густоты. Почвенно-растительный слой мощностью 0,25 м. Пески мелкие, серого цвета, средней плотности сложения	Поверхностный сток обеспечен. Подземные воды до глубины 2,5 м не вскрыты. Тип местности I	Земляное полотно возводить из грунта сосредоточенного и при-трассовых резервов. Крутизна откоса 1:1,5	Существующей дороги нет
2+77	8+00	523	Повышение. Кустарник. Сенокос. Почвенно-растительный слой мощностью от 0,3 до 0,4 м. Пески мелкие, желтого и серого цвета средней плотности сложения, маловлажные, супеси, суглинки красно-бурого, серого цвета пластичной консистенции	Поверхностный сток затруднен	Земляное полотно возводить из грунта сосредоточенного резерва и кювет-каналов. Крутизна откосов 1:1,5	Существующей дороги нет
8+00	20+19	1219	Рельеф участка относительно ровный. Лес средний, мелкий, кустарники. Почвенно-растительный слой мощностью от 0,1 до 0,3 м	Поверхностный сток обеспечен. Подземные воды вскрыты на глубине 1,1 м (скважина 14). Тип местности I	Возведение земляного полотна из кювет-резервов и сосредоточенного резерва грунта	Существующей дороги нет

ПРИЛОЖЕНИЕ

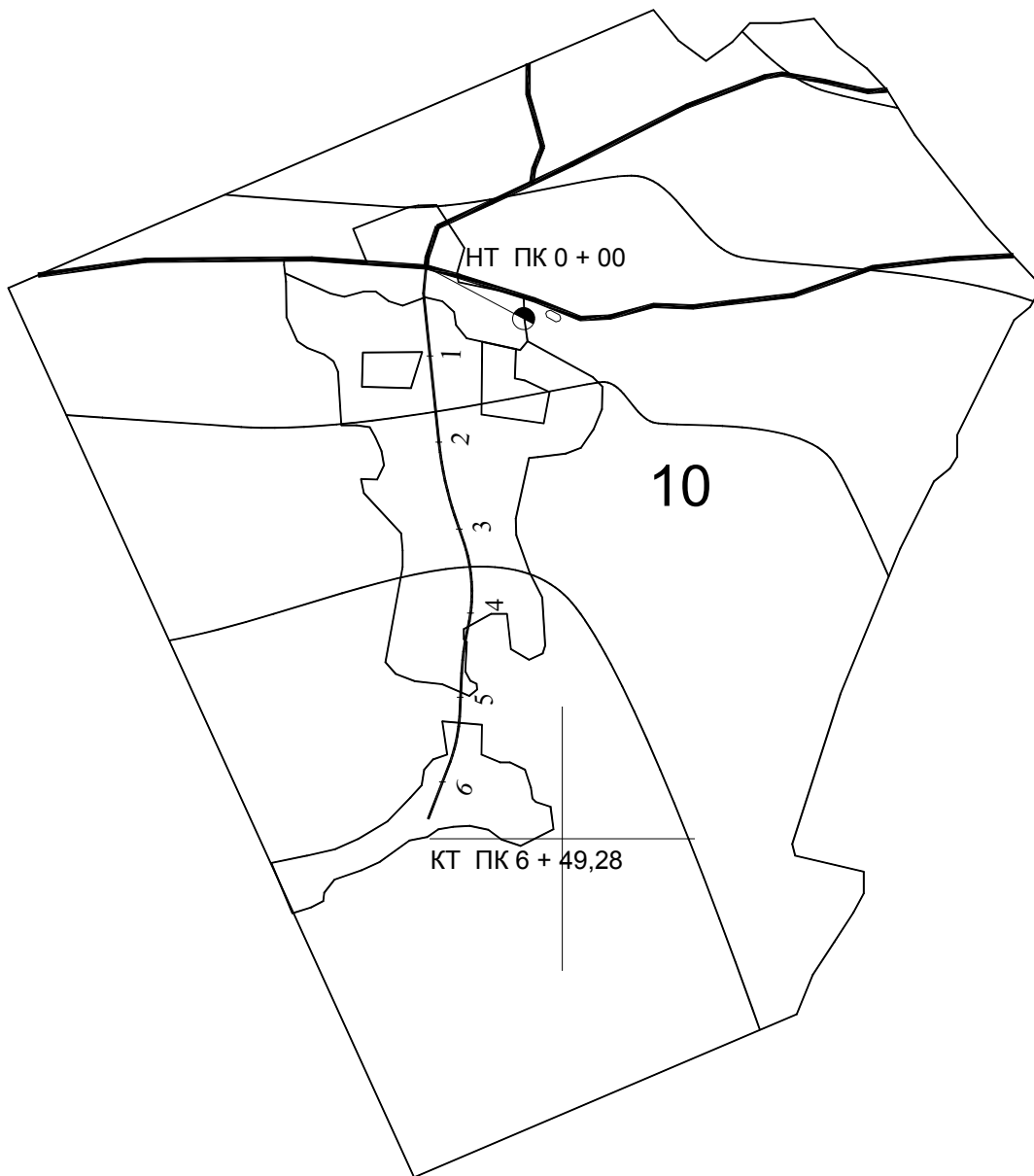


Рис. П1. План трассы лесной автомобильной дороги

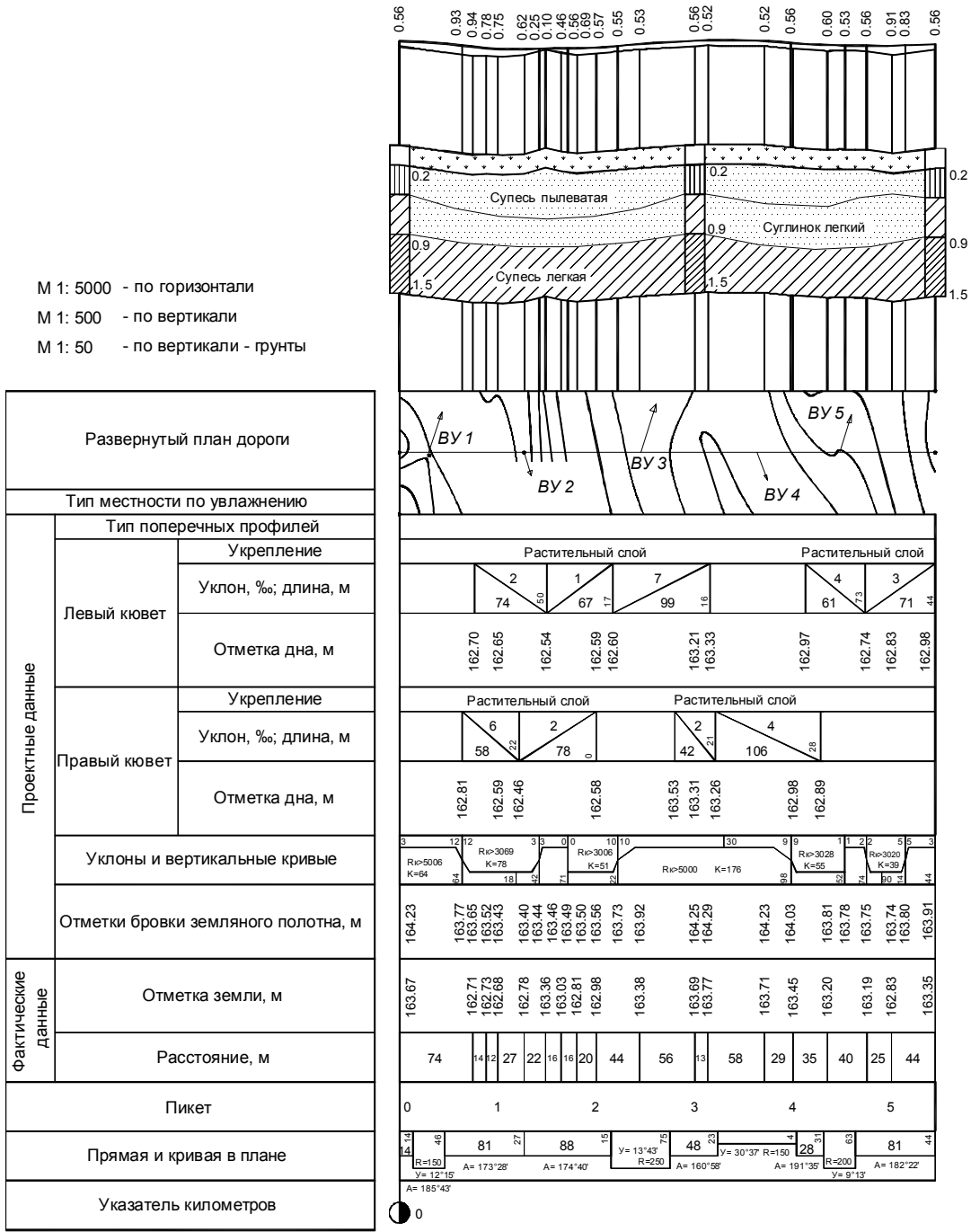
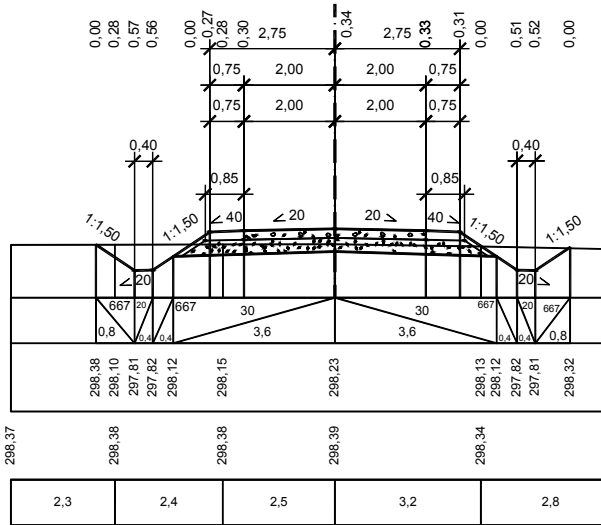


Рис. П2. Продольный профиль лесной автомобильной дороги

ПК 1+0,00

М 1:100 - по горизонтали
 М 1:100 - по вертикали

Проектные данные	Уклон, %, длина, м
	Отметка земляного полотна, м
Фактические данные	Отметка земли, м
	Расстояние, м



ПК 1+50,00

М 1:100 - по горизонтали
 М 1:100 - по вертикали

данные	Уклон, %, длина, м
	Отметка земляного полотна, м
данные	Отметка земли, м
	Расстояние, м

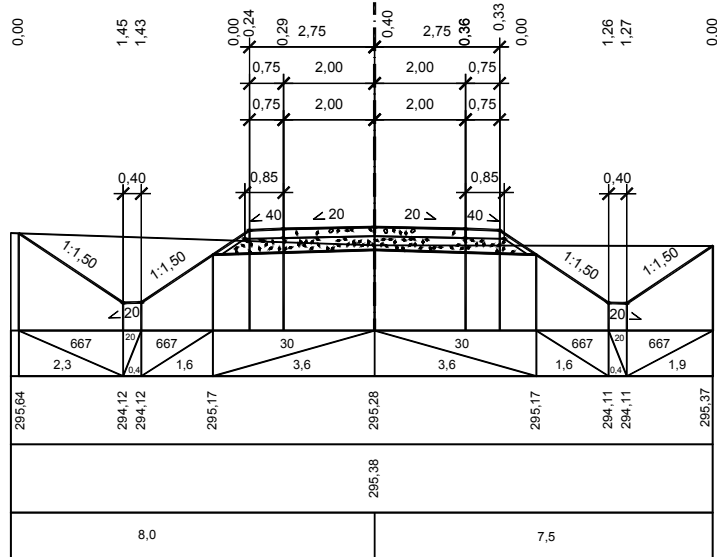


Рис. ПЗ. Поперечные профили лесной автомобильной дороги

ЛИТЕРАТУРА

1. Вырко, М. П. Праектаванне лесавозных дарог: вучэб. дапаможнік для студэнтаў спецыяльнасці 1-46 01 01 «Лесайнжынерная справа» / М. П. Вырко, П. А. Лышчык. – Мінск: БДТУ, 2004. – 307 с.
2. Вырко, Н. П. Сухопутный транспорт леса: учебник для студентов / Н. П. Вырко. – Минск: Выш. шк., 1987. – 437 с.: ил.
3. Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок: учеб. пособие для студентов специальности 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело» / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск: БГТУ, 2004. – 180 с.: ил.
4. Лыщик, П. А. Лесовозные автомобильные дороги. Техника изысканий: учеб. пособие для студентов вузов / П. А. Лыщик. – Минск: БГТУ, 2003. – 133 с.
5. Сухопутный транспорт леса: метод. указания к курсовому проекту для студентов специальности 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело» специализации 1-46 01 01 01 «Технология промышленных производств» / сост.: П. А. Лыщик, Г. С. Корин. – Минск: БГТУ, 2009. – 92 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	4
2. СОСТАВ ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ ПАРТИИ.....	7
3. РАЗМЕЩЕНИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В ЛЕСНОМ МАССИВЕ	11
3.1. Разработка схемы транспортного освоения	11
3.2. Выбор и обоснование основных технических условий проектирования лесной автомобильной дороги	17
3.3. Проектирование плана дороги	19
3.4. Проектирование продольного профиля земляного полотна	23
3.5. Проектирование поперечных профилей земляного полотна	30
4. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСНОЙ ДОРОГИ.....	32
5. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	38
5.1. Общие положения	38
5.2. Установление водосборной площади	39
5.3. Определение расчетного расхода воды	41
5.4. Пример определения расчетного расхода воды.....	44
6. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ	45
6.1. Расчет водопропускных труб.....	47
6.2. Гидравлический расчет малого моста.....	48
7. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ	52
8. ДОРОЖНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ.....	58
8.1. Виды работ по проведению дорожных изысканий (ведомость неблагоприятных участков)	58
8.2. Особенности изысканий в заболоченной местности.....	63
9. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	66
ПРИЛОЖЕНИЕ	69
ЛИТЕРАТУРА	72
	73

ИЗЫСКАНИЕ ЛЕСНЫХ ДОРОГ И ГИДРОЛОГИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Методические указания

Составители:

Лыщик Петр Алексеевич
Бавбель Евгения Ивановна

Редактор *П. В. Васильцова*
Компьютерная верстка *П. В. Васильцова*
Корректор *П. В. Васильцова*

Подписано в печать 01.04.2013. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,3. Уч.-изд. л. 4,4.
Тираж 50 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.