

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**МЕЛИОРАТИВНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра сельского строительства и обустройства территорий**

СОГЛАСОВАНО

Председатель методической комиссии  
мелиоративно-строительного факультета  
\_\_\_\_\_ (Д.В. Кольчевский)  
20.01.2015 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан мелиоративно-строительного  
факультета  
\_\_\_\_\_ (В.И. Желязко)  
20.01.2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДОРОГИ»**

для специальности:

**1-74 04 01 – Сельское строительство и обустройство территорий**

Составитель: старший преподаватель Д.С. Дубяго

**РАССМОТРЕН И УТВЕРЖДЕН**

на заседании Научно-методического совета УО «БГСХА»  
протокол № 8 от 27.05.2015г.

**Горки 2015 г.**

УДК 625.711.2 (075.8)  
ББК39.311 (я73)  
Д79

Рассмотрен и рекомендован к утверждению:  
Кафедрой сельского строительства и обустройства территорий (протокол № 5/14 от 23.12.2014г.)  
Методической комиссией мелиоративно-строительного факультета (протокол № 5 от 20.01.2015г.)

**Дубяго Д.С.**

**Учебно-методический комплекс по дисциплине «Внутрихозяйственные дороги»** для студентов специальности 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – 216с

В учебно-методическом комплексе изложены: содержание учебного материала в соответствии с учебной программой дисциплины, рекомендуемая литература, курс лекций, методические указания по выполнению курсового проекта, методические указания по проведению занятий, вопросы для контроля знаний студентов, тесты по дисциплине.

Таблиц 27. Рисунков 19. Библиографий 22.

Рецензенты: И.Г. МАЛКОВ, доктор архитектуры, профессор, академик Белорусской академии архитектуры, завкафедрой «Архитектура» БелГУТ, Т.М. ГАЙКЕВИЧ, директор проектного бюро «Дельта» ЧУПП Прометей.

УДК 625.711.2 (075.8)  
ББК39.311 (я73)  
Д79

Составление Д.С. Дубяго  
Учреждение образования  
«Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА</b>	4
1.1 Актуальность изучения дисциплины	4
1.2 Цель и задачи учебной дисциплины	6
1.3 Требования к освоению учебной дисциплины	6
1.4 Методы и технологии обучения	7
1.5 Организация самостоятельной работы студентов	8
<b>2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b>	9
2.1 Учебные пособия	9
2.2 Обеспеченность студентов учебной литературой по учебной дисциплине по данным библиотеки академии	9
2.3 Тематический план лекций	10
2.4 Конспект лекций	11
2.5 Тематика курсового проекта	137
2.6 Темы дипломных проектов	138
2.7 Перечень тем, выносимых на самостоятельное изучение	139
2.8 Демонстрационный материал	141
<b>3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b>	141
3.1 Методические указания проведению практических занятий	141
3.2 План практических занятий	142
3.3 Методические рекомендации по выполнению курсового проекта	143
<b>4 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ</b>	185
4.1 Вопросы к зачету	185
4.2 Вопросы по контролю текущей успеваемости	187
4.3 Критерии оценок результатов учебной деятельности	190
4.4 Перечень рекомендуемых средств диагностики	191
4.5 Перечни заданий и контрольных мероприятий управляемой самостоятельной работы студентов	192
4.6. Вопросы для проверки остаточных знаний у студентов	192
4.7 Рекомендации по текущему контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации	214
<b>5 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ</b>	215
5.1 Литература основная	215
5.2 Литература дополнительная	215

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Актуальность изучения дисциплины

Автомобильная дорога – это комплекс линейных и сосредоточенных технических сооружений с технико-экономическими параметрами, которые должны обеспечивать безопасные, комфортные и экономичные условия движения автотранспортных средств с расчетными скоростями и нагрузками в любые периоды года в течение заданного срока их эксплуатации. В условиях постоянного износа поверхностей их конструкций, их физического и морального старения, непрерывного роста нагрузок, актуальна реконструкция, модернизация и новое строительство дорог. В связи с этим важным является первоначальное грамотное проектирование автомобильных дорог, применение совершенных методов и алгоритмов расчета, новых конструктивных решений, особенно дорожной одежды и систем против переувлажнения земляного полотна.

Дороги с твердым покрытием на селе являются одним из основных условий улучшения бытового и культурного обслуживания сельского населения. Отсутствие дорог в сельских районах приводит к значительному повышению потерь сельскохозяйственной продукции. Это связано с сезонностью работ, которые необходимо выполнять в сжатые сроки (проведение сева, уборка урожая и др.). Несоблюдение сроков сева снижает урожайность, а срыв сроков вывоза урожая приводит к значительным его потерям и снижению качества.

В связи с тем, что внутрихозяйственные дороги относятся к массовым объектам, реализация в проектах новых направлений позволяет экономить огромные материальные и финансовые ресурсы. Поэтому важно, чтобы в процессе обучения студент освоил современные и перспективные теоретические методы расчета и приобрел практические навыки проектирования внутрихозяйственных автомобильных дорог.

Состояние и уровень развития автомобильных дорог непосредственно влияют на основные экономические показатели, валовой национальный продукт, доходы бюджета и уровни цен и занятости населения.

Автомобильные дороги являются важнейшей частью транспортной системы, которая в значительной степени определяет экономическое, социальное и культурное развитие государства. Этому способствует и географическое положение Республики Беларусь, расположенной на перекрестке транзитных трансъевропейских магистралей.

Современные автомобильные дороги представляют собой сложные инженерные сооружения. Их проектируют и строят таким образом, чтобы автомо-

били могли реализовать свои динамические качества при нормальном режиме работы двигателя. В течение всего года дорожная одежда должна быть прочной, противостоять динамическим нагрузкам, передающимся на нее при движении автомобилей, быть ровной и нескользкой.

Дороги подвержены активному воздействию многочисленных природных факторов (промерзание и оттаивание, увлажнение выпадающими осадками, грунтовыми водами и водой, притекающей с придорожной полосы и т.п.).

Автомобильные дороги на мелиорируемых землях приходится, как правило, возводить в сложных инженерно-геологических условиях на территориях с широким распространением биогенных грунтов, характерной особенностью которых является сильная деформируемость и малая прочность. Кроме того, при строительстве и эксплуатации дорог требуется учет дополнительных требований в сравнении с требованиями к дорогам общей сети.

Интенсивность движения на таких дорогах после окончания строительства часто бывает незначительной, но вместе с тем такие дороги должны обеспечивать проезд в любой период года, а в "пиковых" ситуациях – с большей интенсивностью. Для дорог на мелиорируемых землях среднегодовые грузопотоки относительно небольшие, однако в периоды проведения сельскохозяйственных работ они значительные. Кроме того, эти дороги должны быть увязаны с общей сетью дорог. При размещении дорожной сети в плане, кроме учета возможных направлений вывозки урожая, доставки удобрений, наличия населенных пунктов, существующих дорог общего пользования, границ землепользователей, полей севооборотов и др., необходимо учитывать размещение мелиоративной сети и регулирующих сооружений, которые, как правило, выполняют и функции переездных сооружений.

Эти особенности работы дорог должны учитывать проектировщики, строители, работники эксплуатационной службы, которые обязаны обеспечить нормальную круглогодичную службу дороги в течение длительного времени.

Программа разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСРБ 1-74 04 01 2008 «Сельское строительство и обустройство территорий».

Дисциплина относится к вузовскому компоненту, осваиваемым студентами специальности 1-74 04 01 «Сельское строительство и обустройство территорий».

Освоение дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении дисциплин «Архитектура и планировка сельских населенных мест», «Инженерная геодезия», «Строительные материалы и изделия», «Инженерная графика», а также отдельных разделов высшей математики, физики и химии.

## 1.2 Цель и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций по основам проектирования внутрихозяйственных дорог, в том числе переходов через постоянно действующие и временные водотоки, внутрихозяйственных производственных площадок, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основными задачами изучения дисциплины является: освоение принципов обоснования размещения сети внутрихозяйственных дорог, современных методов проектирования и расчета их конструкций с учетом использования местных строительных материалов.

## 1.3 Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные компетенции (СЛК) предусмотренные в образовательном стандарте ОСРБ 1-74 04 01 «Сельское строительство и обустройство территорий».

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических профессиональных задач;

АК-2. Владеть сравнительным анализом;

АК-3. Уметь работать самостоятельно;

АК-4. Владеть междисциплинарным подходом при решении задач;

АК-5. Иметь навыки, связанные с работой на компьютере;

СЛК-1. Обладать способностью к межличностным коммуникациям;

СЛК-2. Уметь работать в коллективе.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательным стандартом ОСРБ 1-74 04 01 «Сельское строительство и обустройство территорий»:

ПК-1. Выполнять технико-экономическое обоснование вариантов размещения сети внутрихозяйственных автомобильных дорог и производственных площадок;

ПК-2. Разрабатывать проекты автомобильных дорог категории 1-С, 2-С, 3-С и производственных площадок;

ПК-3. Анализировать эффективность принятых решений по развитию сети внутрихозяйственных дорог и принимать решение по оптимизации их структуры.

ПК-4. Анализировать соответствие схем размещения и конструкций внутрихозяйственных автомобильных дорог современным и перспективным технико-экономическим требованиям и принимать решения по их совершенствованию и развитию.

ПК-5. Уметь работать с научной, технической и патентной литературой.  
Для приобретения профессиональных компетенций ПК-1 – ПК-5 в результате с изучения дисциплины студент должен

**знать:**

- принципы размещения сетей внутрихозяйственных автомобильных дорог;
- элементы автомобильных дорог в плане и поперечных сечениях;
- методы расчета элементов автомобильных дорог;
- принципы выбора местоположения и конструктивные решения внутрихозяйственных производственных площадок;
- конструкции поперечного и продольного водоотвода на дорожной сети;
- природоохранные мероприятия при проектировании, строительстве и эксплуатации дорожной сети;

**уметь:**

- пользоваться техническими и нормативными правовыми актами;
- проектировать сети внутрихозяйственных автомобильных дорог и внутрихозяйственные производственные площадки;
- конструировать и рассчитывать элементы автомобильных дорог.

#### **1.4 Методы и технологии обучения**

Особенностью дисциплины является комплексность теоретических знаний и практических навыков по расчету и конструированию внутрихозяйственных дорог и производственных площадок.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать блочно-модульную технологию обучения с рейтинговым контролем знаний студентов.

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных занятиях путем проблемно-вариативного изложения с использованием дедуктивно-поисковой диалектики;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;
- проектные технологии, регламентированные техническими нормативными правовыми актами, реализуемые при разработке курсового проекта.

Теоретические основы дисциплины даются на аудиторных лекциях, практические – на практических занятиях, при выполнении курсового и дипломного проектов, в период прохождения производственной практики.

В процессе изучения дисциплины используется демонстрационный материал и изучение дорожных конструкций.

Практические навыки приобретаются на практических занятиях и при выполнении курсового проекта, работы с производственными проектами и нормативной литературой, и закрепляются при прохождении производственной практики.

Дисциплина преподается как на дневной, так и на заочной форме обучения.

### **1.5 Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины является обязательной внеаудиторной формой получения профессиональных и закрепления академических компетенций.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в форме решения индивидуальных задач во время аудиторных практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с графиком учебного процесса;
- управляемая самостоятельная работа в виде выполнения индивидуальных заданий с консультациями преподавателя;
- разработка курсового проекта по индивидуальному заданию с вариативной сложностью.



## 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Учебные пособия

1. С л а в у ц к и й, А.К. Сельскохозяйственные дороги и площадки / А.К. Славуцкий, В.П. Носов. 2-ое изд. М.: Агропромиздат, 1986. – 4 шт.
2. Б о й ч у к, В.С. Проектирование сельскохозяйственных дорог и площадок / В.С. Бойчук. М.: Агропромиздат, 1989. – 9 шт.
3. Б а б к о в, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. Ч.1; Учебник для ВУЗов. Изд. 2-ое. Транспорт, 1987. – 11 шт.
4. Б а б к о в, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. Ч. 2; Учебник для ВУЗов. Изд. 2-ое. Транспорт, 1987. – 11 шт.
5. Б у с е л, А.В. Ремонт автомобильных дорог / А.В. Бусел. Учеб. пособие. Мн.: Арт Дизайн, 2004. – 1 шт.
6. Ш у л я к о в, Л.В. Внутрихозяйственные дороги и площадки / Л.В. Шуляков, В.Н. Основин. Учебн. пособие: Мн.: Ураджай, 1999. – 75 шт.

### 2.2 Обеспеченность студентов учебной литературой по учебной дисциплине по данным библиотеки академии

#### Основная

1. С л а в у ц к и й, А.К. Сельскохозяйственные дороги и площадки / А.К. Славуцкий, В.П. Носов. 2-ое изд. М.: Агропромиздат, 1986. – 4 шт.
2. Б о й ч у к, В.С. Проектирование сельскохозяйственных дорог и площадок / В.С. Бойчук. М.: Агропромиздат, 1989. – 9 шт.
3. ТКП 45-3.03-19-2006. Автомобильные дороги. Минстройархитектуры. Минск. 2006. – 1 шт.
4. ТКП 45-3.03-227-2010. Улицы населенных пунктов дороги. Строительные нормы проектирования. Минстройархитектуры. Минск. 2010. – 1 шт.
5. Б а б к о в, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. Ч.1; Учебник для ВУЗов. Изд. 2-ое. Транспорт, 1987. – 11 шт.
6. Б а б к о в, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. Ч. 2; Учебник для ВУЗов. Изд. 2-ое. Транспорт, 1987. – 11 шт.
7. Б у с е л, А.В. Ремонт автомобильных дорог / А.В. Бусел. Учеб. пособие. Мн.: Арт Дизайн, 2004. – 1 шт.
8. Ш у л я к о в, Л.В. Внутрихозяйственные дороги и площадки / Л.В. Шуляков, В.Н. Основин. Учебн. пособие: Мн.: Ураджай, 1999. – 75 шт.
9. Дубяго Д.С., Шуляков Л.В. Внутрихозяйственные автомобильные дороги. Методические указания по выполнению курсового проекта / БГСХА. – Горки, 2010. – 120 шт.

## Дополнительная

10. Дороги местного значения. Под ред. Г.А.Кузнецова. М.: Агропромиздат, 1986. – 2 шт.
11. Шуляков Л.В., Основин В.Н. Грунтоведение и строительные материалы. Лабораторный практикум. Горки, 1986. – 80 шт.
12. Л е о н о в и ч, И.И. Испытание дорожно-строительных материалов / И.И. Леонович, В. А. Стрижевский, К.Ф. Шумчик. Учебн. пособие. Мн.: Выш. шк., 1991. – 1 шт.
13. Л е о н о в и ч, И.И. Дорожная климатология / И.И. Леонович. Учебник: Мн.: БНТУ, 2005. – 1 шт.
14. Основин В.Н., Шуляков Л.В., Дубяго Д.С. Справочник по строительным материалам и изделиям. Изд. 5-е. – Ростов на Дону: Феникс, 2006. – 5 шт.
15. Шуляков Л.В., Основин В.Н. Общие сведения об автомобильных дорогах: Учебное пособие, БГСХА. – Горки: 2002. – 5 шт.
16. Шуляков Л.В., Основин В.Н. Классификация автомобильных дорог: Учебное пособие / БГСХА. – Горки. 2002. – 5 шт.
17. Шуляков Л.В. Развитие, состояние и перспективы дорожного строительства в Республике Беларусь: Лекция. – Горки: БГСХА, 2004. – 5 шт.
18. Шуляков Л.В., Белясов В.И., Основин В.Н. Внутрихозяйственные автомобильные дороги. Программа учебной практики / БГСХА. – Горки, 2005. – 5 шт.
19. Шуляков Л.В. Дорожно-экологический мониторинг: Лекция. – Горки: БГСХА, 2006. – 5 шт.
20. Шуляков Л.В. Воздействие транспортного шума на окружающую среду: Лекция. – Горки: БГСХА, 2006. – 5 шт.
21. Шуляков Л.В. Проектирование дорожных одежд: Лекция. – Горки: БГСХА. 2007. – 5 шт.
22. Бабаскин Ю.Г., Вербило И.Н. Технология дорожного строительства: Учеб. пособие. – Мн.: БНТУ, 2003– 1 шт.

### 2.3 Тематический план лекций

Дисциплина является практико-ориентированной с глубоким изучением теоретического курса. Поэтому программой предусматривается равновесное распределение лекционных и практических занятий с закреплением профессиональных компетенций в ходе производственной практики. Итоговая проверка полученных знаний и умений производится на зачете.

Предусматривается следующее распределение учебного времени: лекции – 32; практические занятия – 32; самостоятельная управляемая работа студентов – 92 часа.

Примерное распределение часов по темам представлено в таблице.

#### Примерное распределение часов по темам занятий (лекции)

№ тем	Название тем	Всего часов
1	2	3
1.	Введение. Общие сведения о дорогах	2
2.	Классификация автомобильных дорог	2
3.	Размещение и элементы дороги в плане	2
4.	Элементы продольного профиля дороги	4
5.	Элементы поперечного профиля дороги	2
6.	Конструкция земляного полотна	2
7.	Конструкции дорожных одежд	4
8.	Переходы через водотоки	2
9.	Пересечения и примыкания	2
10.	Обустройство дорог и защитные дорожные сооружения	2
11.	Дороги и улицы сельских населенных пунктов	2
12.	Внутрихозяйственные дороги на мелиоративных землях	2
13.	Площадки агропромышленного назначения	2
14.	Охрана окружающей природной среды	2
	Итого:	32

## 2.4 КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### ТЕМА 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

#### 1 Развитие дорожного строительства

Издревле через белорусские земли осуществлялись экономические, военные, культурные связи. Дорожные традиции Беларуси уходят своими корнями во времена образования Полоцкого, Туровского, Пинского, Мстиславского княжеств и Великого Княжества Литовского (VII–IX). Занимая важное географическое положение, Беларусь издревле служила перекрестком первостепенных транзитных дорог с запада на восток и с севера на юг. По ее же территории проходил вошедший в историю путь из варяг в греки, связывающий Скандинавские страны с Ближним Востоком.

Поначалу древние трассы использовались преимущественно для перемещения боевых колонн и обозов, ведения военных действий. Устройство дорог ограничивалось расчисткой лесных троп, прокладкой жердевых или бревенчатых настилов в болотистых местах и к поселениям людей. Грунтовые

дороги прокладывались преимущественно по более сухой местности с отводом воды.

С развитием общества, его материальной культуры возникла потребность в создании сети благоустроенных дорог, связывающих города с другими населенными пунктами и обеспечивающих движение по международным торговым путям. К середине XVI века дороги получают государственный статус. В сводах законов (статусах) 1588 года появляются нормы, по сути регулирующие дорожное движение, параметры дорог, правила пользования ими.

Дальнейшее формирование сети автомобильных дорог относится ко второй половине XVII века, когда была учреждена почтовая служба. Одной из первых появилась почта по дороге Москва – Вильно. Через Смоленск и Минск почтовые отправления доставлялись из конца в конец за 21 день.

В этот же период рост грузоперевозок вызвал необходимость мощения дорог камнем. Долгое время каменные мостовые служили наиболее прочной дорожной одеждой. Технология сооружения мостовых была простой: по выровненному уплотненному песчаному основанию плотно укладывались специально подобранные к обработанные камни высотой 15 – 20 сантиметров. Затем их засыпали песком, утрамбовывали и поливали водой.

Исключительным для России того времени было становление комплексного дорожного строительства именно в белорусских губерниях. Это во многом способствовало хозяйственному развитию городов, товарообмену с соседними губерниями. В 1773 году на территории Белоруссии была начата, а в 1780-м завершена прокладка прямолинейных широких дорог, называвшихся тогда "аллеями". Они разделялись на главные почтовые, губернские, уездные и большие проезжие.

Благоустройство дорог в Белоруссии конца XVIII века, осуществлявшееся с помощью воинских команд и путем взимания больших налогов и штрафов, служило примером для других губерний Российского государства.

В ходе дальнейшего развития дорожной сети учитывались требования, предъявляемые к удобству и скорости перемещения по дорогам. Каменные мостовые площадей и улиц городов продолжались щебеночными покрытиями на загородных участках дорог. В XVIII веке прочно укореняется термин "шоссе". В начале XIX века пассажирское сообщение между городами, осуществляемое акционерными компаниями дилижансов, становится регулярным, и через Белоруссию прокладываются два важных для Российской империи шоссе: Москва – Варшава и С.-Петербург – Киев, общей протяженностью на белорусской территории 1150 километров. Дороги обустраиваются почтовыми домами, как правило, каменными, а также стационарными гостиницами на расстоянии 15–25 верст друг от друга, где содержались перекладные лошади и жили ямщики. Скорость передвижения в сутки в теплое время года составляла 60–80 километров для дилижансов, 40–50 – для перекладных повозок и 15–20 – для ломовых грузовых подвод.

Однако действовавшее веками правило, согласно которому строительство дорог осуществлялось за счет дорожной повинности, было разорительно и по экономическим мотивам неприемлемо для зарождавшейся буржуазии. И вот в 1833 году в России издается закон, по-иному определяющий основные требования к устройству и содержанию дорог в государстве, определена сеть главных дорог, установлена постоянная полоса отвода.

Дороги подразделялись на пять классов:

I класс – главных сообщений (государственные);

II класс – больших сообщений;

III класс – обычных почтовых сообщений, губернские;

IV класс – обычных почтовых сообщений, уездные;

V класс – сельские и полевые.

Принятая классификация дорог сохранилась вплоть до 1918 года.

Вторая половина XIX века характеризуется началом активной прокладки железнодорожных путей сообщения и резким уменьшением строительства дорог важных сообщений. Это, в свою очередь, изменило подход к проектированию дорог важных сообщений: максимально удешевлялись работы, отказывались от длинных прямолинейных трасс, характерных для времен Екатерины II, таких, например, как Белорусский тракт на перегонах Витебск – Орша – Могилев и Довск – Гомель.

Появление автомобилей на дорогах Белоруссии относится к началу XX столетия. Их насчитывалось тогда около 300 единиц.

Накануне первой мировой войны по территории Белоруссии проходили следующие важнейшие дороги: С.-Петербург – Динабург – Ковно; Москва – Смоленск – Минск – Брест – Варшава (обе первого класса); С.-Петербург – Витебск – Киев – Одесса; Вильно – Гродно – Белосток; Рига – Полоцк – Витебск – Смоленск; Могилев – Житомир (все четыре – второго класса).

Протяженность дорожной сети с твердым покрытием (белое щебеночное покрытие и булыжные мостовые) на территории Белоруссии в канун первой мировой войны составляла 2041 километр, их состояние оценивалось как образцовое. Остальные дороги представляли собой естественные грунтовые пути, совершенно не пригодные для автомобильного транспорта, а в период весенне-осенней распутицы – и для гужевого.

С развитием городов и дорожной сети появились мосты и водопропускные трубы как неотъемлемая часть путей сообщения. Единственным материалом, который веками применялся при строительстве мостов, было дерево. К сожалению, его недолговечность, а также многочисленные войны, административные и ведомственные изменения не способствовали сохранению вещественных исторических памятников.

В ходе первой мировой и гражданской войн дорожная сеть Белоруссии была разрушена едва ли не полностью. Становление транспортного хозяйства начиналось с гужевых транспортных контор, имевшихся во всех городах

к осуществлявших до 1922 года практически все перевозки в условиях полной остановки движения по железным дорогам.

В первые годы Советской власти все дороги и водные пути были переведены на новую метрическую систему измерения расстояний: версты и сажени заменялись километрами и метрами, верстовые столбы – километровыми.

Метрическую конвенцию Россия подписала еще в 1875 году, но новая система была введена в качестве обязательной только декретом СНК РСФСР от 14 октября 1918 г.

После окончания военных действий перед страной встала задача: за короткий срок восстановить хозяйство, в том числе привести в проезжее состояние основные гужевые дороги и восстановить разрушенные мосты, начать строительство новых дорог.

До 1923 года в СССР, в том числе и Белоруссии, сооружались в основном грунтовые дороги. Начал внедряться опыт их постройки механизированным способом. Пионерами здесь были военно-дорожные отряды, а затем работы выполнялись управлениями местного транспорта. При этом единственным средством механизации были прицепные грейдеры, волокуши. Строительство дорог в этот период осуществлялось при активном участии местного населения, с использованием конной тяги, лопат, мотыг, кирок, носилок и других простейших приспособлений. Работы велись сезонно, стадийно, с использованием ранее построенных дорожных одежд в качестве оснований.

К концу 1928 года сеть шоссейных дорог была восстановлена до довоенного уровня. Основным видом транспорта по-прежнему оставался гужевой.

В 1920 – 1930 годах понятие об автомобиле связывалось исключительно с городом. В сельской местности машина считалась редкостью, ничтожны были и междугородные автомобильные перевозки. К концу 1928 года на территории БССР имелось 380 автомобилей, в том числе 139 легковых, 97 грузовых и 144 специальных.

В 1925 году осуществляется регулярное автобусное движение по маршрутам Минск – Червень, Минск – Острошицкий городок, Борисов – Зембин, Слуцк – Тимковичи, Слуцк – Бобруйск, Могилев – Чаусы, Могилев – Пропойск, Гомель – Чериков общим протяжением 575 километров.

Начиная с первой пятилетки (1928 – 1929 г.), ведет отсчет своей истории автомобильная отрасль СССР, в том числе и Белоруссии. Ее становление идет вместе с другими хозяйственными сферами: промышленной, аграрной, строительной, добывающей. Процесс стимулировался постоянным повышением бытовых потребностей населения республики.

Однако на местах еще не хватало ремонтных мастерских, шиномонтажных пунктов, бензоколонок, ощущался острый дефицит кадров. Тем не менее рост автомобильного парка Белоруссии продолжался.

К началу Великой Отечественной войны ведущее место в перевозках грузов по-прежнему занимал железнодорожный транспорт. На его долю приходилось 93 % грузооборота и 68 % объема доставки грузов, на долю авто-

транспорта – 28 % от общего объема перевозок, на долю речного – 4 %. Большую роль в перевозках все еще играл гужевой транспорт: в республике насчитывалось 250 тысяч активно используемых телег.

Организация отечественного производства автомобилей и широкое использование их во всех отраслях народного хозяйства потребовали значительных капитальных вложений в дорожные работы. При этом строящиеся автомобильные дороги должны были отвечать новым требованиям автотранспорта.

В 1928 – 1933 годах в Белоруссии построено более 4 тысяч километров новых дорог, из них 30 процентов – с твердым покрытием (гравийные, белое шоссе и булыжные мостовые). Важное значение имели такие дороги, как Минск – Червень, Минск – Слуцк, Мозырь – Калинковичи, Минск – Бобруйск, Минск – Дзержинск.

В 1936 году завершено строительство таких важных для республики автомагистралей, как Минск – Могилев и Могилев – Бобруйск, заасфальтирована дорога Минск – Орша (часть автомагистрали Москва – Минск). Любопытно, что к прокладке новых дорог по-разному относились в восточных и западных областях. Если в восточной части Белоруссии раньше стали строиться крупные современные магистрали, а проселочные дороги улучшались очень медленно, то в западной – строились главным образом дороги местного значения – узкие, мощеные булыжником.

С 1930-х годов намечается решительный поворот: от строительства железных дорог к сооружению автомобильных.

Увеличение количества автомобильного транспорта потребовало создания специальной службы, обеспечивающей безопасность движения, – Государственной автомобильной инспекции (ГАИ). Она была учреждена в 1936 году в составе Главного управления рабоче-крестьянской милиции НКВД.

Усилия, направленные на строительство и совершенствование дорожной сети, дали свои плоды. Протяженность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием в конце второй пятилетки (1937 год) составляла 3,9 тыс. километров, а в 1940 году – 11,2 тыс. километров, из них с усовершенствованным покрытием 220 километров.

По областям протяженность дорог с твердым покрытием выглядела в конце 1940 года так: Брестская область – 1,4 тыс. километров; Витебская – 2,7 тыс. километров; Гомельская – 0,7 тыс. километров; Гродненская – 2,3 тыс. километров; Минская – 3,2 тыс. километров; Могилевская – 0,9 тыс. километров. В целом по этому показателю Белоруссия занимала четвертое место в СССР после Российской Федерации, Украины и Литвы. На 1000 квадратных километров территории республики приходилось 53,9 километра дорог с твердым покрытием.

Невиданные масштабы военных действий развернулись с первых дней Великой Отечественной войны на огромной территории и привели к большим трудностям на фронтовых дорогах. Возникшая напряженность превзо-

шла все ожидания. Отступление войск и одновременно эвакуация гражданского населения и имущества вглубь страны создали на дорогах перегрузки и заторы.

К осени 1941 года на оккупированной гитлеровцами территории оказалась основная сеть автомагистралей европейской части страны. Тылы фронтов и армия базировались на пространствах, почти не имеющих дорог с твердым покрытием. В этот трудный для страны период и были созданы дорожные войска.

В 1942 году Совет Народных Комиссаров БССР принял постановление "О мерах по приведению в порядок проезжих дорог и мостов в освобожденных районах БССР". Основная задача, возложенная на дорожников, заключалась в обеспечении проезда военной техники и прохождения войск. Широко применяемые хворостяные выстилки и жердевые настилы не выдержали нагрузки, и с 1942 года дорожные части перешли к постройке колеино-лежневых дорог. Для заболоченных и лесных районов деревянная колея стала основным типом дорожного покрытия.

В период между наступательными действиями дорожные войска занимались восстановлением разбитых дорог и мостов. Так, из местного гравийного материала было построено, например, твердое покрытие автомобильной дороги Смоленск – Витебск, при форсировании Днепра наведено 119 переправ протяженностью 3 тыс. метров.

В 1943 году дорожники приступили к массовому строительству деревянных мостов. К 1 сентября 1944 года было построено 1388 мостов общей длиной 12941 метр и 7107 погонных метров капитально отремонтировано.

## **2 Состояние дорожного строительства**

От технического уровня и состояния автомобильных дорог во многом зависит эффективность работы автотранспорта. Качество дорог – проблема многоплановая и сложная. Решение ее неразрывно связано с научно-исследовательскими, проектно-изыскательскими и конструкторскими работами; технологией, организацией и культурой производства; применением новых прогрессивных проектных решений; внедрением комплексной механизации и автоматизации работ; функционированием системы контроля качества материалов, изделий, конструкций и готовой продукции; планированием и управлением дорожными работами на основе экономико-математических методов.

Республику Беларусь можно отнести к государствам с развитой сетью автомобильных дорог.

Сеть автомобильных дорог как совокупность всех дорог на территории страны, области, района, обслуживающих все отрасли хозяйства региона, внешние сношения с другими регионами, а также транзитное движение,



представлена республиканскими магистральными дорогами: М1/Е30-М12; другими республиканскими дорогами: Р1-Р149, подъездами к дорогам с индексами М: городам, аэропортам, санаторию «Радон», к мемориальному комплексу «Хатынь», а также местными дорогами с индексом Н.

Среднесуточная интенсивность движения на республиканских дорогах с индексом М находится в пределах 1500 – 12000 авт/сут, на основных дорогах с индексом Н – от 10 до 1000 авт/сут. Количество легкового транспорта в составе потока составляет 40 – 85%. На транзитных маршрутах доля автопоездов находится в пределах 5 – 35%. Автопоезда с трехосными тележками, однокатными колесами, повышенным давлением воздуха в шинах, которые особо неблагоприятно действуют на покрытия, занимают 25 – 70% от всего их количества, в среднем – 60%. Всего по дорогам сети в год проходит до 700000 автопоездов. Перевозится грузовым транспортом 1000 млн. тонн грузов, грузооборот составляет более 20 млрд. т·км.

Для сети характерно увеличение сроков службы дорожно-мостовых сооружений без капитального ремонта, старение материалов элементов конструкций, интенсификация процессов внутреннего структурного повреждения, усугубляемого влиянием усталости за счет накопления проходов автотранспортных средств за длительное время. Средние сроки службы дорожных покрытий возросли с 10 лет в 1991 году до 16 лет в 1999 г.; мостов и путепроводов – соответственно с 17 до 25 лет. Интервалы распределения этих сроков составляют от 2 до 35 лет для дорожных покрытий; от 5 до 65 лет – для мостовых сооружений.

Уровень развития производительных сил региона и транспортную доступность характеризует способность дорожной сети обеспечить доступ в зоны деятельности населения, а также к социально-бытовым объектам. Показателем транспортной доступности является средняя продолжительность поездки по маршруту и в целом для сети дорог соответствующего уровня. Для его расчета выполняется системный анализ состояния дорожных покрытий, мостов и путепроводов, транспортных потоков, возможных маршрутов движения, факторов, ограничивающих скорости движения, возможные сезонные перерывы движения; вычисляются скорости движения и время в пути; по отдельным маршрутам разной протяженности определяют средневзвешенную величину продолжительности поездки в целом по сети.

Влияние на состояние дорог оказывает не только транспорт, но и природно-климатические условия. Наиболее интенсивно воздействию динамических нагрузок и погодно-климатических факторов подвержено покрытие. Климатические условия Беларуси по содержанию покрытий являются неблагоприятными. Влажная зима, частые переходы температуры через ноль в комплексе с воздействием транспорта оказывают на покрытие разрушительное воздействие.

Это требует нового подхода к эксплуатации дорог, поскольку первостепенное значение приобретает как обеспечение безопасного и комфортного

движения, так и предотвращение преждевременного снижения основных транспортно-эксплуатационных качеств дороги. При анализе технического и транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог необходимо учитывать достижения отечественной и зарубежной науки, а также прогрессивный опыт, который накоплен в проектных и производственных организациях Республики Беларусь. Особое внимание заслуживают теоретические положения, которые сформулированы в трудах профессоров А.К. Бирули, А.П. Васильева, Н.Н. Иванова, М.Б. Корсунского, М.В. Немчинова, В.М. Сиденко, В.В. Сильянова и других ученых.

Дорожное хозяйство Республики Беларусь является неотъемлемой частью единой транспортной системы страны, обеспечивает конституционное право граждан на свободу передвижения и является одной из важнейших отраслей экономики республики, обслуживающей общегосударственные и региональные нужды. Наличие развитой и благоустроенной сети дорог рассматривается как необходимое и неотъемлемое условие социально-экономического развития государства, поскольку работа производственных, торговых и других структур непосредственно зависит от состояния и надежности автодорожной сети.

### **3 Перспективы дорожного строительства**

Наличие совершенной сети дорог является одной из важных предпосылок развития и совершенствования экономики страны. В мировой истории нет примеров прогрессивного поступательного развития государств, не имевших достаточного количества добротных дорог. Поэтому становится понятным, что в XXI веке одним из важнейших приоритетов и богатств Республики Беларусь будут автомобильные дороги.

Во все времена строительство дорог являлось генератором экономического развития государства. Дорожные традиции Беларуси уходят своими корнями во времена образования Полоцкого, Туровского, Пинского княжеств и Великого Княжества Литовского. Занимая важное географическое положение, Беларусь издревле служила перекрестком транзитных путей сообщения с запада на восток и с севера на юг. И именно с дороги, с великого пути «Из варяг в греки» начиналась цивилизация белорусской земли.

В современной Беларуси дорогам всегда придавалось особое значение, поскольку осознавалась их важнейшая роль, учитывая транзитный характер территории государства, predetermined историей и его географическим положением.

Таким образом, история говорит о том, что транспортная система (и прежде всего автомобильные дороги), должна не следовать за развитием экономики, а по возможности опережать и стимулировать ее развитие.

Развитие экономики любого государства невозможно представить без наличия нормально работающей системы магистральных и местных дорог,

осуществляющих доставку грузов и пассажиров «от двери до двери», т.е. от отправителя до получателя, строго в заданные сроки и с высокой степенью сохранности.

**Задачи планирования, прогнозирования и обеспечения качества.** Создание усовершенствованных методов диагностики с использованием новых образцов электронного оборудования и методов оценки технического состояния дорог и мостовых сооружений, что позволит реально прогнозировать сроки их службы и плановые межремонтные периоды.

Совершенствование системы оптимального планирования инвестиций на дорожные работы, исходя из экономических приоритетов с учетом транспортно-эксплуатационного состояния дорог и дорожных сооружений, при этом обеспечение качества дорожных сооружений должно базироваться на системном подходе.

Планирование, прогнозирование и обеспечение качества продукции на всех стадиях от проектирования до эксплуатации.

Создание системы научно-технического сопровождения (НТС), позволяющей оперативно и с высокой степенью достоверности выявлять элементы «несовместимости» проектных решений с фактическими условиями и на основе анализа научных достижений оперативно разрабатывать и внедрять новые, более эффективные решения.

НТС должно рассматриваться как новое направление, способствующее развитию фундаментальной и отраслевой науки, ускоренному внедрению ее достижений в производство, кардинальному повышению качественного уровня проектных решений, а следовательно, и повышению удовлетворения потребительского спроса на дорожные услуги.

Привлечение к участию в подрядных торгах только организаций, имеющих сертифицированную систему качества на основе стандартов серии ИСО-9000.

**Задачи экономики.** Создание методов экономической оценки влияния автомобильных дорог на стоимость промышленной, строительной, сельскохозяйственной продукции и услуг; уровень ВВП и развитие экономики других отраслей хозяйства. При этом предполагается создание автоматизированных каталогов, системы цен на дорожные работы на основе спроса и предложений с учетом качества работ и тенденций к снижению их стоимости.

Разработка методики расчета экономической эффективности капиталовложений в строительство, ремонт и реконструкцию автомобильных дорог и искусственных сооружений на них, т.е. научное обоснование размеров выполнения ежегодного дорожного фонда. При этом предполагается провести экспертный анализ и адаптацию к условиям республики программ стратегического планирования, разработанных за рубежом.

Разработка и усовершенствование нормативно-технических документов (СНБ, СТБ и ТУ) на материалы, строительство, ремонт и содержание дорог и

мостов. При этом намечается разработка и внедрение компьютерных технологий, в том числе для сбора, обработки и хранения информации.

Повышение эффективности инвестиций в дорожную отрасль путем решения экономико-математических задач с использованием системы оценки и управления состоянием дорог и мостов, основанной на применении оптимизационных процедур по всем объектам сети в целом.

**Задачи управления.** Разработка и создание оптимальных организационных структур управления дорожным хозяйством, совершенствование структурных схем управления дорожными организациями различных уровней.

Создание основ высокой конкурентной среды и экономических принципов контрактов и конкурсов, системы контроля качества дорожных работ и транспортно-эксплуатационного состояния дорог; системы лицензирования, лизинга и сертификации; принципов управления платными дорогами, услугами населению, предоставляемыми дорожными организациями с разработкой правовых и нормативных актов по этим вопросам.

Внедрение в процесс управления строительством и модернизации дорог методологии Международной ассоциации инженеров-консультантов (FIDIC).

Совершенствование системы управления научными исследованиями и проектно-технологическими разработками с введением конкурсного подряда на проведение исследований, широким созданием творческих коллективов из специалистов различных организаций и отраслей для разработки крупных научно-исследовательских тем с привлечением в качестве экспертов отдельных ученых и специалистов.

Совершенствование системы подготовки и повышения квалификации руководящих инженерных кадров и специалистов, реализующих различные аспекты научно-технического прогресса в дорожной отрасли. Предполагается разработать трехуровневую систему повышения квалификации специалистов (руководители производства среднего, старшего звена, кадры высшего состава, научные работники, проектировщики, экономисты), опирающуюся на рейтинговую методику оценки результатов их деятельности.

**Задачи обеспечения строительными материалами.** Организация широкого производства щебня кубовидной формы узких фракций для устройства защитных слоев, тонкослойных асфальтобетонных и бетонных покрытий, бетонных конструкций мостовых сооружений.

Разработка промышленных активационных методов и устройств для повышения качества песков, минеральных порошков, цементов, битумов, битумных эмульсий, с использованием модифицированных материалов, позволяющих резко повысить сроки службы дорожных сооружений и снизить стоимость этих объектов (особенно при широком применении местного сырья и техногенных отходов производства).

Совершенствование работы производственных предприятий дорожной отрасли (АБЗ, ЦБЗ, полигоны, базы), основанное на полной автоматизации технологических процессов, позволяющей производить динамическое регу-

лирование всех параметров и на этой основе оптимизировать производство выпускаемых смесей по любой целевой функции, например, минимизации энергопотребления. Для выполнения такой работы должна быть разработана система энергетического аудита на указанных выше производственных предприятиях.

Разработка технологий получения и применения эмульсионных композиций для защиты от коррозии бетонных дорожных и мостовых конструкций.

**Задачи проектирования, строительства и ремонта дорог и мостовых сооружений.** Разработка методов повышения долговечности земляного полотна, что связано с необходимостью повышения степени и однородности уплотнения грунтов земляного полотна как за счет применения эффективных уплотняющих средств, так и за счет непрерывного автоматического контроля уплотнения современными приборами, устанавливаемыми на катках; разработка методов повышения устойчивости верхнего слоя земляного полотна путем его обработки вяжущими материалами.

Разработка методов, обеспечивающих качество укладываемых асфальтобетонных смесей, в частности, за счет их эффективного непрерывного температурного контроля и удобоукладываемости, а также районирования работы покрытий в эксплуатационный период.

Разработка новых методов проектирования и строительства дорожных одежд для сельскохозяйственных дорог, основанных на повышении температуры кристаллизации водно-солевых растворов, обрабатывающих грунтовые композиции, а также более широком использовании керамических материалов и грунтов, укрепленных термическими методами на месте.

Разработка экспрессных методов ремонта цементобетонных покрытий и элементов мостовых сооружений с использованием композиций на основе безусадочных и быстротвердеющих цементов, ремонтных торкрет-составов на основе фибро-бетона; создание новых типов гидроизоляции мостовых конструкций, усовершенствования деформационных швов.

Разработка системы машин для строительства, ремонта и содержания дорог, ориентация отечественного машиностроения на конкретную потребность в них дорожных строительных и эксплуатационных организаций.

Совершенствование технологий уплотнения асфальто- и цементобетонных покрытий за счет применения виброкатков и других устройств с системами обратной связи.

Разработка конструкций однопроходных машин для скоростного строительства грунтовых дорог низких технических категорий, турбоактивной фрезы (для активационного укрепления грунтов различными вяжущими материалами).

Разработка новых конструкций пролетных строений и опор мостов с максимальным использованием свойств современных высокопрочных бетонов и арматурных сталей с целью обеспечения восприятия возрастающих нагрузок от тяжеловесных транспортных средств.

Разработка комплекса конструкций, технологий, опалубок и механизмов для широкого внедрения монолитного мостостроения.

Организация широкого применения при изготовлении сборного железобетона пропиточных антикоррозионных составов, обеспечивающих повышение долговечности конструкций.

**Задачи эксплуатации автомобильных дорог и безопасности дорожного движения.** Разработка экономичных технологий содержания автомобильных дорог.

Разработка новых альтернативных организационных структур и открытие рынка работ по ремонту и содержанию дорог для фирм (предприятий) с различными формами собственности.

Разработка организации и методики проведения различных мероприятий, направленных на повышение безопасности движения и их учет при проектировании и техническом обустройстве дорог.

Разработка комплекса мер по архитектурному обустройству дорог, направленных на повышение безопасности движения и сервисного обслуживания пользователей дорог.

Повышение эстетического восприятия окружающего пространства с учетом белорусских ландшафтов и исторических мест.

**Задачи дорожной экологии.** Разработка комплекса природоохранных мероприятий в дорожной отрасли, направленных на обеспечение сохранности природных ресурсов, устойчивого развития биологических объектов окружающей среды, безопасного уровня жизнедеятельности людей.

Разработка системы оценки дорожно-строительных воздействий на окружающую среду на стадии проектных работ, т.е. осуществление экологической диагностики последствий.

Проведение мониторинга окружающей среды вдоль автомобильных трасс и на территориях производственных предприятий дорожной отрасли (АБЗ, ЦБЗ, полигоны, базы, карьеры и др.).

Разработка программы подготовки и переподготовки специалистов по вопросам экологической безопасности в дорожно-транспортном комплексе.

Разработка системы технико-экономической и социальной оценки показателей природопользования дорожных организаций и действенности природоохранных мероприятий.

Разработка эффективных устройств для очистки дымовых газов и пылевых выбросов до значений, сопоставимых со значениями, полученными на лучших западноевропейских АБЗ.

Эти положения Программы определяют техническую направленность в дорожной отрасли Республики Беларусь на ближайший период, которая должна быть реализована для достижения требуемого эффекта при условии минимизации затрат финансовых и трудовых ресурсов без ущерба для качества продукции.

## ТЕМА 2 КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Автомобильные дороги на всем протяжении или на отдельных участках подразделяются на классы и категории в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 - Классификация автомобильных дорог

Класс дороги	Категория дороги	Функциональное назначение дороги	Область применения	Расчетная интенсивность движения, ед/сут	
				Республиканские дороги	Местные дороги
Автомагистраль	I-а	Для передвижения интенсивных транспортных потоков на большие расстояния без обслуживания прилегающих территорий	Участки основных республиканских дорог протяженностью не менее 150 км с долей транзита в транспортном потоке более 50%	Св. 8000	
Скоростные автомобильные дороги	I-б	Для локального передвижения интенсивных транспортных потоков с высокой скоростью	Республиканские автомобильные дороги на подходах к крупнейшим городам на расстоянии 40-50 км, подъезды к аэропортам I класса, кольцевые дороги вокруг крупнейших городов	Св. 10 000	
Обычные автомобильные дороги	I-в	Дороги общего назначения	Республиканские автомобильные дороги (кроме автомагистралей и скоростных дорог), а также местные автомоб. дороги (кроме автомоб. дорог низших категорий)	Св. 10 000	–
	II			Св. 5000 до 10 000 включ.	Св. 7000 включ.
	III			Св. 2000 до 5000 включ.	Св. 3000 до 7000 включ.
	IV			Св. 200 до 2000 включ.	Св. 400 до 3000 включ.
	V			До 200 включ.	До 400 включ.
Автомобильные дороги низших категорий	VI-а	Обеспечение постоянных подъездов к малым сельским поселениям	Тупиковые дороги с незначительной интенсивностью движения	–	Св. 25 до 50 включ.
	VI-б			–	До 25 включ.

### Примечания

- 1 Для подъездов к аэропортам I класса следует проектировать скоростную автомобильную дорогу, если расчетная интенсивность движения превышает 4000 ед/сут.
- 2 Нормы проектирования автомобильных дорог низших категорий следует принимать в соответствии с [Пп к СНиП 2.05.02](#).
- 3 В соответствии с [СНБ 3.01.04](#) к крупнейшим относятся города с численностью населения на перспективный период, превышающей 1 000 000 чел., к крупным – превышающей 200 000 чел.

За расчетную интенсивность движения следует принимать среднегодовую суточную интенсивность движения механизированных транспортных средств (ед./сут) суммарно в обоих направлениях за последний год перспективного периода. Расчетную интенсивность движения следует определять на основе данных экономических изысканий.

В отдельных случаях, расчетная интенсивность движения может определяться как наибольшая часовая интенсивность движения, достигаемая в течение не менее 50 ч за последний год перспективного периода (интенсивность движения 50-го часа), выражаемая в единицах, приведенных к легковому автомобилю (прив. ед./ч). Коэффициенты приведения следует принимать по таблице 2.

Перспективный период при назначении категории дороги следует принимать равным 20 годам. За начало перспективного периода следует принимать планируемый год завершения строительства.

Таблица 2 - Коэффициенты приведения

Типы транспортных средств	Коэффициент приведения
Легковые автомобили и мотоциклы, микроавтобусы	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2 включ	1,3
св. 2 " 6 "	1,4
" 6 " 8 "	1,6
" 8 " 14 "	1,8
" 14	2,0
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12 включ	1,8
св. 12 " 20 "	2,2
" 20 " 30 "	2,7
" 30	3,2
Автобусы малой вместимости	1,4
То же, средней	2,5
" большой	3,0
" сочлененные и троллейбусы	4,6
<i>Примечание</i> – Коэффициенты приведения для специальных автомобилей следует принимать, как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности.	

Категории дорог в зоне влияния крупных и крупнейших городов (в пригородных зонах) следует назначать в соответствии с таблицей 3, причем для участков подходов к городам, имеющим выраженную периодическую (в течение 1 сут.) неравномерность движения по направлениям (коэффициент неравномерности – 0,75 и более), интенсивность движения следует принимать в одном наиболее загруженном направлении.



Таблица 3 - Категории дорог в зоне влияния крупных и крупнейших городов

Категории дорог	Расчетная интенсивность движения, прив. ед/ч	
	в двух направлениях	в одном направлении
I-б, I-в	1750	900
II	850	450

При проектировании следует принимать более высокую категорию дороги из определенных ранее.

Принимаемые проектные решения должны обеспечивать:

- организованное, безопасное и удобное движение транспортных средств;
- соблюдение принципов ландшафтного проектирования и зрительного ориентирования, благоприятное психофизиологическое состояние водителей;
- безопасное расположение и планировку примыканий и пересечений;
- необходимое и достаточное обустройство дороги.

Решения по выбору числа полос движения дорог с многополосной проезжей частью, по пересечениям и примыканиям дорог, конструкциям дорожной одежды, элементам обустройства, защитным дорожным сооружениям с целью снижения единовременных затрат допускается принимать с учетом стадийности их строительства по мере роста интенсивности движения.

Автомобильные дороги следует прокладывать, как правило, в обход населенных пунктов с устройством подъездов к ним. Расстояние от оси дороги до линии жилой застройки с учетом генерального плана должно, как правило, составлять, м, не менее:

- для дорог I-а категории – 300;
- тоже I-б, I-в и II категорий – 200;
- " III и IV категории – 100.

При прохождении дорог на расстояниях, менее указанных (в условиях реконструкции, а также при обосновании при новом строительстве), следует, в случае необходимости, определяемой специальными расчетами, назначать мероприятия по защите прилегающих территорий от транспортного шума.

Обходные дороги городов, а также автомобильные дороги в пригородных зонах следует проектировать в соответствии с генеральными планами развития населенных пунктов и согласовывать их в установленном порядке.

Основные технические нормы и транспортно-эксплуатационные показатели:

Расчетные скорости и нагрузки:

Расчетные скорости движения для проектирования геометрических элементов дороги – плана, продольного и поперечного профилей – следует принимать по таблице 4.

Таблица 4 -Расчетные скорости движения

Категория до роги	Расчетная скорость, км/ч	
	Основная	Допускаемая
I-а	140	120
I-б	120	100
I-в	120	100
II	120	100
III	100	80
IV	80	60
V	60	40

Допускаемые расчетные скорости, приведенные в таблице 4, могут применяться для назначения параметров геометрических элементов отдельных участков дороги, расположенных:

- в холмистой местности – для назначения параметров плана и продольного профиля;
- в стесненных условиях или при реконструкции – для назначения параметров плана, продольного и поперечного профилей.

К участкам холмистой местности относится рельеф с разностью отметок долин и водоразделов 50 м и более на расстоянии до 0,5 км.

Стесненные условия определяются наличием вдоль трассы дороги, проектируемой в пригородной зоне, капитальных сооружений, лесных массивов, важных инженерных коммуникаций (коридоров высоковольтных ЛЭП, магистральных трубопроводов), а также пойм судоходных рек, глубоких (более 5 м) болот, водоемов, природоохранных территорий.

При проектировании геометрических элементов дороги не допускается уменьшение:

- числа полос движения – для дорог I-а, I-б, I-в категорий;
- ширины полос движения – тоже III и IV категорий;
- ширины обочины – " IV категории.

Снижение расчетной скорости до 60 км/ч для дорог IV категории допускается только при расчетной интенсивности движения до 500 ед./сут и переходном типе дорожной одежды.

Нагрузку на одиночную наиболее нагруженную ось двухосного автомобиля для расчета прочности дорожных одежд следует принимать, кН:

- для республиканских автомобильных дорог I-а, I-б, I-в и II-IV категорий – 115;
- то же, V категории и местных дорог – 100.

## ТЕМА 3 РАЗМЕЩЕНИЕ И ЭЛЕМЕНТЫ ДОРОГИ В ПЛАНЕ

### 3.1 Размещение дорог в плане

Внутрихозяйственные дороги и их отдельные участки должны: располагаться в комплексе с размещением полей севооборота, садово-ягодных участков, пастбищ, сенокосов и других сельскохозяйственных угодий, усадеб бригад и отделений, полевых станков на основе генеральных схем развития внутрихозяйственных дорог, а при их отсутствии - на основе комплексных перспективных планов социально-экономического развития административных районов, сельскохозяйственных предприятий и организаций, схем и проектов землеустройства и районной планировки административных районов;

с наибольшим экономическим эффектом обеспечивать производственные, пассажирские и культурно-бытовые перевозки, удобную связь с сельскими населенными пунктами, с существующими и планируемыми автомобильными дорогами общего пользования и путями других видов транспорта;

максимально использовать благоприятные рельефные, инженерно-геологические и гидрологические условия, избегая по возможности участков с бессточными понижениями, высоким уровнем грунтовых вод;

отвечать требованиям рационального использования земель и охраны окружающей природной среды, предусматривая мероприятия по предотвращению затопления, заболачивания или чрезмерного осушения сельскохозяйственных угодий, водной и ветровой эрозии почвы, образования или развития оврагов и оползней, а также других неблагоприятных для сельского хозяйства процессов;

учитывать возможность рациональной организации сельскохозяйственного производства, размещение полей севооборота и других сель-

скохозяйственных угодий, положение лесных полезащитных, водорегулирующих, приовражных и других насаждений, водоемов, направление мелиоративных каналов, линий электропередач и связи, сложившуюся сеть внутрихозяйственных дорог смежных сельскохозяйственных предприятий и организаций.

Площадь сельскохозяйственных угодий, занимаемая внутрихозяйственной дорогой, должна быть минимальной и включать полосу, необходимую для размещения земляного полотна, водоотводных каналов и предохранительных полос шириной 1 м с каждой стороны дороги, откладываемых от подошвы насыпи или бровки выемки, либо от внешней кромки откоса водоотводной канавы.

В случае когда для обеспечения устойчивости земляного полотна и дорожной одежды, размещения дорожных сооружений и устройств (автобусных остановок, съездов, уширений дороги для формирования автопо-

ездов, устройства дорожных ограждений и др.) требуется проведение инженерных мероприятий, связанных с занятием дополнительных площадей, их размер должен устанавливаться и обосновываться проектом.

Земельные участки, временно занимаемые на период строительства дороги, после его завершения должны быть приведены в состояние, соответствующее требованиям Основных положений по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении геологоразведочных, строительных и иных работ.

### 3.2 Элементы плана дороги

Строить дороги по кратчайшему направлению (по прямой, соединяющей заданные точки) препятствуют элементы рельефа земной поверхности (холмы, овраги), водные преграды (болота, озера, реки), заповедники и другие препятствия. Нецелесообразно также прокладывать дороги по высокоплодородным землям, ценным для сельского хозяйства. В то же время возникает необходимость проведения дороги через заданные промежуточные пункты и места примыкания к городам, участки, удобные для пересечения дорог, железных и автомобильных дорог. Например, необходимость перейти реку на прямом участке с удобным подходом к мосту по пологим склонам оврага, желание обойти населенный пункт и избежать пересечения оврага заставляют при проложении дороги отклониться от кратчайшего прямого направления.

Удлинение дороги, вызванное введением углов поворота, характеризуют коэффициентом развития, или коэффициентом удлинения, равным отношению фактической длины дороги к длине прямой, соединяющей начальный и конечный ее пункты ("воздушной линии").

К развитию трассы, или вынужденному удлинению дороги, прибегают на участках, где уклоны местности превышают допустимые для проектируемой дороги продольные уклоны. Например, превышение местности на участке длиной 250 м составляет 20 м, т.е. уклон равен 20:250=0,080. Для сельскохозяйственных же дорог, по которым движутся автопоезда, продольный уклон допускается не более 0.070. Значит, чтобы обеспечить этот уклон, трассу на рассматриваемом участке следует удлинить до  $20:0.070=286$  м. Это достигается за счет отклонения от первоначального направления путем введения дополнительных кривых и прямых.

Степень удлинения определяется коэффициентом развития трассы  $K=L:L_0$  ( $L$  - фактическая длина трассы;  $L_0$  - длина трассы по воздушной линии).

В горных районах трассу дороги удлиняют, проектируя серпантины. Серпантины - это участки трассы, на которых резко (до 180°) изменяется ее направление с размещением кривых не внутри, а снаружи угла поворота. Трассирование дороги по серпантинам позволяет уменьшать продольные

уклоны дороги и земляные работы.

Положение геометрической оси дороги на местности называется ее трассой. Поскольку трасса при обходе препятствий, на подъемах на холмы и спусках в понижения местности меняет свое направление в плане и продольном профиле, она является пространственной линией.

Графическое изображение проекции трассы на горизонтальную плоскость, выполненное в уменьшенном масштабе, называют планом трассы.

Между заданными опорными пунктами дорогу стремятся трассировать по кратчайшему направлению (по воздушной линии). Однако часто провести дорогу по прямой нельзя из-за различных препятствий, поэтому в общем случае трасса состоит из прямых отрезков, сопряженных кривыми.

В случае когда по местным условиям для дорог I-с и II-с категорий не представляется возможным или экономически целесообразным применить указанные параметры, допускается использовать нормы, приведенные в табл.1, которые следует применять также для дорог III-с категории.

Таблица 1 – Зависимость наименьшего радиуса кривой в плане от расчетной скорости движения

Параметр	Расчетная скорость движения, км/ч				
	70	60	40	30	20
Наименьший радиус кривой в плане	200	150	80	80	80

Для дорог, располагаемых на трудных участках пересеченной местности радиусы кривых в плане по сравнению с табл. 1 допускается уменьшать при движении:

- одиночных транспортных средств до 15 м;
- автопоездов с одним полуприцепом, с одним или двумя прицепами, а также с длинномерными грузами до 30 м;
- автопоездов с полуприцепами и прицепом или с тремя прицепами до 50 м.

Малые радиусы ухудшают эксплуатационные показатели дороги, поэтому их проектируют только в исключительных случаях: при сложном рельефе, обходе ценных угодий, в пределах населенных пунктов и др.

За счет внутренней обочины уширение делают одинаковым по всей длине кривой. Изменение его от нуля до расчетного значения в начале кривой производят плавно на участке отвода уширения, который совмещают с отгоном виража.

Полное уширение двухполосной части зависит от радиуса кривой в плане и длины автопоезда. Так, при длине автопоезда 11...25 м оно составляет 0,4...0,35 м.

### 3.3 Трассирование дорог

При выборе направления трассы дороги необходимо соблюдать ряд общих требований:

трассировать дорогу между заданными опорными пунктами по кратчайшему расстоянию с учетом промежуточных пунктов, любое отклонение

от прямолинейного направления должно быть обосновано;

избегать предельных (наибольших и наименьших) продольных уклонов и минимальных радиусов поворота, так как это ухудшает эксплуатационные показатели дороги;

не занимать под дорогу ценных угодий, избегать сноса строений;

не допускать затопления и подтопления прилегающих к дороге земель путем создания подпоров или преграждения стока воды;

не проектировать дорог в местах оползней, затоплений и подмывов;

обходить действующие овраги, не допускать концентрации поверхностного стока воды, ведущей к почвенной эрозии;

переходы через речные долины предусматривать на прямых участках рек в наиболее узкой части поймы;

дороги размещать как составной элемент устройства территории севооборотов, садов, сенокосов, пастбищ и других сельскохозяйственных угодий.

На равнинах трассирование возможно по прямым большой длины. Опорными пунктами здесь служат промежуточные населенные пункты, сельскохозяйственные угодья, занятые ценными культурами, границы полей и севооборотных массивов, пересечения рек и т.д. Предельную длину прямых участков дороги обычно ограничивают 3...5 км, так как движение по длинным прямым в открытой местности с однообразной придорожной ситуацией утомляет водителя. На равнинной местности трассу намечают в обход участков поверхностного заболачивания, мест с необеспеченным водоотводом, сельскохозяйственных угодий, лесных массивов и рощ в малолесных районах. Трассу прокладывают по местным возвышениям, в обход понижений и замкнутых котловин. Это вносит разнообразие в природный пейзаж и обеспечивает надлежащий водоотвод и устойчивость земляного полотна.

Строительство на холмистой местности усложняется тем, что уклоны по трассе дороги могут на отдельных участках превышать допустимые. При пересечении холмов, если их уклон больше допустимого, возможны два варианта: обход холма или его пересечение по прямой с устройством насыпи и выемки. В первом случае удлиняется трасса, во втором - увеличивается объем земляных работ. Кроме того, устройство дороги в выемке сопряжено с возможностью вскрытия водоносных прослоек грунта и снегозаносимостью выемки. Оптимальную трассу выбирают путем технико-экономического сравнения вариантов.

На заселенных территориях дороги прокладывают с устройством просек. Переход к лесу, чтобы улучшить придорожный ландшафт, "смягчают" путем посадки отдельных деревьев. С этой же целью просеки делают криволинейными в плане с изменением направления дороги через каждые 2...3 км, причем с южной стороны дороги их уширяют, чтобы ускорить просыхание грунтов дорожного полотна.

Внутрихозяйственные дороги трассируют по кратчайшему направлению между заданными пунктами в обход высотных и контурных препятствий, особо полезных и ценных угодий, по границам землепользований, полей и других хозяйственных участков. При этом стремятся не допускать затопления полезных земель и заболачивания, создавая для этой цели постоянные подпоры воды у сооружений (мостов и труб) или преграждая сток воды из пониженных мест. Существующие автомобильные и железные дороги пересекают на прямом участке по возможности под прямым углом, но не менее 45°. Большие водотоки пересекают в самом узком месте нормально течению, где пойма не заболочена. Однако в общем случае положение трассы дороги не подчиняют удобству пересечения небольших оврагов, малых рек и ложбин, так как это приводит к ее искривлению и удлинению, т.е. ухудшает эксплуатационные качества дороги на все время ее существования.

Пересечения и примыкания сельскохозяйственных дорог проектируют в одном уровне и располагают по возможности на свободных ровных площадках и на прямых участках пересекающихся или примыкающих дорог. При пересечении автомобильных дорог высокой категории внутрихозяйственные дороги отводят под ближайšie искусственные сооружения с соответствующим их обустройством.

### **3.4 Основные показатели плана трассы**

Различают три группы показателей, учитываемых при сравнении конкурирующих вариантов дороги: технико-эксплуатационные; экономические; характеризующие условия строительства.

К технико-эксплуатационным показателям относятся: общая длина трассы  $L$ , коэффициент удлинения трассы  $K_u$

$K_u = L / L_{\text{воз}}$ , где  $L$  - фактическая длина трассы, км;

$L_{\text{воз}}$  - длина воздушной линии, км;

плавность трассы, которая характеризуется числом углов поворота  $n$  и средним значением угла поворота

пологость трассы, определяемая значением принятого при проектировании максимального продольного уклона  $i_{\text{max}}$  и общей длиной участков, на которых этот уклон принят;

безопасность движения, характеризуемая обеспеченностью видимости дороги в плане и в продольном профиле, числом пересечений других автомобильных, а также железных дорог в одном уровне;

бесперебойность движения, о которой судят по наличию или отсутствию пересечений дорог в одном уровне, числу переправ через реки, обходов населенных пунктов или проезду через них.

К экономическим показателям относят основные объемы работ по устройству земляного полотна, искусственных сооружений, дорожной одежды, а также приведенные затраты на строительство и дорожно-транспортные расходы с учетом срока отдаленности затрат.

Показатели, характеризующие условия строительства, включают данные о трудоемкости работ, потребности в рабочей силе, транспортных средствах и дорожных машинах.

### 3.5. Определение видимости на дорогах

Для безопасности движения с требуемой скоростью водитель должен видеть перед собой дорогу на расстоянии, достаточном для своевременной остановки автомобиля перед препятствием или его объезда. Это расстояние называется расчетным расстоянием видимости. Оно зависит от расчетной скорости движения, типа автомобиля, состояния поверхности дороги и определяется по формуле

$$S=S1+S2+S3,$$

где S1 - путь, который пройдет автомобиль, пока водитель, увидев впереди препятствие, сориентируется и начнет тормозить. Считается, что опытному водителю на это понадобится примерно 1 с (за это время при скорости, например, 60 км/ч автомобиль пройдет 17 м);

S2 - тормозной путь, который зависит от скорости и марки автомобиля, типа и состояния покрытия, продольного уклона дороги;

S3 - расстояние до препятствия после остановки автомобиля (гарантийный запас), принимается в зависимости от скорости в пределах 5...10 м.

Таблица 3.4 - Расчетное расстояние видимости

Расчетное расстояние видимости, м	Значение параметров при расчетной скорости движения, км/ч				
	70	60	40	30	20
Поверхности дороги, встречного автомобиля	100 200	75 150	50 100	40 80	25 50

Ширину обзора, необходимую для обеспечения расчетного расстояния

### 3.6 Отвод земель для дорожного строительства

Полоса отвода или дорожная полоса земель в установленных и закрепленных на местности границах, служит для размещения на ней всех эле-



ментов дороги, а также обслуживающих, защитных и других устройств: земляного полотна, водопропускных и водоотводных сооружений, снегозащитных и других насаждений, площадок для отдыха, остановок и стоянок транспорта, пунктов технического обслуживания и т.д.

Ширина полосы отвода зависит от категории дороги, природных условий и размещения необходимых дорожных сооружений. Ныне действующие нормы отвода земель под дорожное строительство дифференцированы в зависимости от рельефа местности, категории дороги, числа полос движения, высоты насыпи, глубины выемки, крутизны откосов и других условий. Ширина полосы установлена нормами отвода земель для автомобильных дорог. Ширина полосы земли внутрихозяйственных дорог 9...12 м: (Проезжая часть - 3,5...4,5 м, обочины - по 1 м, обрезы - по 1 м, кюветы - 2,5...5,5 м).

В пределах населенных пунктов, на плодородных, интенсивно используемых сельскохозяйственных угодьях, а также в местах, где не требуется дополнительных устройств по усилению, совершенствованию или защите дороги от отрицательного воздействия внешних факторов, на основе проекта устанавливаются минимально необходимую полосу отвода.

Выделение дополнительной полосы земли вдоль дорог чаще вызывается необходимостью создания защитных лесопосадок и других устройств. Чтобы сохранить площади для сельскохозяйственного использования, защитные лесополосы рекомендуется высаживать не на всем протяжении дороги, а вдоль сильно заносимых снегом участков и чередовать с открытыми местами и грунтовыми посадками деревьев на неудобных землях. Кроме сохранения площадей, это дает возможность дополнить и улучшить окружающий пейзаж и способствует эстетическому восприятию дороги. Практически для условий, когда дополнительные устройства и посадка защитных насаждений не предусматривается, в полосу отвода необходимо включать земляное полотно и с обеих сторон 1 м резерва как полосы безопасности и охраны дороги и ее сооружений от повреждений.

Полоса земель для дорожного строительства предоставляется органами государственной власти. После соответствующего решения о строительстве дороги, согласования местоположения трассы, разработки проекта и его утверждения заинтересованная организация ходатайствует перед советскими органами о предоставлении ей для строительства дороги земельных участков. На основании решения областного Совета народных депутатов или Совета Министров республики органы землеустройства выполняют соответствующие работы по установлению и закреплению границ полосы отвода дороги на местности и подготовке документов, удостоверяющих право пользования землей.

На период строительства для размещения баз, складирования строительных материалов и других нужд могут выделяться дополнительно участки земель во временное пользование, которые по окончании строительства возвращаются прежнему владельцу в состоянии, пригодном для ведения

сельского хозяйства.

Кроме полосы отвода, вдоль дороги могут быть выделены специальные охранные зоны: в лесах, местах возможных оползней, оврагов, селей и др.

Чтобы сохранить продуктивные площади для строительства земляного полотна на пашне и других ценных угодьях, следует использовать привозной грунт из выемок, карьеров, сосредоточенных резервов. Устройство на высокоценных угодьях притрассовых резервов с последующей рекультивацией нарушенных земель необходимо рассматривать как вынужденную меру.

Важным фактором является размещение дорог на землях, непригодных для сельскохозяйственного использования или требующих для их использования больших затрат. Сохраняемая площадь сельскохозяйственных угодий при обосновании отвода земель - один из основных показателей экономической эффективности варианта размещения трассы.

## **ТЕМА 4 ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГИ**

### **4.1 Продольный профиль**

Продольным профилем дороги улицы называют развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость. Продольный профиль характеризует крутизну отдельных участков дороги, измеряемую продольным уклоном, и расположение ее проезжей части относительно поверхности земли. Продольный уклон является одной из важнейших характеристик транспортных качеств автомобильной дороги.

Естественные уклоны местности превышают допустимые для эффективного использования автомобилей. В таких случаях уклон дороги делают более пологим, чем уклон поверхности земли, срезая часть грунта на подъемах на возвышенность или, наоборот, подсыпая его, например, в местах перехода через пониженные участки рельефа.

Трассу на чертеже продольного профиля изображают в виде проектной (красной) линии, которая для новой дороги соответствует положению линии бровки земляного полотна, а для реконструируемой - линии оси. Линию естественной поверхности земли по оси дороги иногда называют черным профилем. Проектную линию вычерчивают в два раза толще линии поверхности земли, которую наносят на чертеж по данным нивелирования трассы. При проектировании несложных объектов продольный профиль может быть составлен по крупномасштабному плану (1:10000 и крупнее) с горизонталями. Положение проектной линии получают в результате проектирования трассы в продольном профиле. При этом выявляют крутизну подъемов и спусков (продольные уклоны), а также расположение насыпей и выемок.

Если проектная линия проходит над черным профилем, земляное полотно дороги представляет собой насыпь, если под ним - выемку. Разность между

отметками проектной и черной линии на одной вертикали называют рабочей отметкой. Если дорога проходит в насыпи, рабочие отметки подписывают выше проектной линии, если в выемке - ниже.

Обычно продольный профиль строят в условных отметках, которые представляют в сетке профиля с точностью до двух значащих цифр после запятой (+0,01 м).

Переломы продольного профиля, образующиеся при изменении уклона, вызывают ряд неудобств для движения: выпуклые места на дороге ограничивают видимость расположенного впереди участка дороги, а на переломах, имеющих сравнительно малый радиус кривизны, при высоких скоростях движения возникает опасность потери управляемости автомобилем в связи с разгрузкой передней оси; на вогнутых переломах из-за внезапного изменения направления движения возникает толчок, неприятный для пассажиров и перегружающий подвеску автомобиля. Поэтому переломы продольного профиля смягчают введением сопрягающих вертикальных кривых.

## 4.2 Графическое изображение продольного профиля

Наиболее часто принимаются следующие масштабы изображения продольного профиля автомобильных дорог:

- по горизонтали 1:5000, при обосновании допускается 1:2000;
- по вертикали 1:500, при обосновании допускается 1:200;
- грунты по вертикали 1:50, при обосновании допускается 1:200; 1:100.

Масштабы изображения продольного профиля автомобильных дорог в населенных пунктах:

- по горизонтали 1:2000, при обосновании допускается 1:5000;
- по вертикали 1:200, при обосновании допускается 1:500;
- грунты по вертикали 1:100, при обосновании допускается 1:200.

Продольные профили водоотводных и нагорных канав:

- по горизонтали 1:5000, при обосновании допускается 1:2000;
- по вертикали 1:500, при обосновании допускается 1:200.

Отдельные элементы на продольных профилях автомобильных дорог изображают в виде линий:

- сплошной толстой - проектную линию, линии ординат от точек переломов проектной линии, прямые и кривые в плане, развернутый план дороги;
- сплошной тонкой - линию фактической поверхности земли и линии ординат от точек ее переломов, подошвы слоев грунта;
- штриховой - линию поверхности земли (на продольных профилях реконструируемых автомобильных дорог).

Система координат и высотных отметок в рабочих чертежах внутриплощадочных дорог должна соответствовать системе координат и высотных отметок, принятой в рабочих чертежах генерального плана предприятия.

На продольный профиль дорог наносят:

линию фактической поверхности земли по оси дороги, линии ординат от точек ее переломов и линию проектируемой бровки земляного полотна. На продольных профилях городских, а также на всех реконструируемых автомобильных дорогах вместо линии проектируемой бровки земляного полотна наносят линию проектируемой поверхности дорожного покрытия по оси проезжей части;

разведочные геологические выработки, указывают влажность и консистенцию слоев грунта (условными обозначениями), отметки уровня грунтовых вод и дату измерения;

наименования слоев грунта и номера их групп (например, суглинок 33а, песок 27б) в соответствии с классификацией грунта по трудоемкости разработки.

Выше проектной линии показывают реперы, надземные и наземные инженерные сети, наименование проектируемых искусственных сооружений, транспортные развязки, съезды, проезды через железнодорожные пути; нагорные и водоотводные каналы, места сброса воды, водораздельные дамбы; рабочие отметки насыпи.

Ниже проектной линии наносят: линии ординат от точек переломов проектной линии; рабочие отметки выемок; обозначения искусственных сооружений и наименования существующих искусственных сооружений: подземные инженерные сети. Отметка уровня поверхности земли, вычисленные интерполяцией, приводятся в скобках.

Под продольным профилем помещают таблицу (сетку): для вновь проектируемых городских автомобильных дорог - по форме, приведенной на рисунке , для вновь проектируемых других дорог - на рисунке .

В графах таблиц указывают:

"Развернутый план дороги" - проектируемую автомобильную дорогу по ее оси, а при реконструкции также существующую ситуацию местности (например, угодья и их границы, водотоки, инженерные сети) и разведочные геологические выработки; для городских дорог, кроме того, показывают "красную" линию;

"Тип местности по характеру и степени увлажнения" - номер типа местности по признакам увлажнения верхних слоев грунта;

"Тип поперечного профиля" - номер типа поперечного профиля конструкции земляного полотна, а также номер листа или основного комплекта, на котором изображен этот профиль.

Номер листа или основного комплекта допускается указывать в текстовых пояснениях:

"Укрепление" - вид укрепления кюветов;

"Уклон, длина" - привязку к пикетам в виде дроби: в числителе - уклон кювета, в знаменателе - длина его участка с принятым уклоном;

"Отметка дна" - проектные отметки дна кювета по его оси;

"Уклон и вертикальная кривая" - элементы проектной линии; вертикальные кривые и прямые, привязки к пикетам в местах переломов проектной линии; числовые значения: радиуса, длины кривой, уклона касательных в начале и в конце кривой;

"Отметка бровки земляного полотна" - проектные отметки бровки, а при реконструкции - отметку верха проектируемого дорожного покрытия по оси проезжей части;

"Отметка земли" - фактические отметки поверхности земли по оси дороги, а для реконструируемых дорог - интерполированные отметки по подошве насыпи или бровке выемки существующей дороги; для реконструируемых городских дорог - по оси проезжей части существующей дороги;

"Расстояние" - расстояния между точками перелома местности и пикетами, неправильные пикеты;

"Прямая и кривая в плане" - прямые и кривые по оси дороги, числовые значения длин прямых и элементов кривых (углов поворота, радиусов, тангенсов, длин переходных кривых, суммарных длин круговых и переходных кривых).

Поворот автомобильной дороги вправо (по возрастанию километража) изображают кривой, направленной вверх по отношению к прямому участку дороги, а поворот влево - направленной вниз. Остальные графы таблиц заполняют в соответствии с их наименованиями.

При наличии на листе, на котором изображен продольный профиль, большого числа плюсовых точек на отдельных пикетах помещают таблицу с выносной отметок и расстояний. В графах таблицы указывают:

"Пикет, плюс" - номер пикета и расстояние от него до точки перелома местности;

"Расстояние" - расстояния между точками перелома местности;

"Отметка фактическая" - фактическую отметку поверхности земли в точке перелома местности;

"Проектная отметка" - проектную отметку на пикетах, а также в точках перелома проектной линии и рельефа местности;

"Рабочая отметка насыпи" - отметку, показывающую разность между фактической и проектной отметками земли в насыпи;

"Рабочая отметка выемки" - отметку, показывающую разность между фактической и проектной отметками земли в выемке.

### **4.3 Принципы нанесения проектной линии на продольный профиль и вертикальные кривые**

Ландшафтное проектирование предусматривает прокладку трассы дороги как плавной линии в пространстве с увязкой элемента плана, продольного и поперечного профилей между собой и с прилегающей местностью, при этом

дается оценка их влияния на условия движения и зрительное восприятие дороги.

Дорогу проектируют одновременно на плане и в продольном профиле. В процессе проектирования увязывают и корректируют все элементы плана и профиля. Проектную линию на продольный профиль наносят с таким расчетом, чтобы обеспечивались прочность и устойчивость земляного полотна при минимальном объеме земляных работ; плавное и безопасное движение автомобилей с расчетными скоростями; минимальные затраты на эксплуатацию дороги.

Порядок нанесения проектной линии на продольный профиль:

1. Проектную линию увязывают с отметками контрольных точек: отметки у начала и конца трассы; минимальные отметки бровки земляного полотна у мостов, труб и путепроводов; отметки головки рельсов или оси проезжей части на пересечениях в одном уровне с существующими железными или автомобильными дорогами.

2. Уклон проектной линии не должен превышать наибольшего нормативного продольного уклона, а в выемке она не должна иметь уклон менее 5% , чтобы обеспечивался необходимый отвод поверхностных вод под дороги.

3. На равнинной и слабопересеченной местности проектную линию прокладывают в насыпи с соблюдением определенных требований и учетом толщины снегового покрова. Минимальное возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова принимают для дорог, м: I-с категории - 0,7; II-с категории - 0,5; III-с категории - 0,4. На участках продольного профиля сильно пересеченной холмистой местности проектную линию прокладывают с учетом баланса земляных масс, т.е. чередуют выемки и насыпи.

4. Радиусы кривых в продольном профиле не должны быть менее нормативных для данной категории. Если представляется возможность и это экономически целесообразно, их рекомендуется принимать: выпуклых - не менее 70000, вогнутых - не менее 8000 м; длину кривых в продольном профиле: выпуклых - не менее 300, вогнутых - не менее 100 м.

Различают два метода прокладки проектной линии (рис. ): по обертывающей - на равнинной и слабопересеченной местности; по секущей - на пересеченной, холмистой.

Если линия поверхности земли имеет однообразный уклон менее допустимого, проектную линию наносят по обертывающей, а при уклонах более допустимого - по секущей, причем необходимо стремиться к тому, чтобы объем насыпи был равен объему выемки, для чего площадь выемки должна быть на 25...30% меньше площади насыпи.

При алгебраической разности уклонов смежных прямых менее 15% - для I-с и II-с категорий, 20% - для III-с категории в переломе проектной линии кривые можно не вписывать. Если эта разность равна вышеприведенным значениям или превышает их, то для обеспечения видимости и плавности

движения вписывают вертикальные кривые.

При нанесении проектной линии на продольном профиле необходимо установить высотное положение контрольных точек, наметить вчерне положение проектной линии, увязывая ее с рельефом, ситуацией, почвенно-грунтовыми, гидрологическими и другими условиями местности, причем соблюдая нормативные требования СНиП. Существуют три метода нанесения проектной линии продольного профиля по шаблонам - графоаналитический, аналитический и тангенсов. В проектных организациях при проектировании продольного профиля применяют графоаналитический метод. Метод тангенсов используют очень редко, только на равнинной местности и когда нет шаблонов.

Существуют прозрачные шаблоны вертикальных кривых разных радиусов, вырезанных в масштабах продольного профиля (рис. ). На шаблонах имеются: вертикальная и горизонтальная оси; штрихи и цифры, нанесенные по криволинейной стороне, которые показывают уклоны касательных в данных точках (в промиллях); значение радиуса кривой шаблона. В вершине вертикальной кривой ВВК уклон равен нулю. Различают восходящую и нисходящую ветви шаблонов (рис. ). Каждая точка шаблона имеет свой уклон линии, касательной к ней, и координаты  $l$  и  $h$  относительно ВВК, которую принимают за начало координат.

Для пользования шаблонами составлены специальные таблицы координат для различных радиусов.

При пользовании шаблонами необходимо соблюдать следующие требования:

при подборе положения проектной линии шаблоны вертикальных кривых перемещают относительно линии земли вверх, вниз, вправо и влево, при этом оси шаблона должны быть параллельны линиям миллиметровой бумаги;

при последовательном нанесении проектной линии уклон шаблона в точке сопряжения (начало вертикальной кривой НВК) должен быть равным уклону, уже запроектированному в этой точке линии, причем шаблон прикладывают к ней восходящей ветвью, если она идет на подъем, и нисходящей, если - на спуск (рис. ).

Наносить проектную линию по шаблонам необходимо аккуратно: карандаш должен быть хорошо заточен, его острие должно прилегать к кромке шаблона; точки сопряжения должны быть совмещены (в местах сопряжения кривых, а также в местах пересечения линией шаблона линии земли и ВВУ); строго напротив точек делают вертикальный штрих и записывают уклон и радиус шаблона.

Проектирование по шаблонам ведут в такой последовательности:

1) на точно вычерченный продольный профиль оси дороги наносят карандашом контрольные точки;

2) с помощью шаблона и прозрачной линейки или треугольника чуть заметно намечают проектную линию, придерживаясь рекомендуемой рабочей

отметки и ориентируясь на допускаемые значения уклонов прямых и радиусов кривых. Проектная линия должна пройти через фиксированные контрольные точки на пересечениях в одном уровне, точки начала и конца трассы и другие и не ниже контрольных точек, соответствующих минимальным отметкам у искусственных сооружений, на мокрых и сырых участках и др.;

3) определяют уклоны прямых участков (они не должны превышать допустимых значений) по формуле  $i=h/l$ , где  $h$  и  $l$  - соответственно превышение и расстояние по горизонтали между точками начала и конца прямой, установленные по вертикальному и горизонтальному масштабам;

4) подбирают шаблоны вертикальных кривых допустимых радиусов и вписывают кривые, причем вписывать их можно отрезками по восходящей или нисходящей ветвям шаблона (рис. );

5) рассчитывают элементы проектной линии, устанавливая проектные отметки пикетных и плюсовых точек, а также местоположение проектных отметок точек сопряжений и точек перехода насыпи в выемку или наоборот;

6) заполняют расчетными данными графы "Уклон и вертикальная кривая" и "Отметка бровки земляного полотна" сетки профиля и определяют рабочие отметки всех пикетов и плюсовых точек:

для насыпей

$$h_p = N_{пр} - N_{зем};$$

для выемок

$$h_p = N_{зем} - N_{пр},$$

где  $N_{пр}$  и  $N_{зем}$  - соответственно проектная отметка и отметка точки поверхности земли.

#### **4.4 Основные требования, предъявляемые к продольному профилю**

Дорогу проектируют одновременно в плане и в продольном профиле. В процессе проектирования выполняют взаимную увязку и корректировку всех элементов плана и профиля. При этом соблюдают основные требования, которые должны обеспечивать безопасность и плавность движения по дороге с расчетными скоростями, а также наименьший объем земляных работ, устойчивость и долговечность земляного полотна и дорожной одежды. Безопасность и плавность движения достигаются в результате правильного назначения радиусов вертикальных кривых, соответствующего выбора крутизны спусков, подъемов и их последовательности, а также учета всех местных условий. Устойчивость и долговечность земляного полотна обеспечиваются при назначении высоты насыпей и глубины выемок в соответствии с рельефом, гидрологическими, гидрогеологическими и другими условиями, а также при выполнении эксплуатационных требований: защита дороги от грунтовых и поверхностных вод, от снежных заносов и др.

Исходными данными для проектирования дороги в продольном профиле



являются: категория дороги, определяющая ее основные технические нормативы:

наибольшие допускаемые продольные уклоны, радиусы выпуклых и вогнутых вертикальных кривых, шаг проектирования и т.д.;

ведомость черных отметок, рекомендуемые рабочие отметки, отметки контрольных точек;

гидрогеологические условия по трассе дороги и др.

Основные требования к проектированию следующие.

1. Продольные уклоны. Чтобы вписать дорогу в рельеф местности, ее проектируют в продольном профиле в виде подъемов, спусков и (реже) горизонтально. Крутизна подъемов и спусков характеризуется продольным уклоном. Уклон - это тангенс угла, который образуется отрезком наклонной прямой и горизонтальной проекцией этого отрезка - заложением. Иными словами, уклон - отношение вертикальной проекции отрезка прямой к его заложению  $i=h:l=tga$ . В дорожном деле как поперечные, так и продольные уклоны принято выражать в виде десятичной и простой дроби, в процентах или в тысячных долях - промилле (%). Например, один и тот же уклон можно представить в виде:  $i=0,034=34:1000\%=34\%$ . Иногда уклон выражают углом наклона в градусах.

Продольный уклон зависит от рельефа местности. Наибольшие допустимые продольные уклоны дороги определяются ее категорией и эксплуатационными требованиями. Если по дороге предполагается движение большегрузных автомобилей с прицепами, продольные уклоны не должны превышать 70%. Для улучшения эксплуатационных показателей дорогу всегда стремятся проектировать с возможно меньшими продольными уклонами.

Наибольший продольный уклон дороги определяется из условия равномерного движения автомобиля на подъеме.

Наименьшие продольные уклоны также можно ограничивать. Например, если дорога проходит в выемке, то для лучшего водоотвода дорогу и кюветы проектируют с продольными уклонами не менее 5...10%.

2. Рекомендуемую, или руководящую рабочую отметку земляного полотна, т.е. требуемую высоту насыпи, принимают по техническим условиям и рассчитывают с учетом характера увлажнения местности, дорожно-климатической зоны и качества грунтов.

3. Наименьшие радиусы вертикальных выпуклых и вогнутых кривых регламентируются строительными нормами.

4. Расстояние между вершинами разноименных переломов проектной линии - шаг проектирования - на равнинной местности для дорог I-с категории должно быть не менее 150 м, для II-с - 100 м.

5. Расчетная видимость поверхности дороги должна быть не менее приведенных в нормативных документах. Видимость встречного автомобиля должна быть соответственно в два раза больше.

6. Отметки контрольных точек - высотные отметки проезжей части мо-

стов, бровки земляного полотна над трубами, а также элементов пересекемых дорог: проезжей части автомобильных дорог, головки рельса железной дороги. Положение проектной линии должно быть увязано с этими отметками.

7. Ведомость черных отметок, т.е. отметок поверхности земли на пикетах и плюсовых точках по трассе дороги. Плюсовые точки - это места изломов черного профиля между пикетами, в том числе точки пересечения трассы с тальвегами и водораздельными линиями. Их учитывают для более точного определения объемов земляных работ.

## **ТЕМА 5 ЭЛЕМЕНТЫ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГИ**

### **5.1 Элементы поперечного профиля и их назначение**

Поперечным профилем называют представленный на чертеже разрез дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной к ее продольной оси. Поперечный профиль включает следующие элементы:

проезжая часть - главный конструктивный элемент, обеспечивающий движение транспорта определенной грузоподъемности, габаритов и с определенной скоростью; проезжая часть покрыта дорожной одеждой, которая должна быть прочной, а поверхность ее ровной, шероховатой и беспыльной;

обочины - боковые полосы, примыкающие к проезжей части; они служат для дорожной одежды упором, позволяют повышать безопасность движения, а кроме того, предназначаются для вынужденных остановок автомобилей и временного складирования строительных материалов; проезжая часть и обочина составляют дорожное полотно;

водоотводные сооружения - продольные канавы (кюветы, кюветы-резервы и резервы), располагаемые по краям земляного полотна и сопрягаемые с ними откосами;

обрезы - полосы между водоотводящими сооружениями и границами полос отвода; предназначаются для устройства объездных транспортных путей, длительного складирования строительных материалов, размещения декоративных и снегозащитных зеленых насаждений, а в ряде случаев - благоустроенных площадок для отдыха и др.;

кювет-резерв - уширенный и углубленный кювет, устраиваемый при разработке грунта для возведения насыпи (если на расстоянии до 1,5...2 км нет выемки); его ширина определяется количеством необходимого грунта, а глубину принимают не более 1,5 м; внутренний откос

кювета-резерва служит продолжением откоса насыпи, разность отметок бровки земляного полотна и дна кювета-резерва  $< 4,0$  м;

резерв - отличается от кювета-резерва устройством между откосами

насыпи и резерва бермы - полосы шириной не менее 2 м, разность отметок бровки земляного полотна и дна резерва . 4 м;

нагорная канава служит для перехвата поверхностных вод и отвода их в ближайшие пониженные места, устраивают при косогорности более 1:10;

банкет - призма треугольного поперечного сечения, отсыпана из грунта, вынутого из нагорной канавы, позволяет увеличить площадь поперечного сечения нагорной канавы;

полоса отвода - участок земли, отводимый под строительство дороги, на котором размещают все перечисленные элементы дороги и дорожные сооружения.

В поперечном профиле сельских улиц (см. рис. 3,4), кроме проезжей части, размещают следующие элементы:

тротуары и дорожки (аллеи) - для пешеходов, с покрытиями, обеспечивающими удобство передвижения при различных погодных условиях; покрытия должны отвечать соответствующим архитектурным и санитарно-гигиеническим требованиям;

велосипедные дорожки, устраиваемые если в перспективе на проектируемой улице предусматривается интенсивное (более 50 велосипедов в 1 ч) движение; покрытие на велосипедных дорожках должно быть облегченного типа;

наземные (осветительные мачты и мачты средств связи) и подземные (водопровод, газопровод и др.) инженерные сети;

зеленые насаждения (защитные и декоративные) и газоны (разделительные полосы).

## 5.2 Поперечные профили дороги

Полосу местности, выделяемую для расположения на ней дороги, разработки грунта, предназначенного для отсыпки насыпей, постройки вспомогательных сооружений и посадки зеленых насаждений, называют дорожной полосой, или полосой отвода.

Изображение в уменьшенном масштабе сечения дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси дороги, называют поперечным профилем.

Расстояние между бровками условно называют шириной земляного полотна. Крутизну откосов характеризуют коэффициентом заложения, который определяется отношением высоты откоса к его горизонтальной проекции - заложению.

Откосам малых насыпей для возможности съезда автомобилей с дороги целесообразно придавать заложение 1:5 или 1:6. Это способствует также уменьшению заносимости дороги снегом и повышает безопасность движения.

При высоте насыпи менее 6 м исходя из требований экономии земляных работ откосы устраивают с заложением 1:1,5. Такие насыпи вполне устойчивы. Более крутые откосы высоких насыпей при увлажнении грунта могут оползть под действием собственного веса грунта или веса съехавшего на обочину автомобиля.

В настоящее время по действующим правилам сооружения земляного полотна принимают следующие коэффициенты заложения откосов: не круче 1:4 для насыпей высотой до 3 м и 1:3 для насыпей высотой до 2 м. Насыпи на ценных плодородных землях, строящиеся из грунта, привозимых из грунтовых карьеров, допускается возводить с более крутыми откосами 1:1,5.

Для насыпей высотой 2 м и менее имеются два типа поперечных профилей: обтекаемый и необтекаемый. Основной из них - обтекаемый поперечный профиль - применяется при возможности получения для постройки дороги широкой полосы (полосы отвода), имеет округленные очертания, которые способствуют его плавному обтеканию снеговетровым потоком и меньшей заносимости снегом. Если дорогу прокладывают по малоценным землям, грунт для отсыпки насыпи берут из устраиваемых рядом с насыпью неглубоких выработок - резервов. Размеры резервов определяют исходя из количества грунта, необходимого для отсыпки земляного полотна. Глубина резервов должна быть не более 1,5 м и не менее 0,3 м. На участках с поперечным уклоном местности резервы располагают с нагорной стороны, на горизонтальных с одной или двух сторон в зависимости от местных условий. Ширину резервов необходимо по возможности выдерживать постоянной на достаточно больших участках.

При постройке дорог на ценных сельскохозяйственных угодьях устраивают насыпи необтекаемого поперечного профиля, возводимые из привозного грунта.

На дорогах выемки глубиной до 1 м рекомендуется устраивать обтекаемого поперечного профиля, обеспечивающего незаносимость снегом. Они бывают двух типов: раскрытые с пологим внешним откосом и разделанные под насыпь - настолько уширенные, что проезжая часть воспринимается как бы построенной на насыпи.

Чтобы вода, выпадающая во время дождей или образующаяся при таянии снега, не стекала в выемку, между кавальером и откосом выемки отсыпают вал грунта треугольного сечения, называемый банкетом. Высота банкета не превышает 0,6 м; подошва его откоса должна отстоять от бровки выемки не менее чем на 1 м. Поверхности банкета придается уклон 20 - 40% в сторону выемки. Между банкетом и кавальером отрывают забанкетную канаву глубиной и шириной по дну не более 0,3 м.

### **5.3 Основные параметры поперечного профиля**

Основные параметры поперечного профиля земляного полотна и про-

езжей части внутрихозяйственных дорог следует принимать по табл.5.1

Таблица 1 - Основные параметры поперечного профиля

Параметры поперечного профиля	Значения параметров для дорог категорий		
	I с	II с	III с
Число полос движения	2,3	2	1

Для дорог II-с категории при отсутствии или нерегулярном движении автопоездов допускается ширину проезжей части принимать 3,5 м, а ширину обочин - 2,25 м, в том числе укрепленных - 1,25 м.

На участках дорог где требуется установка ограждений барьерного типа, при регулярном движении широкогабаритных сельскохозяйственных машин (шириной свыше 5 м) ширина земляного полотна должна быть увеличена за счет уширения обочин.

Ширину земляного полотна возводимого на ценных сельскохозяйственных угодьях допускается принимать: 8 м - для дорог I-с категории, 7 м - II-с категории, 5 м - III-с категории. К ценным сельскохозяйственным угодьям относятся орошаемые, осушенные и другие мелиорированные земли, участки, занятые многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками, а также участки с высоким естественным плодородием почв и другие, приравняемые к ним, земельные угодья.

На дорогах II-с категории допускается устройство колежных конструкций с шириной колесопровода 1 м, расстоянием между колесопроводами 0,9 м и шириной земляного полотна 5 м. Обочины и пространства между колесопроводами должны быть укреплены на полную ширину. Вданном случае следует предусматривать площадки для разезда транспортных средств и сельскохозяйственных машин.

Для дорог I-с и II-с категорий при радиусах кривых в плане 1000 м и менее необходимо предусматривать уширение проезжей части с внутренней стороны кривой за счет обочин согласно табл.2.9., при этом ширина обочин после уширения проезжей части должна быть не менее 1 м.

Для дорог III-с категории величину уширения проезжей части, установленную в табл.2.9. надлежит уменьшать вдвое.

При недостаточной ширине обочин для размещения уширенной проезжей части должно быть выполнено в пределах переходной кривой, а при ее отсутствии - на прямом участке, примыкающем к кривой, длиной не менее 15 м. Целесообразность применения кривых малых радиусов с уширением проезжей части следует обосновывать в проекте сопоставлением с вариантами увеличения радиусов кривых в плане, при которых величина уширения снижается.

На внутрихозяйственных дорогах, по которым предполагается регулярное движение широкогабаритных сельскохозяйственных машин и транспортных

средств, следует предусматривать устройство площадок для разъезда с покрытием, аналогичным принятому для данной дороги, за счет уширения одной обочины и соответственно земляного полотна.

Расстояние между площадками надлежит принимать равным расстоянию видимости встречного транспортного средства, но не менее 0,5 км. При этом площадки должны, как правило, совмещаться с местами съездов на поля.

Ширину площадок для разъезда по верху земляного полотна следует принимать 8, 10 и 13 м при предполагаемом движении сельскохозяйственных машин и транспортных средств шириной соответственно до 3 м, свыше 3 до 6 м и свыше 6 до 8 м, а длину - в зависимости от длины машин и транспортных средств (включая автопоезда), но не менее 15 м. Участки перехода от однополосной проезжей части к площадке для разъезда должны быть длиной не менее 15 м, а от двухполосной проезжей части - не менее 10 м.

В случаях когда вывозку урожая с полей, завоз удобрений и посевного материала на поля намечается выполнять автопоездами или тракторными поездами с развозкой на поля и обратной вывозкой прицепов к дороге в одиночку, в местах примыкания вспомогательных полевых дорог к дорогам других категорий на последних должны предусматриваться специальные площадки за счет уширения их проезжей части не менее чем на 3,5 м длиной, равной длине автопоезда, но не менее 15 м.

Проезжую часть следует принимать с двухскатным поперечным профилем на прямолинейных участках дорог и на кривых в плане радиусом более 600 м для дорог I-с категории, более 400 м - II-с категории и более 300 м - III-с категории.

На кривых участках дорог в плане с меньшими радиусами следует предусматривать устройство виражей (односкатных поперечных профилей с уклоном к центру кривой).

На прямых участках и кривых в плане радиусом более 400 м дорог II-с категории с монолитным цементнобетонным покрытием допускается устраивать проезжую часть с односкатным поперечным профилем.

Поперечные уклоны обочин при двухскатном поперечном профиле следует принимать на 10 - 20% более поперечных уклонов проезжей части.

При этом уклоны виража должны быть не менее поперечного уклона проезжей части на прямых участках. Переход от двухскатного (односкатного) поперечного профиля проезжей части дороги на прямых участках к односкатному на виражах следует осуществлять на протяжении переходной кривой, а при ее отсутствии - на прилегающем к кривой прямом участке.

Поперечный уклон обочин на вираже следует принимать одинаковым с уклоном проезжей части дороги. Переход от принятого уклона обочин на прямых участках дороги к уклону проезжей части на виражах следует производить на протяжении не менее 10 м от начала отгона виража.

## 5.4 Оформление поперечного профиля

На поперечный профиль земляного полотна автомобильных дорог наносят и указывают на нем:

линию фактической поверхности земли, линии ординат от точек перелома линии фактической поверхности земли, а при реконструкции, кроме того, контур существующего полотна;

ось проектируемой автомобильной дороги, а при реконструкции в случае необходимости и существующей;

инженерные сети и их наименование;

подшвы слоев грунта;

разведочные геологические выработки, влажность и консистенцию слоев грунта, отметки уровня грунтовых вод с датой измерения (при необходимости);

наименование слоев грунта и номера их групп в соответствии с классификацией по трудоемкости разработки (например суглинок 33а, песок 27 б);

контур проектируемого земляного полотна, линии ординат от точек перелома указанного контура;

крутизну откосов;

контур срезки плодородного слоя грунта, удаления торфа и замены непригодного грунта;

привязку поперечного профиля к пикетам.

На поперечном профиле земляного полотна городских автомобильных дорог, кроме того, наносят и указывают: "красную" линию, контур автомобильной дороги (по верху покрытия); рабочие отметки земляного полотна.

Над каждым поперечным профилем земляного полотна, изображенным на листе, слева указывают значения площадей поперечных сечений, например, насыпей (А), выемок (А), кюветов (А), срезки плодородного слоя (А), banquetов (А), а также номеров групп слоев грунта в соответствии с его классификацией по трудности разработки.

Под поперечным профилем помещают таблицу в графах которой приводят:

"Проектные данные" - отметки точек переломов контура проектируемого (реконструируемого) земляного полотна, расстояния между этими точками по горизонтали и уклоны элементов;

"фактические данные" - отметки линии фактической поверхности земли в точках ее перелома и расстояния между этими точками.

При размещении на листе двух и более поперечных профилей земляного полотна боковые сетки таблицы показывают только у первого.

Пример оформления поперечного профиля городской автомобильной дороги (улицы) приведен на рис. , других - на рис. .

На поперечный профиль земляного полотна наносят и указывают на нем

(ГОСТ 21.511-83):

ось проектируемой дороги;  
линию фактической поверхности земли (условно);  
контур проектируемого полотна с указанием крутизны откосов (при реконструкции, кроме того, контур существующего земляного полотна);  
характер и места укрепления обочин и откосов (схематично);  
ширину полотна и его элементов;  
направление и уклоны верха полотна; границы отвода земли;  
конструкцию дорожной одежды, направление и уклон по ее поверхности;  
ширину проезжей части и краевых полос.

Конструкцию дорожной одежды на изображении поперечного профиля дают схематично, на том же листе, как правило, помещают и детальное изображение. Детальное изображение конструкции дорожной одежды допускается выполнять и на отдельных листах.

На детальном изображении конструкции дорожной одежды указывают: материал и толщину слоев, входящих в ее состав, а также дренажные устройства; материал слоев, входящих в состав одежды, дают в виде условного графического обозначения;

обозначения дорожных одежд, различающихся материалами слоев или другими характеристиками. В обозначение включают слово "Тип" и порядковый номер (арабскими цифрами), например "Тип 1", "Тип 2";

границы участков, на которых применяется данная конструкция (тип) дорожной одежды, кроме внутривысотных дорог.

Симметричные поперечные профили конструкции земляного полотна изображают до оси симметрии. Они различаются конфигурацией и высотой, крутизной откосов и другими показателями. Для них также приняты обозначения "Тип 2" и т.д. Тип поперечного профиля конструкции земляного полотна указывают на изображении продольного профиля дороги.

## **5.5 Типовые и индивидуальные поперечные профили**

Грунты, конструкция земляного полотна и методы возведения должны обеспечивать сохранение его проектной геометрической формы независимо от погодных условий и времени года, а также необходимую прочность и устойчивость дорожной одежды.

В несложных геологических условиях конструкцию поперечного профиля принимают на основе решения продольного профиля по типовым поперечным профилям с учетом рельефа местности, почвенно-грунтовых, геологических, гидрогеологических и климатических условий, а также дорожно-климатического районирования территории СНГ и типов местности по характеру и степени увлажнения.

При проектировании земляного полотна следует принимать типовые или индивидуальные решения, в том числе типовые решения с индивидуальной



привязкой. Индивидуальные решения принимают при соответствующих обоснованиях:

для насыпей с откосом высотой более 12 м;

для насыпей на участках временного подтопления, а также при пересечении постоянных водоемов и водотоков;

для насыпей, сооружаемых на болотах глубиной более 4 м с выторфовыванием, или при наличии поперечных уклонов дна болота более 1:10;

для насыпей, сооружаемых на слабых основаниях. К слабым относят связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания менее 0,075 МПа (при испытании прибором вращательного среза) или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа (модуль деформации ниже 5,0 МПа). При отсутствии испытательных данных к слабым грунтам следует относить торф и заторфованные грунты, или, сапропели, глинистые грунты с коэффициентом консистенции более 0,5, мокрые солончаки. К слабым основаниям относят такие, в которых в пределах активной зоны имеются слои слабых грунтов мощностью не менее 0,5 м (мощность активной зоны следует ориентировочно принимать равной ширине насыпи внизу):

при использовании в насыпях грунтов повышенной влажности;

при использовании прослоек из геотекстильных материалов или специальных прослоек (теплоизолирующих, гидроизолирующих, дренирующих, капилляропрерывающих, армирующих и т.п.) для регулирования водно-теплового режима верхней части земляного полотна, а также специальных поперечных профилей;

при сооружении насыпей на просадочных грунтах;

для выемок с откосом высотой более 12 м в нескальных грунтах и более 16 м в скальных при благоприятных инженерно-геологических условиях;

для выемок в слоистых толщинах, имеющих наклон пластов в сторону проезжей части;

для выемок, вскрывающих водоносные горизонты или имеющих в основании водоносный горизонт, а также глинистых грунтах с коэффициентом консистенции более 0,5;

для выемок с откосом высотой более 6 м в пылеватых грунтах избыточного увлажнения, а также в глинистых и скальных размягчаемых грунтах, теряющих прочность и устойчивость в откосах под воздействием погодно-климатических факторов;

для выемок в набухающих грунтах при неблагоприятных условиях увлажнения;

для насыпей и выемок, сооружаемых в сложных инженерно-геологических условиях: на косогорах круче 1:3, на участках с наличием или возможностью развития оползневых явлений, оврагов, карста, обвалов, осыпей, селей, снежных лавин, наледи, вечной мерзлоты и т.п.;

при возведении земляного полотна с применением взрывов или гид-

ромеханизации;

при проектировании периодически затопляемых дорог в случае пересечения водотоков;

при использовании теплоизоляционных слоев на участках вечномёрзлых грунтов.

Индивидуально необходимо также проектировать водоотводные, дренажные, поддерживающие, защитные и другие сооружения, обеспечивающие устойчивость земляного полотна в сложных условиях, а также участки его сопряжения с мостами и путепроводами.

При возведении насыпей из притрассовых резервов, располагаемых на обрабатываемых (пахотных) землях, наружные откосы резервов улаживают до крутизны 1:6 с последующим покрытием дна и откосов резервов растительным грунтом. После приведения резервов в пригодное для использования в сельском хозяйстве состояние их передают землепользователям. В случае проложения дорог по особо ценным угольям притрассовые резервы не устраивают, а насыпи возводят из привозного грунта.

На участках, где необходимо обеспечить пропуск одиночных тракторов по основной дороге, ширину обочин следует принимать не менее 4 м, соответственно увеличивая при этом ширину земляного полотна.

Типовые конструкции земляного полотна разработаны как единое сооружение с дорожной одеждой (которую изображают схематично). На всех поперечных профилях двойной линией показывают укрепление откосов насыпей, выемок, кюветов, резервов, а также дна резервов и кюветов.

## **5.6 Расчет ширины проезжей части и земляного полотна**

Ширина проезжей части определяется величиной одной полосы движения и числом полос. Ширина одной полосы движения зависит от скорости и вида транспортных средств.

Максимальную пропускную способность одной полосы движения определяют из условия, что автомобили движутся друг за другом с одинаковой скоростью на расстоянии видимости поверхности дороги.

При этом гарантируется полное торможение и остановка автомобиля перед препятствием.

## **ТЕМА 6 КОНСТРУКЦИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

### **6.1 Элементы земляного полотна и общие требования к земляному полотну**

Основные элементы земляного полотна:

верхняя часть земляного полотна (рабочий слой) зона, ограниченная по высоте снизу глубиной, равной  $2/3$  глубины промерзания, но не менее 1,5 м, считая от верха покрытия; для выемок, участков с нулевыми отметками или низких насыпей в рабочий слой могут попадать грунты в природном залегании с ненарушенной структурой;

откосная часть - зоны, ограниченные поверхностями откосов и вертикалями, проходящими через бровки насыпей или выемок; снизу откосные зоны ограничены основанием насыпи или выемки;

ядро насыпи - зона, расположенная ниже рабочего слоя и ограниченная снизу основанием насыпи, а с боков - вертикалями, проходящими через бровки насыпи;

основание насыпи - зона, расположенная под насыпью в пределах естественной грунтовой толщи; мощность основания, принимаемая в расчет, устанавливается в зависимости от инженерно-геологических условий, в частности от свойств грунтов, но не менее ширины насыпи понизу;

основание выемки - зона, расположенная ниже нижней границы рабочего слоя; мощность основания, учитываемая при проектировании, устанавливается в зависимости от инженерно-геологических условий грунтового массива и может достигать размера, равного заложению откоса.

В состав земляного полотна входят также система поверхностного водоотвода (лотки, кюветы, канавы) и различного типа специальные удерживающие и поддерживающие конструкции, предназначенные для обеспечения устойчивости самого земляного полотна или склонов, на которых оно располагается.

Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и стабильным, т.е. его элементы не должны разрушаться или давать деформации, недопустимые с точки зрения нормальных условий эксплуатации дороги с учетом условий и срока ее службы.

Для обеспечения устойчивости различных элементов земляного полотна предусматриваются соответствующие мероприятия, отвечающие механизму нарушения прочности и устойчивости данного элемента. В число таких мероприятий входят: соответствующий выбор грунтов для насыпей; обеспечение правильного расположения и требуемой степени уплотнения грунта; защита грунта от источников увлажнения устройством дренажей, гидроизоляции и т.д.; защита от опасных температурных воздействий, от эрозии, волновых воздействий, правильное назначение геометрических параметров, конструкций поперечного сечения, а также высоты насыпей и глубины выемок. Указанные мероприятия необходимо проводить комплексно с учетом местных условий, а также категории дороги, типа покрытия и др.

Земляное полотно устраивают в виде насыпей или в выемках. Высота насыпей или глубина выемок определяется в результате проектирования продольного профиля. Наиболее рациональное решение при сложном релье-

ефе получают при проектировании продольного профиля совместно с земляным полотном.

При назначении конструкции земляного полотна учитывают категорию дороги, тип дорожной одежды, высоту насыпи или глубину выемки, свойства грунтов, используемых в земляном полотне, особенности инженерно-геологических условий того или иного участка дороги (характер и условия залегания грунтов, наличие подземных и поверхностных вод, возможное влияние опасных геологических процессов и т.д.), комплекс природных особенностей района строительства. Кроме того, учитывают условия производства работ (сезонность, наличие техники, сроки строительства и т.д.), а также опыт эксплуатации дорог в данном районе.

Геометрическая форма земляного полотна и его конструкция должны способствовать снега не заносимости, безопасности движения, а также отвечать эстетическим требованиям.

Могут применяться типовые конструкции земляного полотна или индивидуальные решения. В ряде случаев используют типовые конструкции с индивидуальной привязкой, при которой уточняют некоторые параметры (например, осадку основания насыпи и т.п.). Для типовых решений головными проектными организациями составляются альбомы типовых конструкций.

Индивидуальные решения или индивидуальную привязку типовых решений осуществляют во всех случаях, когда необходимы проверка устойчивости откосов или склона, на котором расположено земляное полотно, оценка устойчивости или деформаций основания насыпи, учет возможных посадок за счет до уплотнения слоев самой насыпи, меры по защите земляного полотна от опасных геологических процессов, специальный учет неблагоприятных свойств особых грунтов, в случаях применения нетрадиционных конструктивных мер и т.д.

Для насыпей такие решения необходимы в следующих случаях: при их высоте более 12 м; на участках временного подтопления, а также при пересечении постоянных водотоков и водоемов; при наличии слабых оснований, сложенных про садочными грунтами; на болотах глубиной более 4 м при применении выторфовывания; на болотах при поперечном уклоне дна болота более 1:10; при использовании в насыпях грунтов повышенной влажности; при недостаточном возвышении земляного полотна над уровнем грунтовых или поверхностных вод (низкие насыпи и так называемые "нулевые места"); при применении конструкции земляного полотна со специальными прослойками (терма изолирующими, гидроизолирующими, армирующими и др.) или при специальном поперечном профиле (откосы повышенной крутизны, сложный поперечный профиль и т.п.); при использовании в насыпи грунтов особых разновидностей.

## 6.2 Грунты для земляного полотна и требования к ним

В соответствии с существующей классификацией грунты разделяют на две группы: глинистые и обломочные нецементированные (табл.6.1).

Прочность грунта находится в зависимости от следующих основных характеристик: гранулометрического состава, влажности, плотности и температуры. Наиболее существенно меняются в течение года влажность и плотность грунта.

Теоретически все грунты могут использоваться в дорожном строительстве, однако для отдельных их типов следует предусматривать некоторые конструктивные и технологич. мероприятия по регулированию водно-теплового режима. Оценивая грунты с точки зрения их работы в проектируемых насыпях и выемках, необходимо учитывать как их свойства при естественном залегании, так и изменение этих свойств в процессе производства работ.

Таблица 1 - Классификация грунтов для проектирования и сооружения земляного полотна

А. Глинистые грунты		
Грунт	Содержание песчаных частиц массы сухого грунта	Число пластичности
Супесь;		
Легкая крупная	Более 50	---
Легкая	50	---
Пылевая	20-50	1-7
Тяжелая пылевая	Менее 20	
Суглинок;		
Легкий	Более 40	7-12
Легкий пылеватый	Менее 40	7-12
Тяжелый	Более 40	12-17
Тяжелый пылеватый	Менее 40	12-17
Глина;		
Песчанистая	Более 40	17-27
Пылеватая	Менее 40	17-27
жирная	Не формируется	Более 27
Б. Нецементированные обломочные грунты		
Грунт	Масса частиц по крупности, массы сухого грунта	
Крупнообломочный;		
Щебенистый (при преобладании окатанных частиц – галечниковый)	Крупнее 10 мм – более 50	
Жестяный (при преобладании окатанных частиц – гравий)	Крупнее 2 мм – более 50	
Песок;		
Гравелистый	Крупнее 2 мм – менее 50, но не более 25	
Крупный	0,5 мм – более 50	

Средней крупности	0,25 мм – более 50
Мелкий	0,1 мм – более 75
пылеватый	То же, менее 75

Примечания: 1. При содержании частиц крупнее 2 мм в количестве 25 - 50% наименование грунта дополняют словом гравелистый при окатанных частицах и щебенистый при остро реберных, не окатанных частиц. Для легкой крупной супеси содержание песчаных частиц допустимо размером 2-0,25 мм, для остальных грунтов - 2-0,05 мм. 3. Для установления наименования крупнообломочного или песчаного грунта последовательно суммируют проценты содержания частиц исследуемого грунта сначала крупнее 10 мм, затем крупнее 2 мм, далее крупнее 0,5 мм и т.д. Наименование грунта принимают по первому удовлетворяющему показателю в порядке расположения в таблице.

Грунты, сохраняющие определенную прочность при колебании влажности в значительных пределах, относятся к водостойчивым (например, пески). Каменистые и щебеночные грунты представляют собой обломки горных пород, размерами свыше 2 мм в поперечнике. Для возведения земляного полотна они являются хорошим материалом, так как обладают повышенной устойчивостью к воздействию воды. Исключение составляют быстро выветривающиеся породы - мергель, глинистые сланцы и мел, которые легко размокают при насыщении водой. Эти материалы можно использовать в нижних слоях насыпей в сухих местах, не подвергающихся затоплению водой на длительное время.

Гравийные и песчаные грунты характеризуются хорошей водопроходимостью. Вполне пригодны для возведения насыпей даже в неблагоприятных гидрогеологических условиях. Их применяют также дренарующий материал в подстилающих слоях. Однако эти грунты отличаются малой сопротивляемостью размыву дождевой водой и развеванию ветром, поэтому откосы насыпей и выемок в таких грунтах следует укреплять.

Песчаные пылеватые грунты мало связаны в сухом состоянии, а при увлажнении плывут, поэтому для устройства земляного полотна их применять нежелательно.

Супесчаные грунты широко используют для возведения земляного полотна. Они отличаются устойчивостью как в сухом, так и во влажном состоянии, потому что сочетают в себе достоинства песчаных (большое внутреннее трение и хорошая водопроницаемость) и глинистых (связность в сухом состоянии) частиц.

Для пылеватых супесей характерным является повышенное количество пылеватых частиц. Высота капиллярного поднятия достигает 3 м. В сухом состоянии сильно пылят, а при увлажнении плывут. Склонны к образованию пучин на дорогах. Обладают малой пластичностью и плохой водопроницаемостью. Применение в дорожном строительстве ограничено, допускается

при возведении насыпей в сухих местах с принятием мер против увлажнения грунта и размыва откосов.

Суглинистые грунты отличаются связностью и незначительной водопроницаемостью. Свойства этих грунтов (пластичность, набухание, капиллярное поднятие, липкость) зависят от количества глинистых частиц. Пригодны для возведения земляного полотна. Хорошо сопротивляются размыву и устойчивы в откосах. Требуют защитных мер от избыточного увлажнения. При устройстве земляного полотна на пойме при спаде уровня воды возможно орошение откосов из-за проявления действия гидродинамического давления.

Тяжелосуглинистые грунты в сухом состоянии обладают значительной связностью и плотностью, но трудно разрабатываются, медленно просыхают после увлажнения и имеют малую водопроницаемость. В этих грунтах резко выражены такие свойства, как пластичность, липкость, набухание, влага емкость, капиллярное поднятие. Удовлетворительный грунт для возведения земляного полотна при условии принятия специальных мер против избыточного увлажнения.

Суглинистые пылеватые грунты близки по своим свойствам к тяжелосуглинистым, переходят в плавунное состояние при увлажнении, весьма склонны к пучению. При возведении земляного полотна могут применяться только для нижних слоев в сухих местах.

Глинистые грунты характеризуются большой плотностью, связностью и малой водопроницаемостью. Глинистые частицы имеют весьма малые поперечные размеры (менее 0,005 мм). Обладают большой пластичностью, липкостью и набуханием, трудно разрабатываемы. Капиллярные свойства выражены в меньшей степени, чем в суглинистых и пылеватых грунтах. Пригодны для отсыпки насыпей в сухих местах и в местах, увлажняемых на короткое время. При увлажнении этим грунтам свойственна малая несущая способность.

Лессовые и лессовидные грунты близки по свойствам к суглинистым пылеватым и частично глинистым грунтам. В естественном залегании характеризуются наличием большого количества макропор (0,5...5 мм), связи с чем их пористость велика. Содержание пылеватых частиц в этих грунтах достигает 70...90%. В благоприятных условиях способны образовывать вертикальные откосы большой высоты. Однако резко теряют связность при увлажнении. Откосы и обочины насыпей из таких грунтов требуют укрепления. Следует избегать устройства высоких насыпей и глубоких выемок из-за просадочности оснований при увлажнении и надежности откосов. Обобщенные рекомендации о пригодности грунтов для дорожного строительства приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Пригодность грунтов для дорожного строительства

Грунт	Пригодность грунтов	
	при сооружении земляного полотна	при укреплении вяжущими материалами
Глыбовый	----	Непригоден
Щебенистый	Весьма пригоден	Весьма пригоден при отсутствии частиц крупнее 40 мм используют как гранулометрическую добавку
Дресвяный	То же	Весьма пригоден для укрепления цементом, золой-уносом, битумной эмульсией или жидким битумом при разном составе частиц как гранулометрическая добавка к глинистым грунтам
Песок крупный	Пригоден	То же
Песок средней крупности	То же	Пригоден но в меньшей степени чем крупный песок при укреплении цементом золой-уносом или битумной эмульсией
Песок мелкий	Пригоден но менее устойчив в земляном полотне чем крупные и средние пески	Пригоден для укрепления цементом либо золой-уносом- или битумной эмульсией при сочетании с добавкой цемента
Песок пылеватый	Малопригоден	То же
Супесь легкая крупная	Весьма пригоден	Весьма пригоден
Супесь легкая	Пригоден	То же
Супесь пылеватая	Малопригоден	Пригоден
Супесь тяжелая пылеватая	Непригоден для верхней части	Малопригоден
Суглинок легкий	Пригоден	Пригоден
Суглинок легкий пылеватый	Малопригоден	Пригоден
Суглинок тяжелый	Пригоден	Пригоден с ограничениями
Суглинок тяжелый пылеватый	Малопригоден	Пригоден с ограничениями. При добавке извести весьма пригоден
Глина песчаная	Пригоден	Малопригоден. При добавке извести



Глина пылеватая (полужирная)	Малопригоден	То же
------------------------------	--------------	-------

Для возведения насыпей не применяют;

илистые-грунты ил, мелкий песок с примесью торфа или ила, жирные глины с примесью ила;

не дренирующие грунты, содержащие вода растворимые соли в количестве 8% при хлоридном и более 5% при сульфатном засолении;

торф, жирные глины, меловые и тальковые грунты и трепелы при наличии грунтовых вод на глубине менее 1 м и на поймах рек; опоки, мергели и сланцевые глины.

Прочность и устойчивость земляного полотна зависят также от технологических особенностей размещения грунтов в теле полотна разнородные грунты следует размещать в насыпи горизонтальными слоями ;поверхностям слоев водонепроницаемых грунтов придают двухскатный поперечный профиль с уклоном 40% ; из слоев водонепроницаемых грунтов должен быть обеспечен вывод воды; отсыпка насыпи в виде замкнутого ядра из одного грунта не рекомендуется; не разрешается уширение насыпи из дренирующего грунта водонепроницаемым грунтом; не допускается бессистемная отсыпка различных по свойствам грунтов в теле насыпи, так как это способствует образованию вода насыщенных линз и увлажненных наклонных поверхностей, по которым возможно оползание.

Устойчивость земляного полотна обеспечивается плотностью грунта. Рекомендуемые значения коэффициента уплотнения для различных частей насыпей и выемок даны в табл. 3.

Таблица 3 - Минимальный коэффициент уплотнения песчаных и глинистых грунтов

Земляное полотно	Часть земляного полотна	Глубина расположения слоя от поверхности покрытия, м	Коэффициент к определению дорожных одежд			
			Капитальном		Облегченном и переходном	
			Дорожном климатические зоны			
			II, III	I, V	II, III	IV, V
Насыпь	Рабочий слой	До 1,5	1,0	0,98	0,98	0,95
			0,98	0,95	0,95	-
	Нижняя неподготовленная	1,5-6,0	0,95	0,95	0,95	-
		Более 6,0	0,98	0,95	0,95	0,90
	Нижняя подтопляемая	1,5-6,0	0,98	0,95	0,95	0,95
		Более 6,0	0,95	0,98	0,95	0,95
Выемка	В рабочем слое ниже зоны сезонного промерзания	До 1,2	0,95	-	0,92	-
			-	-	(0,95)	-
	Ниже слоя сезонного	До 0,8	-	0,92	-	0,90

	промерзания		-	(0,95)	-	-
--	-------------	--	---	--------	---	---

Примечания: 1. В скобках приведены значения коэффициента уплотнения в случаях применения цементобетонных и цемента грунтовых покрытий и оснований, а также облегченных покрытий. 2. В районах поливных земель при возможности увлажнения земляного полотна требования к плотности грунта для всех типов дорожных одежд следует принимать такими же, как указано в графах для II и III дорожно-климатических зон.

Необходимая плотность грунта в теле земляного полотна может быть достигнута путем уплотнения при оптимальной влажности, %;

Песок мелкий и пылеватый	8 - 13
Супесь легкая и тяжелая	9 - 15
Суглинок легкий	12 - 18
Суглинок тяжелый и суглинок тяжелый пылеватый	14 - 20
Супесь пылеватая, супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый	15 - 22
Глины пылеватые и песчаные	16 - 26

При выборе грунта в теле земляного полотна следует иметь в виду, что оно должно быть надежным и долговечным. Исправление деформаций полотна после постройки требует больших трудовых и денежных затрат.

Основные показатели, характеризующие состав, состояние и физико-механические свойства грунтов, используемых в дорожном строительстве, определяются в результате полевых инженерно-геологических

изысканий и последующих лабораторных испытаний.

Для сооружения земляного полотна разрешается применять отходы промышленности, мало меняющие прочность и устойчивость под воздействием погодно-климатических факторов.

При использовании крупнообломочных грунтов следует предусматривать выравнивающий слой между насыпью и дорожной одеждой толщиной не менее 0,5 м из грунта с размерами обломков не более 0,2 м.

### 6.3 Конструкция земляного полотна

Земляное полотно включает следующие элементы: верхнюю часть земляного полотна, (рабочий слой), тело насыпи (с откосными частями), основание насыпи, основание выемки, устройства для поверхностного водоотвода, устройства для понижения или отвода грунтовых вод (дренаж), поддерживающие и защитные геотехнические устройства и конструкции, предназначенные для защиты земляного полотна от опасных геологических процессов (эрозии, абразии, селей, лавин, оползней и т.п.).

Верхняя часть земляного полотна (рабочий слой) включает толщину грунтового слоя в пределах 2/3 глубины промерзания от низа дорожной одежды, но не менее 1,5 м от поверхности покрытия проезжей части. Основание насыпи - массив грунта в условиях естественного залегания, распола-

гающийся ниже насыпного слоя, а при низких насыпях - и ниже границы рабочего слоя. Основание выемки - массив грунта ниже границы рабочего слоя.

Земляное полотно служит фундаментом дорожной одежды, поэтому обеспечение его устойчивости определяет работоспособность дороги в целом. Природные условия района строительства оказывают существенное влияние на работу земляного полотна. Поэтому территория СНГ разделена на пять дорожно-климатических зон, характеризующихся комплексом погодноклиматических факторов.

В поперечном профиле земляное полотно может иметь вид насыпи, выемки, полу насыпи полу выемки.

Высота насыпи зависит от типа местности по характеру и степени увлажнения, от дорожно-климатической зоны и вида грунта.

Возвышения бровки земляного полотна могут быть снижены при условии применения специальных мер, предохраняющих верхнюю часть земляного полотна от переувлажнения (прерывающие прослойки из крупно зернистого песка и гравия, синтетических нетканых материалов). В обычных условиях поперечные профили земляного полотна местных дорог принимают по типовым проектам.

Крутизна откосов земляного полотна характеризуется коэффициентом заложения, который определяют как отношение высоты откоса к его горизонтальной проекции.

Крутизну откосов насыпей и выемок назначают с учетом обеспечения их устойчивости, требований безопасности движения, а также условий не занесения дороги снегом или песком.

На ценных землях допускается увеличение крутизны откосов до предельных значений, с разработкой мероприятий по обеспечению безопасности движения.

#### **6.4 Основные параметры земляного полотна**

Земляное полотно внутрихозяйственных дорог следует проектировать, исходя из условий сохранности геометрической формы, обеспечения необходимой прочности и устойчивости дорожной одежды и элементов земляного полотна независимо от погодных условий и времени года и максимального сохранения (или улучшения) естественных почвенно-грунтовых условий прилегающих земельных участков, а также с учетом деления территории СНГ на дорожно-климатические зоны и типов местности.

Возвышение низа дорожной одежды над расчетным уровнем грунтовых и поверхностных вод, а также над уровнем поверхности земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком следует принимать, как правило, не менее установленного в табл. 4.

Таблица 4 - Возвышение низа дорожной одежды над расчетным уровнем грунтовых или поверхностных вод

Грунты земляного полотна	Для дорог, располагаемых в пределах дорожном климатических зон			
	II	III	VI	V
Песок крупный, галечниковый (щебенистый), гравийный (дресвяный) и другие грунты, обеспечивающие устойчивость во влажном состоянии	Не номеруется			
Песок средний и мелкий, супесь легкая крупная	0,7	0,6	0,5	0,4
	0,5	0,4	0,3	0,2
Песок пылеватый, супесь легкая	1,2	0,8	0,8	0,7
	0,6	0,5	0,4	0,3
Супесь пылеватая и тяжелая пылеватая; суглинок легкий, легкий пылеватый и тяжелый пылеватый	1,9	1,7	1,4	1,3
	0,8	0,6	0,5	0,4
Суглинок тяжелый, глины	1,9	1,4	1,1	1
	0,7	0,6	0,4	0,4

Примечания: 1. Над чертой приведены значения возвышений низа дорожной одежды над уровнем грунтовых или длительно (более 20 сут) стоящих поверхностных вод, под чертой - над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 20 сут) стоящих поверхностных вод.

Размещение резервов на ценных сельскохозяйственных угодьях не допускается.

Устройство боковых резервов глубиной не более 1 м на земельных участках, пригодных для сельскохозяйственного производства, допускается в исключительных случаях при условии, что эти участки по окончании земляных работ будут приведены в состояние, пригодное для использования в сельском хозяйстве.

Крутизну откосов насыпей и выемок следует назначать с учетом обеспечения устойчивости земляного полотна и условий не заносимости дороги снегом. При этом наибольшая крутизна откосов не должна превышать значений, установленных в табл. 6.7.

Таблица 5 - Заложение откосов

Грунты	Крутизна откосов	
	Насыпи	Выемки
Крупнообломочные (валунные, галечниковые, щебенистые, гравийные, дресвяные)	1:1,5	1:1-1:1,5
Песок гравелистый, крупный и средней крупности	1:1,5	1:1,5
Песок мелкий и пылеватый; глинистые однородные твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции	1:1,5 (1:1,75)	1:1,5
Лессовые грунты: в районах с засушливым климатом	1:1,5 (1:1,75)	1:1,01-1:0,5
вне районов с засушливым климатом	1:1,75 (1:1,75)	1:0,5

Крутизну откосов насыпи допускается принимать:

1:3 - при высоте насыпей до 1 м, возводимой из местных грунтов (при дальности их перевозки до 0,5 км);

1:1,5 - при высоте насыпей до 1 м, возводимой на ценных сельскохозяйственных угодьях, а также при использовании для возведения насыпей (независимо от их высоты) отходов горно рудного, металлургического и другого промышленного производства.

Откосы насыпей, выемок и водоотводных земляных сооружений и устройств должны быть укреплены с использованием, как правило, местных материалов. Тип укрепления следует назначать в зависимости от физико-механических свойств грунтов, слагающих откосы, интенсивности возведения природных факторов, гидрологического режима подтопления, высоты насыпи и глубины выемки.

Отвод поверхностных вод, поступающих к земляному полотну, следует предусматривать продольными канавами или резервами от насыпей, нагорными канавами и кюветами от выемок.

## 6.5 Водно-тепловой режим

Под водно-тепловым режимом земляного полотна понимают характер изменения во времени влажности и температуры грунта под воздействием погодно-климатических факторов, влияющих на рабочий слой. Изменение влажности и температуры сопряжено с вторичными процессами: набуханием и усадкой, морозным пучением и просадкой при оттаивании, посадкой при

замачивании, изменением плотности, прочности и деформационных характеристик грунта. В конечном итоге через вторичные процессы водно-тепловой режим оказывает влияние на изменения прочности дорожной одежды, ее ровности и долговечности.

Верхняя часть земляного полотна (рабочий слой) должна быть запроектирована таким образом, чтобы обеспечивалась требуемая прочность этого слоя (сопротивление нагрузкам) и его устойчивость (стабильность), под которой понимается исключение недопустимых деформаций в результате воздействия погодно-климатических факторов.

Сущность учета водно-теплого режима при проектировании земляного полотна заключается в том, чтобы обеспечить при возникающем в конструкции водно-тепловом режиме заданную прочность и устойчивость (стабильность) рабочего слоя.

## **6.6 Основные типы деформаций земляного полотна**

Для правильного проектирования, строительства и эксплуатации дорожных конструкций необходимо знать основные виды возможных деформаций насыпей и выемок.

По внешним признакам проявления деформаций различают следующие их типы:

для насыпей - просадки; осадки из-за уплотнения грунта в насыпи или, если слабое основание, за счет уплотнения грунта основания; осадки насыпи из-за выпирания слабого грунта из-под насыпи; расползание; сплавы и оползни откосов; сползание и сдвиги насыпи по поверхности косогора или вместе с частью грунта косогора; размывы и подмывы; провалы;

для выемок - сплавы и оползни откосов; обрушение откосов; обрушение откосов из-за чрезмерной их подрезки при разработке выемки; выпирание слабого грунта на дне выемок; обвалы и осыпи откосов.

Просадка насыпи характеризуется вертикальными перемещениями поверхности полотна. От просадки следует отличать осадки насыпей, вызываемые их постепенным естественным уплотнением.

Осадка свежее отсыпанной насыпи за счет уплотнения грунта в теле земляного полотна в пределах норм является вполне очевидной и нормальной, поэтому при строительстве насыпи размеры ее устанавливаются с запасом на ожидаемую осадку. Осадка насыпи на слабых основаниях приводит к искажению ее формы.

Выпирание как самостоятельный вид деформации встречается обычно в выемках, когда слабый грунт, на котором расположено земляное полотно выдавливается вверх давлением грунта откосов выемки.

Расползание насыпи происходит в большинстве случаев из-за неправильной укладки грунта в насыпь, например, сильно наклоненными слоями

вместо горизонтальных. Попадание в насыпь вместе с грунтом воды или снега при оттаивании может привести к расползанию насыпи.

При возведении насыпей на болотах или в карстовых районах возможны провалы. Обвалы, осыпи, лавины и другие явления могут происходить в результате подмывов и размывов насыпи, выветривания горных пород на склонах, снежных обвалов и т.д.

Перемещение вниз по откосу небольших масс грунта, насыщенных водой, образует спływ. Сплыв обычно захватывает верхний слой грунта на небольшую глубину откоса. Оползни происходят в основном в результате действия воды на грунт.

Чтобы избежать тех или иных деформаций, следует соблюдать правила расчета, проектирования, строительства и эксплуатации насыпей.

Методы расчета устойчивости и прочности грунтов земляного полотна автомобильных дорог основаны на закономерностях механики грунтов. Надежность этих методов зависит от правильного выбора расчетной схемы, характеризующей деформации, которые проектируют в грунтах земляного полотна, а также от правильного назначения расчетных характеристик грунта.

## **ТЕМА 7 КОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

### **7.1 Типы и классификация дорожных одежд**

Дорожная одежда предназначена для создания прочной и ровной поверхности проезжей части автомобильной дороги. Для строительства дорожной одежды местных дорог, как правило, используют местные дорожно-строительные материалы. При этом стоимость их должна быть небольшой, соответствовать по прочности сроку службы и объемам грузооборота на планируемом участке дороги.

Общие требования к конструкции дорожной одежды:

дорожная одежда должна иметь достаточную прочность независимо от изменения режима увлажнения в процессе эксплуатации;

общий модуль упругости должен соответствовать необходимому составу и интенсивности движения; изменение модуля по глубине дорожной одежды должно подчиняться закону распределения напряжений по глубине от нагрузок;

в слоях дорожной одежды необходимо максимально использовать местные дорожно-строительные материалы;

конструкция дорожной одежды должна включать слой износа, который при эксплуатации можно было бы легко заменять либо восстанавливать;

необходимо предусмотреть возможность усиления конструкции дорожной одежды в связи с увеличением интенсивности движения со временем;

работы по устройству дорожной одежды должны быть максимально механизированы;

дорожная одежда должна иметь достаточно шероховатую поверхность, ровность для обеспечения движения автомобилей без ударов и

характеризоваться экономичностью, которая выражается как в строительной стоимости, так и расходами по содержанию.

Дорожные одежды разделяются на такие типы:

капитальные - цементно-бетонные, асфальтобетонные, щебеночные и гравийные, укрепленные вяжущими в установке; мостовые из брусчатки и мозаики на бетонном или каменном основании;

облегченные - гравийные, щебеночные и гравийные, укрепленные вяжущими на дороге; холодный асфальтобетон;

переходные - гравийные и щебеночные без укрепления; дорожные одежды, устроенные из грунтогравия, грунтощебня и грунтов, укрепленных вяжущими на дороге;

низшие - дорожные одежды, устраиваемые из грунтовых оптимальных смесей, малопрочных каменных материалов и шлаков.

По механическим свойствам дорожные одежды разделяют на жесткие и нежесткие.

К жестким относят дорожные одежды, у которых один или несколько слоев из бетона обладают сопротивлением изгибу и модулем упругости, практически не зависящем от температуры, влажности, скорости нагружения и малоизменяющимися в течение всего срока службы одежды. К ним относят дорожные одежды с цементобетонными покрытиями и основаниями.

Нежесткими дорожными одеждami называют слоистые конструкции, материал которых характеризуется модулем упругости и предельным сопротивлением растяжению при изгибе или параметрами сопротивления сдвигу, существенно зависящими от температуры и влажности, режима нагружения. К ним относятся также одежды со слоями основания, в которых допускается образование трещин, и с покрытиями, не способными оказывать достаточного сопротивления растяжению при изгибе.

Нежесткие дорожные одежды устраивают на различных видах асфальто- и дегтебетонов, других смесей с вяжущими, из каменных материалов, побочных продуктов промышленности и грунтов, укрепленных минеральными или комплексными вяжущими (малыми дозами), а также каменных материалов без обработки их вяжущими и др.

Нежесткая дорожная одежда представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из покрытия, основания, дополнительных слоев основания, грунта земляного полотна (подстилающего грунта).



Покрытие - верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая усилия от колес автомобилей и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов. Покрытие должно быть плотным, прочным, ровным, шероховатым, противостоять пластическим деформациям при высоки положительных температурах, быть трещиностойким и хорошо сопротивляться износу - оно должно обеспечивать необходимые эксплуатационные качества проезжей части (в покрытие входят также слои износа, шероховатые слои, защитные слои).

Основание - несущая прочная часть одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенные ниже дополнительные слои или грунт земляного полотна (подстилающий грунт). Слои основания, непосредственно подстилающие усовершенствованное покрытие, должны быть преимущественно монолитными, сдвигоустойчивыми и достаточно хорошо сопротивляться растягивающим напряжениям при изгибе. Нижние слои основания устраивают из менее прочных, но достаточно морозо- и водостойких материалов.

Дополнительные слои основания - слои, которые устраивают между основанием и подстилающим грунтом с неблагоприятными погодно-климатическими и грунто-гидрологическими условиями. Эти слои совместно с покрытием и основанием должны обеспечить наряду с прочностью необходимые морозоустойчивость и дренирование конструкции, создавать условия для снижения толщины из наиболее дорогостоящих материалов. В соответствии с основной функцией, которую выполняет дополнительный слой, его называют морозозащитным, теплоизолирующим, дренирующим. К

дополнительным слоям и прослойкам относят также гидро- и пароизолирующие, капилляропрерывающие, противозаиливающие и др. Дополнительные слои устраивают из песка и других местных материалов в естественном состоянии или укрепленных органическими, минеральными или комплексными вяжущими веществами, местных грунтов, в том числе пучинистых, обработанных вяжущими материалами, из укрепленных смесей с добавками пористых заполнителей.

Грунт земляного полотна (подстилающий грунт) - тщательно уплотненный и спланированный верхний слой земляного полотна, на который укладывают слой дорожной одежды. На подстилающий грунт передается и распределяется все давление от транспортных средств, на него существенно воздействуют изменчивые природные факторы, поэтому о

Выбор типа дорожной одежды и материала покрытия следует производить в зависимости от категории дороги в соответствии с таблицей 1. Изменение области применения дорожных одежд по сравнению с данными таблицы 1 допускается после технико-экономического обоснования принятого решения.

Таблица 1 - Вид покрытия, материал и способ укладки

Тип дорожной одежды	Вид покрытия, материал и способ укладки	Категория дороги
Капитальный	Монолитный цементобетон	I-а, I-б, I-в, II-V
	Сборный железобетон	IV, V
	Асфальтобетон щебеночно-мастичный; асфальтобетон из плотных смесей марки I, укладываемых в горячем и теплом состоянии	I-а, I-б, I-в, II
	Асфальтобетон из плотных смесей марки II, укладываемых в горячем и теплом состоянии	III, IV
Облегченный	Асфальтобетон из плотных смесей марки I, укладываемых в холодном состоянии	III, IV
	Асфальтобетон из плотных смесей: марки III, укладываемых в горячем и теплом состоянии, марки II, укладываемых в холодном состоянии; каменные материалы, обработанные органическими вяжущими методами смешения в установке, на дороге, пропитки (полупропитки); органо-минеральные смеси	IV, V
Переходный	Щебеночное покрытие из щебня прочных пород, устроенное по способу заклинки без применения вяжущих; грунты и малопрочные каменные материалы, укрепленные вяжущими; мостовые; щебеночно (гравийно)-песчаные смеси	IV, V
Низший	Грунты, укрепленные или улучшенные различными местными материалами	V
<i>Примечание</i> – На дорогах IV категории, относящихся к республиканским, следует предусматривать дорожную одежду капитального типа. Дорожную одежду облегченного типа следует предусматривать на республиканских дорогах при расчетной интенсивности движения менее 1000 ед./сут и на местных дорогах; дорожную одежду переходного типа допускается устраивать при расчетной интенсивности движения менее 500 ед./сут.		

Дорожные одежды по сопротивлению нагрузкам от транспортных средств и характеру деформирования следует подразделять на две группы: жесткие и нежесткие.

К жестким дорожным одеждам следует относить одежды, имеющие цементобетонные монолитные или сборные покрытия, а также основания из цементобетона. Нежесткие одежды состоят из асфальтобетона, из каменных материалов и грунтов, укрепленных битумом, цементом, известью и другими вяжущими, в том числе на основе отходов производства (зола уноса, шлак, цементная пыль и др.), а также зернистых материалов (щебень, гравий, шлак и др.).

При конструировании дорожной одежды следует руководствоваться следующими принципами.

Вид покрытия, конструкция дорожной одежды в целом должны удовлетворять транспортно-эксплуатационным требованиям, предъявляемым к до-

роге соответствующей категории и ожидаемым в перспективе составу и интенсивности движения.

Конструкция одежды должна учитывать местные природные и грунтово-гидрологические условия, обеспечивать эффективное осушение и морозоустойчивость.

Материалоемкость и энергоемкость дорожных и транспортных составляющих, определенные по сумме приведенных капитальных вложений, должны быть минимальными.

При назначении конструкции дорожной одежды необходимо учитывать региональный опыт строительства и эксплуатации дорог, уделяя особое внимание новым конструктивным решениям, прошедшим опытную проверку.

Дорожную одежду укрепленных полос следует принимать, как правило, такой же конструкции, как и проезжей части. В случае, если конструкция отличается, ее следует рассчитывать на нагрузку от интенсивности движения, соответствующую  $1/3$  расчетной.

Дорожная одежда остановочной полосы должна быть капитального или облегченного типа и рассчитана на статическую нагрузку от наиболее тяжелого автомобиля при единичном нагружении.

Поверхность остальной части обочин следует укреплять в зависимости от интенсивности и характера движения, грунтов земляного полотна и особенностей климата засевом трав, россыпью щебня, гравия, шлака и других местных материалов, обеспечивающих устойчивость земляного полотна.

Для автомобильных дорог с расчетной интенсивностью движения 3000 ед./сут и более, а также на участках применения допускаемых расчетных скоростей (по таблице 4) при интенсивности движения 1000-3000 ед./сут следует применять покрытия, обеспечивающие более высокие коэффициенты сцепления шин с поверхностью проезжей части (из щебеночно-мастичных и плотных асфальтобетонов типов А, Г и Б по [СТБ 1033](#) – с использованием щебня марки по прочности не ниже 1000 и дробленого песка или отсевов дробления изверженных горных пород), а также поверхностные обработки.

## 7.2 Жесткие дорожные одежды

Расчет толщины бетонного покрытия следует производить с учетом величины и повторяемости суммарных напряжений от транспортных нагрузок и температуры.

В бетонном покрытии необходимо предусматривать поперечные и продольные швы. К поперечным швам относятся швы сжатия, расширения, коробления и рабочие швы.

Необходимость устройства швов расширения в монолитных бетонных покрытиях и расстояние между ними следует обосновывать расчетом с учетом климатических условий и конструктивных особенностей покрытия, за

исключением примыкания к мостам и путепроводам, где их устройство обязательно.

Деформационные швы в покрытии должны быть защищены от проникновения поверхностных вод и засорения путем заполнения их специальными герметизирующими материалами, отвечающими требованиям деформативности, адгезии к бетону, температурной устойчивости, химической стойкости.

Для предупреждения образования уступов в поперечных швах, превышающих 3 мм, при тяжелом и интенсивном движении транспорта (на дорогах I-а, I-б, I-в и II категорий) следует предусматривать штыревое соединение плит, а в качестве основания применять материалы малой эрозионности (тощий бетон, асфальтобетон).

Для снижения эрозии основания в зоне стыка цементобетонного покрытия проезжей части и асфальтобетонного покрытия укрепленной полосы обочины необходимо предусмотреть устройство продольного шва с заполнением его герметизирующими материалами.

При проектировании конструкции дорожной одежды, включающей асфальтобетонное покрытие на цементобетонном основании, следует предусматривать мероприятия, направленные на снижение вероятности образования отраженных трещин в асфальтобетоне. К таким мероприятиям относятся:

- применение трещинопрерывающих слоев из зернистых, эластичных, высокопористых, высокопрочных или уменьшающих трение материалов, в том числе рулонных;
- устройство защитного слоя из материалов повышенной деформативности при низких температурах;
- устройство температурных швов в асфальтобетонном покрытии;
- повышение трещиностойкости асфальтобетона за счет модификации битума и дисперсного армирования;
- увеличение толщины асфальтобетонного покрытия.

### **7.3 Нежесткие дорожные одежды**

Нежесткие дорожные одежды на полосах движения проезжей части следует рассчитывать на прочность с учетом кратковременного многократного действия подвижных нагрузок. Продолжительность действия нагрузки следует принимать равной 0,1 сив расчет вводить соответствующие этой продолжительности значения модуля упругости и прочностных характеристик материалов и грунтов.

Дорожные одежды на площадках отдыха, автобусных остановках, обочинах следует рассчитывать на продолжительное действие нагрузки (10 мин). Повторность нагружения в этом случае допускается не учитывать.

Нежесткие дорожные одежды следует рассчитывать с учетом уровня надежности по следующим критериям:

- сопротивление упругому прогибу всей конструкции;
- сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев;
- сопротивление сдвигу в слоях дорожной одежды и в грунте земляного полотна;
- морозоустойчивость и осушение.

В качестве оснований для дорог I-а, I-б, I-в и II категорий следует применять, как правило, монолитные материалы (пористый и высокопористый асфальтобетон, каменные материалы и грунты, укрепленные цементом, отходами и побочными продуктами промышленности, обладающими вяжущими свойствами, тощий бетон, а также слои из каменных материалов с пропиткой цементопесчаной смесью).

#### **7.4 Дополнительные слои дорожных одежд**

При невозможности выполнения требований к верхней части земляного полотна, а также в случаях, когда необходимая по условиям прочности толщина дорожной одежды не превышает  $2/3$  глубины промерзания, следует предусматривать противопучинные мероприятия в соответствии, обеспечивающие достаточную морозоустойчивость дорожной одежды.

Поверх рабочего слоя земляного полотна из глинистых и пылеватых грунтов следует предусматривать дренирующий слой, предназначенный для сбора и отвода воды, поступающей в дорожную одежду сверху или снизу, толщину которого следует определять расчетом. Коэффициент фильтрации при максимальной плотности у песка, применяемого для устройства дренирующего слоя, должен быть не менее 1 м/сут.

Дренирующий слой допускается не предусматривать на участках дорог с морозозащитным слоем или с верхней частью рабочего слоя, из непучинистых или слабо-пучинистых песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации не менее 0,2 м/сут, в которых может разместиться вся поступающая в основание дорожной одежды вода.

#### **7.5 Материалы для дорожных одежд**

Для цементобетонных покрытий и оснований следует применять тяжелый и мелкозернистый бетоны по [СТБ 1310](#).

Бетон для покрытий и оснований должен соответствовать требованиям [ГОСТ 26633](#) и таблицы 2.

Таблица 2 - Бетон для покрытий и оснований

Категория дороги	Назначение бетона	Минимальный проектный класс бетона по прочности на растяжение при изгибе	Минимальный проектный класс бетона по прочности на сжатие	Минимальная проектная марка бетона по морозостойкости
I-а, I-б, I-в, II	Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия	$B_{tb}4,0$	B30	F150
	Нижний слой двухслойного покрытия	$B_{tb}3,2$	B22,5	F50
III	Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия	$B_{tb}3,6$	B27,5	F150
	Нижний слой двухслойного покрытия	$B_{tb}2,8$	B20	F50
IV	Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия	$B_{tb}3,2$	B25	F150
	Нижний слой двухслойного покрытия	$B_{tb}2,4$	B15	F50
I-V	Основание	$B_{tb}1,2$	B5	F50

*Примечания*

- 1 При соответствующем технико-экономическом обосновании для однослойного или верхнего слоя двухслойного покрытия дорог I-а, I-б, I-в, II и III категорий допускается применять тяжелый бетон, как для дорог III категории.
- 2 Классы бетона по прочности на сжатие следует учитывать только при проектировании железобетонных и предварительно напряженных покрытий.
- 3 Среднемесячную температуру наиболее холодного месяца для районов строительства определяют по СНБ 2.04.02.
- 4 Допускается устройство цементобетонных покрытий для дорог IV категории при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Асфальтобетонные и органоминеральные смеси для покрытий должны применяться в соответствии с СТБ 1033, ГОСТ 30491 и таблицей 3.

При соответствующем технико-экономическом обосновании для обеспечения повышенной сдвига-устойчивости и трещиностойкости асфальтобетонных покрытий следует применять асфальтобетоны с использованием полимерно-битумных вяжущих.

Асфальтобетонные и органоминеральные смеси и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для оснований должны применяться в соответствии с таблицей 4.

Таблица 3 - Асфальтобетонные и органоминеральные смеси для покрытий

Категория дороги	Материал покрытия	
	верхнего слоя	нижнего слоя
I-а, I-б, I-в, II	Горячие и теплые смеси для плотного асфальтобетона типов ЦМСц, А, Б, В и Г марки I	Горячие и теплые смеси для пористого асфальтобетона марки I
III, IV	Горячие и теплые смеси для плотного асфальтобетона типов А, Б, В, Г и Д марки II Холодные асфальтобетонные смеси типов Бх, Вх и Гх марки I	Горячие и теплые смеси для пористого асфальтобетона марки II Горячие и теплые смеси для высокопористого асфальтобетона марки I
IV, V	Горячие и теплые смеси для плотного асфальтобетона типов Б, В, Г и Д марки III	Горячие смеси для пористых асфальтобетона и дегтебетона марки II
	Холодные асфальтобетонные смеси типов Б <sub>х</sub> , В <sub>х</sub> , Г <sub>х</sub> и Д <sub>х</sub> марки II	Каменные материалы, обработанные органическими вяжущими. Горячие и теплые смеси для высокопористого асфальтобетона марки I
	Органоминеральные смеси по <a href="#">ГОСТ 30491</a>	Органоминеральные смеси по <a href="#">ГОСТ 30491</a>

Таблица 4 - Асфальтобетонные и органоминеральные смеси и грунты, укрепленные органическими вяжущими

Категория дороги	Материал
I-а, I-б, I-в, II, III	Горячие и теплые смеси для пористого асфальтобетона марки II, высокопористого асфальтобетона марки I
III	Горячие смеси для высокопористого асфальтобетона марки II
II, III	Органоминеральные смеси и грунты, укрепленные органическими вяжущими методами смешения в установке, пропитки, смешения на дороге

Материалы (смеси щебеночно-песчаные, гравийно-песчаные, щебеночно-гравийно-песчаные, пески и грунты), укрепленные неорганическими вяжущими, для покрытий и оснований должны соответствовать требованиям

СТБ 1521 и таблицы 5.

При проектировании щебеночных оснований, укрепляемых пескоцементной смесью, следует применять щебень фракций 5-40, 20-40, 40-70 и 70-120 мм.

Прочность и морозостойкость щебня должны соответствовать требованиям [ГОСТ 8267](#), [ГОСТ 3344](#) и таблицы 6. Свойства пескоцемента и расход пескоцементной смеси должны соответствовать требованиям СТБ 1521 и таблицы 7.

Таблица 5 - Материалы, укрепленные неорганическими вяжущими, для покрытий и оснований

Наименование показателей	Марка укрепленных материалов			
	для покрытий со слоем износа	для оснований		
		автомобильных дорог категорий		
	IV, V	I-а, I-б, I-в, II	III	IV, V
Прочность на сжатие	M4-M60	M60-M100	M40-M75	M20-M60
Морозостойкость	F25	F25/F50	F15/F25	F15/F25

*Примечания*

Минимальные значения марок по прочности на сжатие M20 и по морозостойкости F15 принимают только для дорог V категории с облегченным типом дорожной одежды.

В числителе приведены значения марок по морозостойкости для дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием, в знаменателе – с цементобетонным покрытием.

Таблица 6 - Прочность и морозостойкость щебня

Наименование показателей свойств щебня	Значение показателей для категорий автомобильных дорог		
	I-а, I-б, I-в, II	III	IV, V
Марка по прочности на раздавливание в цилиндре в водонасыщенном состоянии, не ниже:			
изверженных, метаморфических пород, шлаков фосфорных, черной и цветной металлургии	800	600	600
осадочных пород	600	600	200
Марка по истираемости, не ниже	ИЗ	ИЗ	И4
Марка по морозостойкости	F25	F15	–



Таблица 7 - Свойства пескоцемента и расход пескоцементной смеси

Наименование показателей свойств пескоцемента	Значение показателей для категорий автомобильных дорог		
	I-а, I-б, I-в, II	III	IV, V
Марка по прочности на сжатие	60-100	60-75	40-60
Глубина укрепления, см	10-15	5-10	5-10
Расход пескоцементной смеси, м <sup>3</sup> на 100 м <sup>2</sup>	4-9	3-6	3-6

При проектировании щебеночных покрытий и оснований, устраиваемых методом заклинки, следует применять щебень по [ГОСТ 8267](#), [ГОСТ 3344](#) фракций 20-40, 40-70 и 70-120 мм в качестве основного материала, а фракций 20-40, 10-20 и 5-10 мм – в качестве расклинивающего. При устройстве оснований для расклинки допускается применение смесей № 12 и № 13 по [ГОСТ 25607](#), песка, обработанного битумом, по [ГОСТ 30491](#), а также гранулята, получаемого от фрезерования асфальтобетонных покрытий.

Марки по прочности и морозостойкости щебня должны соответствовать требованиям таблицы 8. Прочность расклинивающего материала может быть на марку ниже основного.

При проектировании щебеночных и гравийных покрытий и оснований из плотных смесей применяемые материалы должны отвечать требованиям [ГОСТ 25607](#).

Марки по прочности и морозостойкости щебня и гравия, входящих в состав смесей, должны соответствовать требованиям таблицы 9.

Конструкция слоев оснований из щебня карбонатных пород марок 400 и ниже допускается без использования расклинивающего материала.

Таблица 8 - Марки по прочности и морозостойкости щебня

Наименование показателей свойств щебня	Значение показателей			
	для покрытий		для оснований	
	автомобильных дорог категорий			
	IV	V	I-а, I-б, I-в, II, III	IV, V
Марка по дробимости в водонасыщенном состоянии, не ниже:				
щебня из изверженных и метаморфических пород	1000	800	800	600
щебня из осадочных пород	800	600	600	300
щебня из металлургических шлаков	800	600	600	300
щебня из гравия	600	600	600	400
Марка по истираемости	ИЗ	ИЗ	ИЗ	И4
Марка по морозостойкости	F25	F25	F25	F15

Таблица 9 - Марки по прочности и морозостойкости щебня и гравия, входящих в состав смесей

Наименование показателей свойств каменных материалов	Значение показателей				
	для покрытий		для оснований		
	автомобильных дорог категорий				
	IV	V	I-а, I-б, I-в, II	III	IV, V
Марка по дробимости в насыщенном водой состоянии, не ниже:					
щебня из изверженных и метаморфических пород	800	600	800	600	600
щебня из осадочных пород	600	400	600	400	200
гравия и щебня из гравия	600	600	600	600	400
из металлургических шлаков	600	400	600	400	200
Марка по истираемости, не ниже	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	И4
Марка по морозостойкости	25	25	25	15	–
Количество в щебне из гравия дробленых зерен, % по массе, не менее	70	50	80	70	25

В щебне из изверженных и метаморфических пород марок 800 и выше и осадочных пород марок 600 и выше для щебеночных покрытий дорог IV и V категорий содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм не должно превышать 15% по массе, а для оснований дорог I-а, I-б, I-в, II и III категорий – 35%.

Для дренирующих и морозозащитных слоев дорожных одежд можно допускать без дополнительных испытаний пески по ГОСТ 8736, содержащие зерна размером менее 0,14 мм в количестве не более 25% по массе, пылевидных глинистых частиц – не более 5%, в том числе глинистых частиц для природного песка не более 0,5% и для дробленого – не более 1% по массе. Коэффициент фильтрации при максимальной плотности должен быть не менее 1 м/сут.

## ТЕМА 8 ПЕРЕХОДЫ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ

### 8.1 Общие сведения

В местах, где автомобильная дорога пересекает реки и ручьи, овраги и балки, по которым стекает в период дождей и таяния снега, устанавливают систему сооружения, называемую переходом водотока. В состав перехода через водоток входят: искусственные, регуляционные и защитные сооружения; подходы к искусственному сооружению.

Искусственные сооружения и подходы к нему являются основными транспортными сооружениями перехода через водоток. Регуляционные и защитные сооружения обычно называют вспомогательными, так как непосредственно по ним движение не происходит.

Переходы через водотоки классифицируют по типам искусственных сооружений:

мост - сооружение, проводящее дорогу над водным препятствием;

труба - сооружение, предназначенное для пропуска ливневых вод или небольших постоянно действующих водотоков и имеющее над собой земляную насыпь;

тоннель - сооружение, проводящее дорогу под водным препятствием;

паром - подвижное устройство, перевозящее транспортные средства через водное препятствие;

фильтрующая дамба - водопропускное сооружение, работающее вследствие фильтрации воды через пустоты между камнями;

брод - сооружение, обеспечивающее движение транспортных средств по дну водотока.

## **8.2 Мосты**

### **8.2.1 Общие сведения**

Мост состоит из пролетных строений, поддерживающих проезжую часть с тротуарами, и опор, передающих опорные давления пролетных строений на грунт. Мосты бывают однопролетными и многопролетными. Крайние опоры, расположенные в местах сопряжения моста с насыпями дороги, называют устоями, а массивные промежуточные - быками. Расстояние между центрами опорных точек пролетного строения – расчетный пролет. Размер от поверхности проезжей части на мосту до самых нижних частей пролетного строения называют строительной высотой моста.

В зависимости от материала мосты бывают деревянными, каменными, бетонными, железобетонными, металлическими и др.

По своему назначению, особенностям устройства и условиям службы мосты подразделяют на основные виды: обычного типа (высокого уровня), позволяющие свободно пропускать высокие воды и не препятствующие имеющемуся на реке судоходству и сплаву; наплавные - на плавучих опорах, когда устройство моста на постоянных опорах дорого, сложно и экономически не оправдывается; мостовые паромы, позволяющие поддерживать связь между берегами для дорог с неинтенсивным движением.

В зависимости от статической схемы основной несущей конструкции пролетных строений различают балочную, арочную, рамную и висячую системы мостов.

В балочных мостах пролетное строение при действии на него

вертикальной нагрузки работает на изгиб и передает опорам вертикальные опорные давления.

В арочных мостах опорные реакции, вызываемые вертикальной нагрузкой, действуют на опоры наклонно и могут быть разложены на вертикальные и горизонтальные составляющие, которые называют распором.

В рамных мостах пролетные строения и опоры жестко связаны между собой и составляют единую конструкцию.

В висячих мостах пространство между опорами перекрыто стальными канатами (вантами), работающими на растяжение и поддерживающими балку жесткости, в уровне которой расположена проезжая часть.

Габариты мостов на внутрихозяйственных дорогах зависят от вида дороги и ее назначения. Так для полевых дорог принимают габарит Г-4,5 с шириной проезжей части 3,5 м, для дорог - подъездов к объектам, не имеющим грузовых перевозок габарит - Г-5, с такой же шириной проезжей части. Дороги, соединяющие усадьбы с их отделениями и хозяйствами, определяют габариты Г-6 с шириной 4,5 м проезжей части моста.

На дорогах, соединяющих центральные усадьбы с отделениями и отделения между собой проектируют мосты с габаритами Г-8; Г-9 и шириной проезжей части соответственно 6 и 7 м.

### **8.2.2 Железобетонные балочные мосты**

На сельских дорогах и в малых населенных пунктах при проектировании мостов малых и средних размеров применяют балочные железобетонные мосты с разрезной и нарезной системами.

Разрезные балочные мосты, перекрывающие небольшие пролеты, строят из сборных элементов. Неразрезные выполняют как сборными, так и монолитными.

По типу несущей конструкции в основном различают мосты с пличными и ребристыми пролетными строениями.

По способу армирования - с напрягаемой (предварительно напряженной) и с ненапрягаемой арматурой.

На малых водотоках, а также сухих логах с непостоянным стоком применяют однопролетные разрезные мосты с пличными и ребристыми типами пролетных строений.

На постоянных водотоках, малых реках, а также реках, отнесенных к водным путям VI-VIII класса на внутрихозяйственных дорогах колхозов и совхозов проектируют многопролетные железобетонные мосты упрощенного типа.

Для пролетов мостов 9-12 м наиболее экономичными являются пличные пролетные строения, для пролетов 12-18 м возможно использование также ребристых конструкций пролетов, при проектировании мостов с пролетами

более 18 м применяют разрезные ребристые пролетные строения из сборных предварительно напряженных элементов.

Для балочных разрезных строений отношение наименьшей высоты пролетного строения к длине пролета достигает  $1/20-1/28$ , для неразрезных систем -  $1/30-1/36$ . Для ребристых разрезных пролетных строений этот показатель равен  $1/16-1/22$ , а для неразрезных -  $1/20-1/28$ .

Для передачи усилий пролетных строений на опоры, а также восприятия деформаций пролетных строений предусматривают опорные части балочных пролетных строений. Различают подвижные и неподвижные опорные части.

В пролетных строениях до 12 м, а также при однорядных свайных опорах независимо от длины пролета можно применять опорные части их плоских стальных листов толщиной до 20 мм. Подвижную опорную часть выполняют из двух листов, обеспечивая возможность скольжения одного по другому, а неподвижную - из одного листа, через который проходит штырь, соединяющий пролетное строение с опорой.

В балочных пролетных строениях размером 9-18 м применяют опорные части тангенциального типа, состоящие из двух толстых металлических плит верхней плоской и нижней с цилиндрической поверхностью со прикасания.

Достаточно прочны и удовлетворяют эксплуатационным требованиям резиновые опорные части в виде слоистого параллелепипеда, составленного из нескольких слоев листового синтетического или натурального каучука вперемежку с приклеенными к нему стальными листами. Толщина металлических прокладок 0,8-2,0 мм, слоев каучука 5-25 мм.

Проезжая часть железобетонных мостов состоит из железобетонной плиты и покрытия. Для выравнивания поверхности плиты укладывают слой цементного раствора 2-3 см. Чтобы придать уклон, толщину выравнивающего слоя увеличивают до 8 см за счет мало прочного мелкозернистого бетона. По выравнивающему слою устраивают оклеенную гидроизоляцию из рулонных материалов и т.п. Асфальтобетонное покрытие выполняют как однослойным (толщина 7-8 см), так и двухслойным (8-12 см).

В железобетонных мостах водоотвод обеспечивается системой продольных и поперечных уклонов. Продольные уклоны назначают по условиям проектирования продольного профиля дороги. Пилообразный продольный профиль с несколькими сопряжениями на мостах недопустим.

Вода с проезжей части сбрасывается через водоотводные трубки под мост. Сечение трубок определяют из расчета, что  $1 \text{ см}^2$  площади отверстия обеспечивает сброс стока с  $1 \text{ м}^2$  площади. Предельное расстояние между трубками 15 м. На мостах длиной до 50 м и уклоном более 20% допускается трубки не ставить, обеспечив сброс воды с поверхности проезжей части у начала и конца моста. Водоотводные трубки устанавливают под тротуаром

или на расстоянии 20-40 см от бордюра на проезжей части моста. Минимальный диаметр трубок 15 см. Нижний конец трубки должен выступать ниже конструкции не менее чем на 10 см.

Для обеспечения свободных перемещений пролетных строений под воздействием нагрузок на проезжей части моста выполняют деформационные поперечные швы, которые устраивают под всеми промежуточными опорами в разрезных пролетных строениях. Деформационные швы заполняют битумной мастикой, резиновыми трех кулачковыми или трубчатым компенсаторами.

Сопряжение моста с насыпью обеспечивает плавность движения транспорта. Это достигается за счет укладки переходных плит, устройством песчано-гравийных подушек и отмасток. Переходные железобетонные плиты размером 100 x 250 см и толщиной 14-20 см укладывают с уклоном 10% по всей ширине проезжей части. Одним концом их опирают на выступ в конце консоли, другим - на железобетонный лежень.

Заднюю грань передней стенки устоя перекрывают оклеенной гидроизоляцией, а поверхность береговых опор, соприкасающихся с грунтовой засыпкой, покрывают обмоточной гидроизоляцией. Пространство между плитой и пролетным строением заполняют горячим битумом. Под плитой устраивают подушку из дренирующего материала.

Проезжую часть моста ограждают тротуарными блоками или бордюрами из естественных или железобетонных камней. Высота их над проезжей частью достигает 40-50 см. Мосты вне населенных пунктов длиной менее 50 м проектируют без тротуаров. Ширину тротуаров мостов в населенных пунктах независимо от габаритов моста назначают не менее 1,5 м, вне населенных пунктов - 1 м. На малых мостах дорог низшей категории разрешается тротуары не устраивать.

### **8.2.3 Наплавные мосты.**

Представляют собой сооружения на плавучих опорах из понтонов, плашкоутов, барж или плотов. Их сооружают на пересечениях дорог широкими, глубокими и многоводными реками или реками со слабыми грунтами, когда устройство моста на постоянных опорах сильно усложняется и удорожается. С наступлением зимы наплавные мосты обычно разводят и помещают в затоны, защищенные от паводков и ледохода. В этот период сообщение между берегами осуществляется непосредственно по льду.

Особенность наплавных мостов заключается в изменении их высотного уровня в зависимости от колебаний горизонта воды, что осложняет сопряжение наплавных мостов с берегами.

Наплавной мост обычно строится из трех основных частей: плавучей, подходов в виде береговой эстакады и переходной. Плавучую часть

собирают из плавучих опор и опирающихся на них пролетных строений. Имеются плавучие части, состоящие из одних только плавучих опор, по которым непосредственно происходит движение. Плавучей частью перекрывают основное русло реки.

Береговые эстакадные части устраивают в тех местах реки, где глубина недостаточна для расположения плавучих опор. При незначительной глубине у берегов эстакадные части можно не применять.

Переходные части служат для сопряжения плавучей части (уровень которой изменяется при колебаниях горизонта воды и при движении по мосту временной нагрузки) с береговыми частями.

На судоходных реках в наплавных мостах для пропуска судов устраивают выводные звенья или специальные разводные пролеты. Сооружают наплавные мосты деревянные, металлические, а также с железобетонными плавучими опорами.

Самую простую конструкцию из деревянных мостов имеют плотовые мосты. Их грузоподъемность незначительна (5...10 т). Наилучший материал для изготовления плотов - дерево смолистых хвойных пород (сосна, ель, пихта), которое слабо впитывает воду и при длительном пребывании в воде сохраняет подъемную силу. Возводить плотовые мосты можно лишь на реках с небольшими скоростями течения (не более 1...1,5 м/с) во избежание большого давления на них водяных струй.

Для пропуска тяжелых грузов применяют плашкоуты - специальные деревянные суда, на которые опирают деревянное пролетное строение (обстройку).

Опорами металлических наплавных мостов обычно служат закрытые металлические понтоны, обладающие достаточной жесткостью как в продольном, так и в поперечном направлении. Несущими элементами в пролетных строениях служат металлические балки со сплошной стенкой или решетчатые фермы. Железобетонные плавучие опоры наплавных мостов обычно делают в виде понтонов замкнутой конструкции. Их наружные элементы требуется выполнять особенно качественно, чтобы обеспечивалась как прочность, так и водонепроницаемость. Пролетное строение сооружают из металла или железобетона.

### **8.3 Водопрпускные трубы**

В настоящее время при проектировании водопрпускных труб под насыпями на дорогах, в том числе и на сельских внутрихозяйственных, применяются различные конструкции труб. Водопрпускная труба—это искусственное сооружение, предназначенное для пропуска ливневых вод или небольших постоянно действующих водотоков и имеющие над собой земляную засыпку. Трубы используются для пропуска поверхностных вод в

кюветах на пересечении дорог в одном уровне и на съездах, а также в качестве путепровода тоннельного типа, скотопрогонов и др.

По форме сечения трубы бывают круглые, прямоугольные, овоидальные, сводчатые, трапецеидальные и треугольные.

Материалами для их постройки служат: камень, бетон, железобетон, металл и др. В настоящее время на местных дорогах строят только сборные железобетонные круглые и прямоугольные трубы или сборно-монолитные прямоугольные, в которых перекрытие железобетонное сборное, стенки и фундамент - монолитные бетонные или каменные.

Режим протекания воды в трубе может быть: безнапорный, полунапорный и напорный. Для дорог местного значения, внутрихозяйственных сельских и др. дорог рекомендуются трубы с безнапорным режимом протекания воды. При одном и том же расходе воды напорную трубу можно сделать меньших размеров, а следовательно, более экономичной, чем безнапорную.

По количеству отверстий трубы бывают одно-, двух- и многоочковые. Устройство одноочковых труб большого диаметра экономичнее многоочковых, состоящих из звеньев меньшего диаметра.

Различают бесфундаментные и фундаментные трубы. Они могут устраиваться без оголовков и с оголовками.

Конструкция трубы состоит из средней части, входного и выходного оголовков. По длине труба делится на секции и звенья. Длина секции зависит от грунтовых и производственных условий.

Основная часть трубы - звенья, одинаковые по всей длине трубы. Для предотвращения просачивания воды из трубы в насыпь на поверхность трубы, соприкасающейся с грунтом насыпи, наносят специальную гидроизоляцию, а швы заделывают раствором.

При входе и выходе из трубы устраивают оголовки, которые плавно вводят поток в трубу и выводят его, снижают сопротивление движению воды и повышают пропускную способность трубы, а также уменьшают опасность размыва насыпи и русла. Оголовки и звенья часто устраиваются на фундаментах. Из-за большего промерзания грунта в начале трубы, чем в ее середине, а также для предотвращения подмывов под оголовками фундаменты делают более глубокого заложения, чем под остальной частью трубы. Для лучшего ввода потока воды в трубу во входных оголовках обычно устраивают повышенные звенья. Для круглых труб вместо повышенных делают конические звенья. У выходного оголовка могут быть цилиндрические звенья, но в целях унификации конструкций входного и выходного оголовков их часто делают с коническими звеньями.

У входа в трубу и выхода в русло водотока защищают от размыва специальным укреплением (уложенными плитами, мощением), на выходе после укрепления устраивают рисберму - углубление, заполненное камнем. Рисберма предотвращает размывы при больших скоростях, создающихся



потоком при выходе из трубы. Дно трубы в виде лотка, имеющего продольный уклон.

Продольный уклон трубы должен соответствовать уклону водотока и быть не меньше критического для предотвращения от заливания отверстия из-за малых скоростей течения воды. Во многих случаях трубам придают уклон больше критического, что позволяет регулировать скорость потока на ее выходе. Это дает возможность регулировать скорость течения и глубину воды в трубе, а также назначать укрепление выходного русла. При расположении труб на косогорах с большими уклонами следует устраивать гасители энергии воды в виде водобойных колодцев, стенок и др.

Для распределения сосредоточенного давления от колес автомобиля, смягчения динамического воздействия подвижной нагрузки на трубу и создания однообразного покрытия толщина насыпи над звеньями или секциями труб под насыпями должна быть не менее 0,5 м, считая от верха трубы до бровки дорожного полотна. В связи с этим наименьшая высота насыпи (рабочая отметка)  $H$  в местах укладки трубы может быть получена из условия

$$H = d + 7d + 0,5$$

где  $d$  - внутренний диаметр трубы, м;

$7d$  - толщина трубы по верху или толщина звена, м;

0,5 м - наименьшая толщина засыпки под трубой.

## 8.4 Паромные переправы

Представляют собой специальные устройства для перемещения транспортных средств и сельскохозяйственных машин через водную преграду в период, когда ее поверхность свободна от льда.

Паромная переправа состоит из следующих элементов: одного или нескольких паромов, т.е. плавучих грузовых средств; тяговых средств, для перемещения паромов от одного берега к другому; причальных устройств (пристаней) для загрузки и разгрузки парома; подъездов к причальным устройствам.

По способу перемещения переправы разделяют на канатные паромы прикрепляют к канату и перемещают лебедкой, воротом, вручную или силой течения воды; буксирные - паром перемещается катером, моторной лодкой и другими буксирными средствами; самоходные, перемещающиеся с помощью двигателя.

В зимний период, когда перемещение парома становится невозможным, вблизи паромной устраивают ледяную переправу.

Паромные переправы бывают различных конструктивных типов и размеров. Простейший тип паромной переправы - паром на крупных лодках; он передвигается по канату или проволоке, перекинутой с берега на берег

по дну реки (при ширине реки до 200 м) или над водой (при ширине реки до 100 м). При более тяжелых нагрузках для устройства паромов используют спаренные баржи, понтоны или плашкоуты, поддерживающие общий помост. Грузовая площадка ограждена перилами: с боков стационарными или съемными винтовыми двигателями.

Причальные устройства для паромов выполняют различных видов в зависимости от колебаний горизонта воды в реке. При небольших колебаниях устраивают неподвижные причалы двух типов, для съезда на берег - речную опору. В причале первого типа опора состоит из башен, поддерживающих на телях поперечную балку. Переходной мостик одним концом опирают на насадку береговой опоры, а другим - на поперечную балку речной опоры. Перед причаливанием парома подвижный конец мостика приподнимают, под него подводят край грузовой площадки парома и, опуская телями поперечную балку, опирают конец мостика на паром. Это обеспечивает возможность переезда транспортных средств, с парома на причал, несмотря на осадку и крен парома.

Причалы этого типа могут функционировать при амплитуде колебания горизонтов воды до 1 м. Причалы второго типа можно использовать при амплитуде колебаний горизонтов до 2...2,5 м. Длина переходной части причала составляет 12 м. В нее входят второй пролет переходного мостика (расположенного у берега) и плавучая опора в виде плашкоута (с центральным отиранием на нее концов обоих пролетных строений).

Строить причалы по этим схемам можно при глубине, достаточной для того, чтобы паром мог подойти к причалу. Глубина должна быть на 25 см больше осадки парома при его максимальной загрузке и максимальном крене. Если глубина у берегов недостаточна, устраивают эстакады.

Устраивают причалы и других типов, один из них скользящий и виде треугольного мостика, перемещаемого по уложенным на выровненный берег гладко оструганным бревнам (склизам) или наклонной эстакаде. Такие причалы целесообразно устраивать на пологих берегах, когда незначительные колебания горизонта воды связаны с большими перемещениями ее уреза.

На больших реках со значительными колебаниями горизонта воды в качестве причальных устройств применяют плавучие пристани (дебаркатеры) в виде баржи, поставленной на якоря. С берега на баржу делают переходный пролет.

На реках, скорость течения которых более 1 м/с, для перемещения парома поперек реки можно использовать энергию течения. С этой целью паром устанавливают под некоторым углом к направлению течения, в результате чего возникает поперечная составляющая давления воды, приводящая паром в движение (паром-самолет).

На рис. показаны схемы канатных и буксирных переправ, в том числе схемы двух паромов-самолетов с поперечным и продольным канатами. В

последнем случае для уменьшения сопротивления движению парама канат поддерживается на поверхности воды с помощью нескольких небольших лодок.

На больших водных препятствиях используют самоходные паромы.

Места расположения паромных переправ по возможности выбирают на прямолинейном участке реки в створах с наибольшей глубиной, без отмелей. Следует также выбирать устойчивые берега и удобные подходы к ним.

Паромные переправы не рекомендуется устраивать вблизи тех участков реки, где расположены пристани, затоны, запаны и другие путевые устройства, обслуживающие судоходство и сплав.

Из типовых паромов выбирают такой, который по своей грузоподъемности и пропускной способности (произведение числа рейсов в сутки на вместимость парама по количеству автомобилей или сельскохозяйственных машин) более всего соответствующих запланированной суточной интенсивности движения. Устройство причалов на переправе должно соответствовать амплитуде колебания уровней воды за время работы переправы.

## 8.5 Броды

На мало интенсивных дорогах, на которых можно допустить перерыв движения на время паводков или прохождения высоких вод (при условии, что уровень воды не будет превышать 0,4 м), можно устраивать броды. Дно брода должно быть достаточно твердым, а берега водотока в месте перехода пологими.

Нетвердые участки дна надо укрепить путем наброски камня слоем 25...30 см и засыпать слоем щебня или гравия. Укрепленное дно не должно иметь резкого перепада вдоль течения, иначе может оказаться размытым.

Ширина проезжей части брода по наброске должна быть не менее 5...6 м, при этом с обеих сторон укрепленного дна обязательна установка вех не реже чем через 10 м на прямолинейных участках и 5 м на криволинейных. Вехи необходимо периодически восстанавливать, особенно после паводков и ледохода. С обоих берегов у брода следует устанавливать таблички с указанием его глубины.

На суходолах, затапливаемых в период ливней или снеготаяния, можно устраивать лотки, подобные броду. Условия для выбора места перехода суходола с устройством лотка те же, что и при устройстве брода: удобные и пологие спуски с обоих берегов, пологое место перехода с наименьшими глубинами во время паводка и устойчивыми грунтами.

Проезжая часть на участке пересечения водотока должна быть устойчива к размыву, даже если дорога на остальном протяжении не имеет твердой одежды. Простейшим типом проезжей части в таких случаях может быть

мостовая (желательно из крупного камня); целесообразно устраивать покрытия из бетонных плит, обработанных битумом (из горячих смесей). Покрытие должно занимать всю ширину земляного полотна, включая обочины и откосы. Особенно важно плавно соединить с низовой стороны проезжую часть, обочину, откос и дно водотока, чтобы избежать каких-либо перепадов воды, которые могут привести к размыву.

## 8.6 Фильтрующие насыпи

Фильтрующей насыпью называют каменную наброску (или кладку), включенную в тело насыпи и работающую как водопропускное сооружение вследствие фильтрации воды через пустоты между камнями.

Фильтрующие насыпи устраивают при пересечении суходолов и оврагов, а также на небольших водотоках с незначительным количеством взвешенных частиц и небольшим расходом воды.

Применение фильтрующей насыпи взамен моста или трубы решается на основе технико-экономического сравнения этих сооружений.

Уровень воды в верхнем бьефе перед фильтрующей насыпью может быть выше или ниже верха каменной наброски. В первом случае фильтрующие насыпи называются напорными, во втором - безнапорными. Основание фильтрующих насыпей может быть горизонтальным или иметь продольный уклон.

Безнапорную фильтрующую насыпь (дамбу) следует проектировать так, чтобы высота каменной наброски по всей ширине дамбы была больше глубины фильтрационного потока на 10-20%.

Так как кривая депрессии понижается к низовому откосу, высота каменной наброски по ширине может уменьшаться. Практически верхнюю поверхность каменной наброски делают ступенчатой.

Задачей гидравлического расчета фильтрующих дамб является построение кривой депрессии и на основании этого определение верхней границы каменной наброски. Это даст возможность определить размеры каменной наброски в плоскости, перпендикулярной движению фильтрационного потока.

Для возведения фильтрующих насыпей применяется камень крупного размера (не менее 30 см) по возможности одинаковой формы. Он должен быть стойким в воде и на морозе.

Для предотвращения проникания грунта в поры фильтрующей части насыпи верх каменной наброски выравнивается мелким камнем или щебнем. При сооружении фильтрующей насыпи на размываемых грунтах на уровне подошвы устраивают анти фильтр или мостовую на соломе. Для устройства анти фильтра вырезают грунт на глубину 40-50 см, на место снятого грунта укладывают слой песка толщиной 10 см, затем слой щебня

или гравия толщиной 10-15 см, и, наконец, камни диаметром 20-25 см, которые укладываются расщебенкой по поверхности земли.

Фильтрующую нижнюю часть насыпи, как правило, делают шире верхней части с оставлением берм в верховой и низовой частях.

Для предохранения от засорения фильтров взвешенными в потоке частицами в верхнем бьефе сооружения устраивают ограждения – дамбы из каменной отсыпки и др.

### **8.7 Условия применения водопропускных сооружений**

При проектировании водопропускных труб независимо от назначения строящейся дороги выполняют:

1. разработку общей схемы водопропускных сооружений на трассе проектируемой дороги;
2. определение площадей бассейнов и их основных характеристик;
3. размещение сооружений в плане, продольном и поперечном профиле;
3. выбор и назначение основных размеров и конструкций сооружений, рациональных для данного объекта проектирования;
4. определение притока воды (расхода и объема стока), а также водопропускной способности и их гидравлических характеристик;
5. выбор и назначение типов укреплений, подводящих и отводящих русел;
6. Разработка плана организации работ и водоотвода в период строительства и определение объемов работ.

К малым мостам относятся искусственные сооружения с пролетами 3-18 м и длиной до 25 м, предназначенные для пропуска дороги через водотоки. Малый мост на дороге должен обеспечивать в течение всего срока службы безопасность, бесперебойность и удобство нормального движения транспорта, а также простоту и наименьшую трудоемкость содержания его в процессе эксплуатации.

Малые мосты возводят в тех случаях, когда высота насыпи незначительна и в ее теле невозможно расположить трубу; сравнительно большой расход воды на действующем водотоке требует большого отверстия; на водотоке в месте постройки искусственного сооружения имеются ледоход, наледи, корчеход.

Необходимость сооружения мостов может быть связана также с благоустройством населенных мест и др. В настоящее время малые мосты на сельских дорогах строятся из сборного железобетона.

Расположение малых мостов должно подчиняться направлению трассы дороги с учетом местных условий пропуска воды. В связи с этим продольная ось малого моста может располагаться перпендикулярно и под углом к оси водотока. Из-за косога расположения водяного потока при

постройке прямого моста приходится спрямлять русла, что удорожает строительство и нарушает естественные условия течения воды в водотоке. Постройка косоугольного моста дороже, чем прямого, и чем меньше угол пересечения поперечной оси моста к продольной оси дороги, тем дороже искусственное сооружение. Так, при косинусе моста 60 50 0 удорожание составляет 20, а при 45 50 0 - около 50%.

При расположении малых мостов в плане и назначении их высот принимаются во внимание следующие условия:

угол пересечения поперечной оси моста и продольной оси дороги должен быть прямым;

если мост нельзя сделать прямым, следует стремиться к тому, чтобы угол пересечения максимально приближался к прямому;

низ пролетного строения должен возвышаться над уровнем высоких вод при 2%-ной повторяемости расчетного расхода воды (1 раз в 50 лет) не менее чем на 0,5 м с учетом влияния подпора воды, на 0,75 м от ледохода и при наличии корчехода - на 1 м;

низ продольных сваток и выступающих элементов конструкций в пролетах деревянных мостов должен возвышаться над расчетным уровнем воды на 0,25 м;

строительная высота моста, т.е. высота конструкции пролетного строения вместе с проезжей частью, должна быть минимальной с тем, чтобы обеспечить минимальную высоту насыпи и др.

При проектировании дороги, особенно при малой высоте насыпи, часто приходится выбирать одно из искусственных сооружений - малый мост или трубу. При сравнении технико-экономических показателей мостов и труб, имеющих незначительное отличие, следует отдавать предпочтение трубе, так как:

устройство трубы в насыпи не нарушает непрерывности земляного полотна и однообразия дорожного покрытия, улучшает эксплуатационные качества и безопасность движения на дороге;

эксплуатационные расходы на содержание трубы значительно меньше, чем малого моста; трубы меньше, чем мосты, чувствительны к возрастанию временных нагрузок, и при высоте засыпки над трубой более 2 м влияние их на трубу снижается, а затем, по мере увеличения этой высоты, практически не оказывает никакого влияния;

динамическое воздействие временных нагрузок гасится в теле насыпи и не передается на трубу;

высота трубы не зависит от высоты насыпи, длина ее увеличивается с ростом высоты насыпи при почти постоянных размерах сечения;

водопропускная способность труб выше пропускной способности мостов малых отверстий;

современные конструкции труб при любых высотах насыпи требуют меньшего расхода материалов, чем малые мосты, следовательно, и стоимость

их меньше.

Следует учитывать, что для устройства трубы требуется высота насыпи, превышающая 1,5 - 2,0 м; труба может заливаться и не работать полным отверстием, что приводит к образованию подпора перед насыпью и затоплению сельскохозяйственных угодий. Иногда в населенных пунктах с эстетических и других соображений чаще строят мосты.

Выбор места сооружения трубы зависит от очертания тальвега (русла) в пересечении его автомобильной дорогой. Для обеспечения нормальной эксплуатации дороги к водопропускным трубам предъявляются следующие требования:

должны обеспечивать беспрепятственное движение автомобилей в любое время года;

должны пропускать паводки или ливни вероятности превышения соответствующей категории дороги;

их следует проектировать только по типовым проектам их унифицированных сборных элементов промышленного изготовления;

размеры труб должны определяться только на основе гидрогеологических и гидравлических расчетов;

для снижения высоты насыпи разрешается устройство многоочковых труб;

не устраивать трубы, особенно круглые на постоянных водотоках, при наличии ледохода и корчехода, а также в местах возможного образования наледей.

Водопропускные трубы на трассе проектируемой автомобильной дороги располагают в зависимости от местных условий.

## **8.8 Гидравлический расчет водопропускных сооружений**

Размеры отверстий малых мостов, как и водопропускных труб или лотков, определяются в зависимости от расчетного расхода воды, который мост может пропустить в единицу времени. При определении отверстия моста требуется выполнить основные расчеты:

для вычисления максимального секундного притока воды к сооружению и объема стока за весь паводок или ливень;

для определения трех взаимосвязанных величин, служащих характеристиками сооружения:

1. отверстия - наибольшего размера поперечного сечения (за вычетом толщины промежуточных опор) для пропуска воды;

2. подпора - глубина воды перед сооружением, по которой будет затем установлена высота сооружения насыпи с определенной повторяемостью;

3. скорости течения воды в сооружении, которая необходима для укрепления откосов конусов и русла за сооружением.

## ТЕМА 9 ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ПРИМЫКАНИЯ

### 9.1 Принципы проектирования

Проектированию пересечений и примыканий должна предшествовать разработка проекта всей автомобильной дороги в целях их комплексного размещения. При этом решаются вопросы транспортных связей с прилегающими территориями, удовлетворения разнообразных потребностей пользователей дорог.

Проектирование пересечений и примыканий автомобильных дорог производят из условий обеспечения максимальной безопасности и удобства движения автомобилей с наименьшими потерями времени в пределах пересечения или примыкания. Пересечения и примыкания проектируют на основе перспективных интенсивности и состава движения по направлениям. Положение и параметры съездов назначают исходя из интенсивности движения по ним, из условия обеспечения и преимущественных удобств движения для наиболее загруженных съездов.

Пересечения и примыкания автомобильных дорог следует проектировать, исходя из категорий пересекаемых дорог с учетом перспективной интенсивности и состава движения по отдельным направлениям. При проектировании следует учитывать возможность стадийного развития узла.

Пересечения и примыкания дорог в плане следует располагать на прямых участках или на кривых с радиусами не менее 2000 м – на дорогах I-а, I-б, I-в и II категорий и с радиусами не менее 800 м – на дорогах III и IV категорий.

При реконструкции дорог пересечения и примыкания допускается располагать на кривых с меньшими радиусами:

- |   |                         |   |                      |        |
|---|-------------------------|---|----------------------|--------|
| – | на дорогах II категории | – | с радиусами не менее |        |
|   | 1000 м;                 |   |                      |        |
| – | " III "                 | – | тоже                 | 600 м; |
| – | " IV "                  | – | "                    | 400 м. |

Продольные уклоны дорог на подходах к пересечениям и примыканиям на протяжении расстояний видимости для остановки автомобилей, а также съездов на дороги необщего пользования, полевые, лесные дороги, подъезды к отдельным усадьбам в пределах радиусов сопряжений не должны превышать 40%.

Количество пересечений и примыканий, съездов и въездов на дороги I-IV категорий должно быть возможно меньшим. Дороги V и VI категорий, а также дороги необщего пользования при пересечении автомагистралей и скоростных автомобильных дорог следует подводить к другим пересечениям. В случае их отсутствия на участках протяженностью св. 3 км следует предусматривать их устройство. Пересечения и примыкания дорог общего и необ-



щего пользования должны, как правило, предусматриваться не чаще чем через 1 км на дорогах I-в и II категорий и 0,5 км – на дорогах III и IV категорий.

Пересечения и примыкания в разных уровнях (транспортные развязки) следует предусматривать:

- на дорогах I-а и I-б категорий – с автомобильными дорогами всех категорий;
- на дорогах I-в категории – с дорогами, расчетная интенсивность движения на которых превышает 1000 ед./сут;
- на дорогах I-в категории с числом полос движения шесть и более – с автомобильными дорогами всех категорий;
- на дорогах II и III категорий – между собой при суммарной расчетной интенсивности движения более 12 000 ед./сут.

Транспортные развязки должны проектироваться без пересечений потоков на главных дорогах.

Типы транспортных развязок, а также геометрические параметры их соединительных ответвлений следует принимать с учетом обеспечения требуемой пропускной способности.

Правоповоротные и прямые левоповоротные соединительные ответвления транспортных развязок при пересечении дорог I-а категории с автомобильными дорогами I-б, I-в и II категорий следует проектировать из условия обеспечения расчетной скорости не менее 80 км/ч, при пересечении прочих автомобильных дорог – 60 км/ч. Радиусы левоповоротных соединительных ответвлений развязок типа «клеверный лист» следует принимать для дорог I-а, I-б и I-в категорий не менее 60 м, для дорог II и III категорий – не менее 50 м.

В стесненных условиях или в холмистой местности радиусы левоповоротных соединительных ответвлений допускается уменьшать до 30 м.

На входных участках соединительных ответвлений с радиусами 60 м и менее в качестве переходных кривых между прямым направлением и круговой кривой следует применять тормозные кривые, траектории которых соответствуют движению с замедлением.

Число полос движения на соединительных ответвлениях следует назначать с учетом расчетной интенсивности движения и пропускной способности съезда.

Соединительные ответвления второстепенных направлений, а также в стесненных условиях или в холмистой местности допускается проектировать совмещенными для встречных направлений, которые должны быть разделены на участках примыканий к дорогам I-а, I-б, I-в и II категорий путем вписывания радиусов закруглений, соответствующих требованиям 6.1.6 для левоповоротных соединительных ответвлений.

Соединительные ответвления длиной 500 м и более следует проектировать с двумя полосами движения, независимо от интенсивности движения, для обеспечения возможности обгона тихоходных транспортных средств.

Ширину проезжей части на всем протяжении однополосных соединительных ответвлений транспортных развязок следует принимать для правоповоротных соединительных ответвлений 5 м, для левоповоротных соединительных ответвлений развязок типа «клеверный лист» – 5,5 м, без дополнительных уширений на кривых.

Ширину проезжей части и обочин двухполосных соединительных ответвлений следует принимать согласно расчетной интенсивности движения в соответствии с таблицей 5, с дополнительными уширениями на кривых.

Ширину обочин соединительных ответвлений с односторонним движением следует принимать: левой – 1,5 м, правой – согласно расчетной интенсивности движения в соответствии с таблицей 5, но не менее 1,5 м.

Обочины должны быть укреплены каменными или другими материалами. Укрепленные полосы обочин на соединительных ответвлениях с односторонним движением, исключая ответвления с двумя полосами, необходимыми по условию интенсивности движения, допускается не устраивать.

Продольные уклоны соединительных ответвлений транспортных развязок следует принимать не более 50‰.

Минимальные радиусы кривизны в продольном профиле на соединительных ответвлениях следует принимать для расчетной скорости, соответствующей принятым параметрам элементов плана.

Пересечения и примыкания автомобильных дорог, кроме случаев, оговоренных в 6.1.4, следует проектировать в одном уровне.

Пересечения и примыкания дорог I-в категории с автомобильными дорогами, расчетная интенсивность движения на которых превышает 100 ед./сут, а дорог II и III категорий – с автомобильными дорогами с расчетной интенсивностью движения более 250 ед./сут, должны быть канализированы с устройством специальных накопительных полос для выполнения левых поворотов (в расширенной разделительной полосе или с выделением разметкой зон безопасности на дорогах с двумя полосами движения) на главной дороге и устройством направляющих островков, приподнятых над проезжей частью, – на второстепенной дороге. В других случаях следует проектировать простые пересечения.

Если интенсивности движения по пересекающимся дорогам отличаются менее чем в 2 раза, а интенсивности движения левоповоротных потоков составляют более 30% на обеих пересекающихся дорогах, допускается проектировать кольцевые пересечения.

Минимальные радиусы кривизны при сопряжении кромок на пересечениях и примыканиях следует назначать в зависимости от категории дороги (принимаемой для пересекаемых дорог в соответствии с расчетной интенсивностью движения), с которой происходит съезд, м:

- для дорог I-в категории – 25;
- тоже II и III категорий – 20;
- " IV и V категорий – 15.

Радиусы сопряжений съездов на дороги необщего пользования, полевые, лесные дороги следует принимать 12 м, а съездов к отдельным усадьбам – 8 м для дорог всех категорий.

Для обеспечения обзора пересечения водителям автомобилей, двигающимся по второстепенной дороге, угол пересечения, отсчитываемый против часовой стрелки от главной дороги к второстепенной, в пределах расстояния видимости для остановки должен составлять от 50° до 100°. Примыкания дорог под углом более 100° и менее 50°, в целях упорядочения траекторий движения поворачивающих автомобилей, следует проектировать с направляющими островками на второстепенной дороге, приподнятыми над проезжей частью.

На пересечениях в одном уровне должна быть обеспечена видимость пересекающихся направлений в треугольнике, определяемом расстояниями видимости для остановки, которые следует принимать по расчетным скоростям в соответствии с таблицей 4.

Расстояние видимости для второстепенной дороги на примыкании следует принимать в соответствии со скоростью, обеспечиваемой радиусом закругления при выезде на главную дорогу, но не менее 30 м, для главной дороги – по расчетной скорости в соответствии с таблицей 4.

Съезды с дорог I-в и II категорий должны иметь дорожную одежду не ниже переходного типа на протяжении не менее 50 м, съезды с дорог III и IV категорий – на протяжении не менее 30 м, а в пределах закруглений на сопряжениях – облегченного или капитального типа (за исключением дорог IV и V категорий с дорожными одеждами переходного или низшего типа).

## 9.2 Переходно-скоростные полосы

Переходно-скоростные полосы следует предусматривать:

- на дорогах I-а, I-б, I-в, II и III категорий – у соединительных ответвлений транспортных развязок;
- на пересечениях и примыканиях в одном уровне на дорогах I-в категории при расчетной интенсивности съезжающих (полосы торможения) или выезжающих (полоса разгона) автомобилей 50 ед./сут и более, на дорогах II и III категорий – при интенсивности 200 ед./сут и более;
- на дорогах I-а, I-б, I-в, II и III категорий – у площадок отдыха, автозаправочных станций;
- у автобусных остановок на дорогах I-б, I-в, II и III категорий, а также IV категории – при расчетной интенсивности движения, превышающей 1000 ед./сут.

Длину переходно-скоростных полос следует назначать:

- для замедления при повороте на съезд и для разгона при выезде со съезда с радиусами закруглений менее 30 м, а также для разгона при выезде

со съезда с любым радиусом на совмещенную переходно-скоростную полосу – по таблице 15;

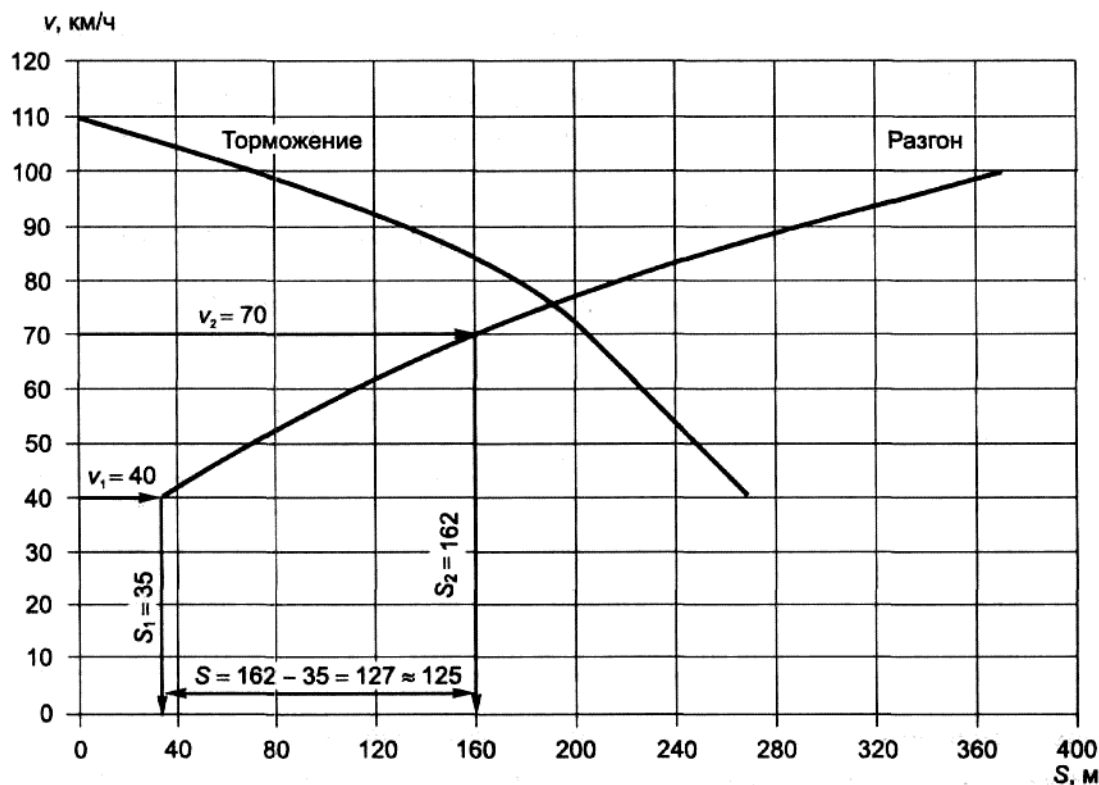
– для замедления при повороте на съезд с радиусом 30 м и более, а также для разгона при выезде со съезда с радиусом 30 м и более на отдельную полосу – по графику (рисунок 5.1). При этом скорость в конце полосы торможения и в начале полосы разгона определяется по радиусу закругления съезда (для разгона – не более 50 км/ч), скорость в конце полосы разгона и в начале полосы торможения – в зависимости от расчетной скорости по таблице 2;

– для автобусных остановок на дорогах I-б, I-в, II и III категорий – по таблице 1 – для расчетной скорости 80 км/ч;

Таблица 1 - Длина в метрах

Расчетная скорость, км/ч	Длина полосы торможения	Длина полосы разгона
140	270	370
120	140	220
100	90	180
80	70	160

– для автобусных остановок на дорогах IV категории – 40 м – для разгона и торможения. При наличии на входном участке съезда тормозной кривой длина переходно-скоростной полосы торможения может определяться в соответствии со скоростью, обеспечиваемой в начале тормозной кривой.



$S$  – длина полосы торможения или разгона

Рисунок 1 – График для определения длины переходно-скоростных полос

Таблица 2- Параметры переходно-скоростных полос (в километрах в час)

Расчетная скорость	Скорость в начале полосы торможения	Скорость в конце полосы разгона
140	110	100
120	90	80
100	80	70
80	70	60

В случае расположения полосы разгона на участке с продольным уклоном, превышающим 15‰, значения ее длины, определенные по таблице 15 или по графику (см. рисунок 5.1), следует умножить на поправочный коэффициент  $k$ , определяемый по формулам:

– для подъема

$$k = 0,88 + 8i_n, \quad (4)$$

– для спуска

$$k = 1,09 - 6i_n, \quad (5)$$

где  $i_n$  – продольный уклон.

При расчетной интенсивности движения на дороге более 15 000 ед./сут, а по полосе разгона – более 2000 ед./сут длину полосы разгона, определенную в соответствии с указаниями настоящего пункта, следует увеличить на 70 м для дорог категории I-а и на 50 м – для дорог категорий I-б и I-в.

Переходно-скоростные полосы следует, как правило, проектировать параллельно основной проезжей части. На дорогах II и III категорий полосы торможения могут проектироваться клиновидного типа, в виде отгона длиной 80 м, – в случае, если их длина, определенная по графику (см. рисунок 5.1), менее 50 м, разность скоростей не превышает 10 км/ч, а расчетная интенсивность движения – менее 1000 ед./сут. В остальных случаях минимальная длина переходно-скоростных полос параллельного типа должна быть не менее 50 м.

Переходно-скоростные полосы автобусных остановок на автомобильных дорогах IV категории допускается проектировать клиновидного типа с длиной переходно-скоростных полос: 80 м – для разгона и 60 м – для торможения.

Ширину переходно-скоростных полос следует принимать равной ширине основных полос проезжей части. Укрепленные полосы обочин вдоль переходно-скоростных полос разгона допускается не устраивать.

Длину отгона полос разгона и торможения следует принимать по таблице 3.

Таблица 3 - Длина отгона полос разгона и торможения

Расчетная скорость, км/ч	Длина отгона, м	
	Полоса торможения	Полоса разгона
140	50	80
120	30	60
100	30	60
80	30	30

### 9.3 Пересечения автомобильных дорог с железными дорогами

Пересечения автомобильных дорог I-а, I-б, I-в, II и III категорий с эксплуатируемыми железными дорогами следует проектировать в разных уровнях.

Пересечения автомобильных дорог IV и V категорий с эксплуатируемыми железными дорогами следует проектировать в разных уровнях при условиях:

- расчетная интенсивность движения по автомобильной дороге превышает 1000 ед./сут;
- пересекаются два и более главных железнодорожных пути;
- пересечение располагается на участках со скоростным движением поездов (более 120 км/ч);
- интенсивность движения по железной дороге – более 100 поездов/сут;
- железная дорога расположена в выемке;
- не могут быть обеспечены требуемые в 6.3.2 условия видимости.

На неохраняемых пересечениях автомобильных дорог с железными доро-

гами в одном уровне должна быть обеспечена видимость, при которой водитель автомобиля, находящегося от переезда на расстоянии не менее расстояния видимости для остановки (согласно таблице 9), может видеть приближающийся к переезду поезд не менее чем за 400 м, а машинист приближающегося поезда – середину переезда на расстоянии не менее 1000 м от переезда. Угол пересечения дорог должен быть не менее 60°.

Ширину проезжей части автомобильных дорог на пересечениях автомобильных дорог с железными дорогами в одном уровне следует принимать равной ширине проезжей части дороги на подходах к пересечению, но не менее 6 м.

Автомобильная дорога на протяжении не менее 2 м от крайнего рельса должна иметь в продольном профиле уклон, обусловленный отметками рельсов.

Подходы автомобильной дороги к переезду на протяжении 50 м следует проектировать с продольным уклоном не более 30‰.

Стойки шлагбаумов, светофоров переездной сигнализации, перила, направляющие устройства на переездах и подходах к ним следует устанавливать на расстоянии не менее 0,75 м, а стойки габаритных ворот – не менее 1,75 м от кромки проезжей части дороги.

При проектировании путепроводов над железнодорожными путями наряду с требованиями по обеспечению габаритов приближения строений к железнодорожным путям, следует обеспечить:

- видимость пути и сигналов, требуемую по условиям безопасности движения поездов;
- водоотвод с учетом устойчивости земляного полотна железной и автомобильной дорог.

#### **9.4 Пересечения с инженерными коммуникациями**

Пересечения автомобильных дорог с подземными и надземными коммуникациями следует выполнять в соответствии с требованиями ТНПА на проектирование этих сооружений.

Прокладка инженерных коммуникаций под земляным полотном, кроме мест их пересечений с дорогами, не допускается.

Расстояние по горизонтали от бровки обочины дороги до основания опор надземных коммуникаций должно быть не менее высоты опоры плюс 5 м.

Опоры воздушных линий электропередачи, воздушных линий связи в стесненных условиях, создаваемых застройкой, наличием других инженерных коммуникаций, рельефом допускается располагать на меньшем удалении, при этом расстояние по горизонтали должно быть не менее, м:

- при пересечении от любой части опоры до подошвы насыпи (дна кювета):

для дорог I-а, I-б, I-в и II категорий:

- при напряжении до 220 кВ – 5;
- то же 330-500 кВ – 10;

для дорог остальных категорий:

- при напряжении до 20 кВ – 1,5;
- то же 35-220 кВ – 2,5;
- " 330-500 кВ – 5;

– при параллельном следовании от крайнего провода при неотклоненном положении до бровки обочины:

- при напряжении до 20 кВ – 2;
- то же 35-100 кВ – 4;
- " 150 кВ – 5;
- " 220 кВ – 6;
- " 230 кВ – 8;
- " 500 кВ – 10;

Вертикальное расстояние от проводов воздушных линий связи до проезжей части дорог должно быть не менее, м:

- для радиолиний 1 класса – 6;
- для прочих линий связи – 5,5.

Вертикальное расстояние от проводов воздушных линий электропередачи до проезжей части дорог следует принимать по таблице 4.

Таблица 4 - Вертикальное расстояние от проводов воздушных линий электропередачи до проезжей части дорог

Напряжение линии электропередачи, кВ	Расстояние, м
До 1 включ.	6 – для автомобильных дорог III - VI категорий
" 110 "	7 – для автомобильных дорог I и II категорий
Св. 1 " 110 "	7
" 110 " 150 "	7,5
" 150 " 220 "	8
" 220 " 330 "	8,5
" 330 " 500 "	9
" 500 " 750 "	16

*Примечание* – Расстояние определяется при наивысшей температуре воздуха без учета нагрева проводов электрическим током или при гололеде без ветра.

В местах пересечений с воздушными линиями электропередачи напряжением св. 330 кВ и с магистральными трубопроводами с рабочим давлением св. 25 МПа на автомобильных дорогах необходимо предусматривать установку дорожных знаков, запрещающих остановку транспортных средств в



охранной зоне этих коммуникаций.

Охранная зона вдоль воздушных линий электропередачи устанавливается в виде воздушного пространства над землей, ограниченного параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны от крайних проводов при неотклоненном их положении на расстоянии, м, при напряжении, кВ:

–	до	20	включ.	–	10;
–	св.	20	"	35	" – 15;
–	"	35	"	110	" – 20;
–	"	110	"	220	" – 25;
–	"	220	"	500	" – 30;
–	"	500	"	750	" – 35.

В охранной зоне воздушных линий электропередачи напряжением 1 кВ, магистральных газопроводов с рабочим давлением св. 1,2 МПа, магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов (в соответствии со [СНиП 2.05.06](#)) запрещается размещать автобусные остановки, стоянки и площадки для отдыха.

## **ТЕМА 10 ОБУСТРОЙСТВО ДОРОГ И ЗАЩИТНЫЕ ДОРОЖНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

### **10.1 Автобусные остановки**

Автобусные остановки следует предусматривать на автомобильных дорогах с регулярным движением маршрутных автобусов. На автомобильных дорогах I-б, I-в, II и III категорий автобусные остановки должны устраиваться не чаще чем через 1,5 км. На автомагистралях автобусные остановки не устраиваются.

Автобусные остановки должны быть оборудованы остановочными и посадочными площадками со скамьями и урнами для мусора, а также павильонами или навесами для пассажиров с информацией о названии остановки и с устройством для размещения расписания движения автобусов.

Ширину остановочной площадки следует принимать равной ширине полосы движения. Остановочные площадки следует располагать в «карманах», с отгонами длиной не менее 15 м. Длину площадки следует принимать в зависимости от количества одновременно останавливающихся автобусов, но не менее 12 м.

Посадочные площадки должны быть приподняты на 0,2 м над поверхностью остановочных площадок. Поверхность посадочных площадок должна иметь монолитное или вымощенное покрытие на ширине не менее 2 м и длине, соответствующей длине остановочной площадки. Ближайшая грань павильона или навеса должна быть не ближе 3 м от кромки остановочной площадки.

От посадочных площадок в направлении основных потоков пассажиров следует проектировать пешеходные дорожки до существующих улиц или дорог.

Автобусные остановки вне населенных пунктов не следует располагать на кривых в плане и вертикальных выпуклых кривых с радиусами менее минимальных, определенных в соответствии с 5.3.2, и при продольных уклонах более 40‰.

Автобусная остановка должна располагаться по ходу движения после пешеходного перехода в одном уровне. При этом расположение пешеходного перехода не должно противоречить направлению движения основного потока прибывших пассажиров. Минимальное расстояние от автобусной остановки (посадочной площадки) до пешеходного перехода в одном уровне в случае его расположения после автобусной остановки должно соответствовать наименьшему расстоянию видимости согласно таблице 9.

При размещении автобусных остановок в зоне пересечений и примыканий дорог в одном уровне расстояние от конца закругления съезда до посадочной площадки, расположенной на той же стороне дороги, следует принимать для автомобильных дорог I-б, I-в, II и III категорий не менее 100 м, для дорог IV категории – не менее 70 м. При размещении автобусных остановок у примыканий, расположенных с противоположной стороны дороги и у примыканий, на которых предусматривается только правоповоротное движение, расстояние от конца закругления съезда до посадочной площадки следует принимать не менее 30 м.

## 10.2 Наружное электрическое освещение

Наружное электрическое освещение на автомобильных дорогах следует предусматривать:

- на участках дорог, проходящих через населенные пункты;
- на железнодорожных переездах в одном уровне;
- на кольцевых пересечениях в одном уровне;
- на больших мостах;
- в пешеходных тоннелях и на лестничных сходах перед ними;
- на автобусных остановках, включая пешеходный переход, при количестве останавливающихся в темное время суток автобусов более двух в час и выраженном потоке пассажиров на автомобильных дорогах I-б категории, а при наличии возможности использования существующих электрических сетей – и на автомобильных дорогах I-в-III категорий.

Средняя яркость покрытия проезжей части вне пределов населенных пунктов должна быть  $0,8 \text{ кд/м}^2$ , на соединительных ответвлениях узлов в пределах транспортных развязок –  $0,4 \text{ кд/м}^2$ , а средняя горизонтальная освещенность покрытия – 15 лк и 10 лк, соответственно.

Отношение максимальной яркости покрытия проезжей части дороги к минимальной должно быть не более 3:1 при норме средней яркости более 0,6 кд/м<sup>2</sup> и 5:1 – при норме средней яркости менее 0,6 кд/м<sup>2</sup>, при этом показатель ослепленности не должен превышать 150.

Освещение участков дорог в пределах населенных пунктов, пешеходных тоннелей следует выполнять в соответствии с требованиями СНБ 2.04.05. Освещение железнодорожных переездов в одном уровне следует выполнять в соответствии с требованиями стандартов безопасности труда на железнодорожном транспорте.

Опоры освещения вне населенных пунктов следует располагать на расстоянии не менее 4 м от кромки проезжей части, при меньшем расстоянии следует предусматривать установку барьерных ограждений.

Высоту установки светильников на опорах следует принимать не менее 6,5 м над проезжей частью дорог.

### 10.3 Стоянки транспортных средств

Места стоянки транспортных средств должны размещаться за пределами проезжей части дорог в виде специальных полос или площадок.

В начальных (конечных) пунктах тупиковых внутрихозяйственных дорог, у проходных сельскохозяйственных комплексов, ферм и других обоснованных случаях для разворота транспортных средств и сельскохозяйственных машин должны предусматриваться площадки прямоугольной формы размером не менее 25x15 м или грушевидные и петлевые объезды - радиусом не менее 12 м.

Для крупногабаритных сельскохозяйственных машин и большегрузных автопоездов указанные размеры площадок должны быть увеличены до размеров, обеспечивающих разворот расчетных транспортных средств.

Размеры площадок для стоянки автомобилей в расчете на одну автомашину можно принимать в соответствии с таблицей 1.

1. В числителе даны размеры для автомобилей с габаритом по ширине 2,75, в знаменателе - для автомобилей с большим габаритом.

2. Для стоянок автопоездов и автомобилей, приспособленных для перевозки длинномерных грузов, длина принимается по расчету.

Для обеспечения безопасности движения, регулирования его и ориентировки водителя в пути автомобильные дороги должны быть оборудованы дорожными знаками.

Таблица 1 - Размеры площадок для стоянки автомобилей в расчете на одну автомашину

Тип стоянки	Ширина площадки, м	Длина площадки, м		
		Одиночные автомобили	Автомобили с полуприцепами.	Автомобили с прицепом.
1	3,5-4,5	12	20	24
2	12	3,5/4,5	-	-
3	10,5	4,3/5,4	-	-

#### 10.4 Дорожные ограждения и сигнальные столбики

Ограждения барьерного типа высотой не менее 0,8 м из железобетона, металла (в том числе из металлических тросов) или дерева, предназначенные для предотвращения аварийных съездов транспортных средств и сельскохозяйственных машин с земляного полотна, следует предусматривать на участках дорог I-с и II-с категорий:

при высоте насыпи 3 м и более на прямых участках и кривых в плане с радиусами 125 м и более;

с вогнутыми кривыми в продольном профиле, сопрягающими встречные уклоны с алгебраической разностью 70% и более при высоте насыпи 2,5 м и более;

с наружной стороны кривых в плане с радиусами менее 125 м при продольном уклоне:

до 60% при высоте насыпи 2,5 м и более;

свыше 60% при высоте насыпи 2 м и более.

Дорожные ограждения должны устанавливаться также:

на подходах к мостам и путепроводам на протяжении не менее 20 м (в том числе и в случае, когда по условиям высоты насыпи устройство ограждений не требуется)

на участках дорог, располагаемых на косогорах с низовой стороны склона крутизной более 1:2,5, если высота от бровки земляного полотна до одошвы склона равна или превышает значения, установленные для насыпей;

на участках дорог, проходящих параллельно железнодорожным линиям, а также болотам, оврагам и водным потокам глубиной более 2 м, расположенным на расстоянии не менее 15 м от края проезжей части дорог.

Стойки ограждений следует устанавливать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки земляного полотна. Ширина обочин от кромки проезжей части дороги до ближайшей плоскости дорожного ограждения должна составлять не менее 1,5 м.

При намечаемом движении широкогабаритных сельскохозяйственных машин минимальное расстояние от кромки проезжей части до ближайшей плоскости ограждения должно определяться в зависимости от габарита машин, но быть не менее 1,5 м.

Направляющие устройства в виде сигнальных столбиков предусматривают, когда не требуется установка ограждений барьерного типа или парапетов:

на участках дорог I-с и II-с категорий при высоте насыпи 2 м и более - через 50 м;

на участках дорог I-с и II-с категорий при высоте насыпи 1 м и более, расположенных в пределах кривых в плане.

на ответвлениях пересечений в одном уровне дорог I-с и II-с категорий с внутренней стороны закруглений в пределах кривых радиусом не менее 60 м - через 5 м, а при радиусе 60 - 400 м - через 10 м;

на участках дорог I-с и II-с категорий (с низовой стороны), расположенных на расстоянии не менее 15 м от болот, оврагов и водных потоков глубиной от 1 до 2 м - через 10 м.

на участках дорог I-с - III-с категорий у водопропускных труб с расположением одного столбика над трубой и по одному столбику на расстоянии 10 м до трубы и после нее (с каждой стороны дороги);

на участках дорог I-с - III-с категорий (с низовой стороны), расположенных вдоль косогоров при крутизне их склона 1:4-1:2,5 - через 20 м.

Примечание. Для промежуточных значений радиусов кривых расстояния между сигнальными столбиками находятся интерполяцией.

Сигнальные столбики должны устанавливаться на расстоянии не менее 0,35 м от бровки земляного полотна; при этом расстояние от края проезжей части до столбика должно быть не менее 0,75 м.

При пересечении (примыкании) внутрихозяйственных дорог с существующими дорогами общего пользования необходимо предусматривать на дорогах II и III категорий переходно-скоростные полосы с соответствующей разметкой.

## **10.5 Защитные дорожные ограждения**

Участки внутрихозяйственных дорог I-с и II-с категорий должны быть защищены от снежных заносов. Выбор типа снегозащитных устройств в каждом конкретном случае производят в увязке с мероприятиями по задержанию снега на полях и арго лесомелиорации, проводимыми сельскохозяйственными предприятиями и организациями, а также с учетом местных особенностей примыкающих к дороге снегоуборочных площадей, плана и продольного профиля дороги, направления господствующих в зимний период ветров.

Защиту от снежных заносов при расчетном годовом снеге приносе более 25 м<sup>3</sup> на каждый метр дороги, располагаемой на ценных землях, и более 10 м<sup>3</sup> на каждый метр дороги, располагаемой на остальных землях, следует предусматривать:

устройство насыпи надлежащей высоты, за исключением участков дорог, на которых по условиям рельефа не представляется возможным выполнить насыпь указанной высоты;

временными защитными устройствами (переносными щитами, снегозащитными лесонасаждениями, если они предназначены также в качестве полезащитных, снегозадерживающих, вода охранных водорегулирующих, приовражных и других аргументов лесомелиоративных полос, необходимых для нужд сельского хозяйства. При этом в качестве придорожных полос целесообразно использовать плодовые и ягодные насаждения, если есть местные грунтовые и климатические условия допускают их посадку.

Декоративное озеленение дорог предусматривается в виде групповых и аллейных посадок деревьев с обеих сторон дороги в один или два ряда с расстоянием между деревьями 5-10 м и между рядами 3-5 м.

## **ТЕМА 11 ДОРОГИ И УЛИЦЫ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

### **11.1 Общие положения**

Улицы населенных пунктов и прилегающих к ним территорий следует проектировать в виде единой системы с учетом функционального зонирования, архитектурно-планировочной организации территории и характера ее застройки, функционального назначения улиц, интенсивности транспортного, велосипедного и пешеходного движения, а также передвижения физически ослабленных лиц, в том числе использующих кресла-коляски, велоколяски и т. п.

При проектировании улиц населенных пунктов следует учитывать требования ТКП 45-3.01-116, ТКП 45-3.01-117 и СТБ 2030.

В составе уличной сети населенных пунктов следует выделять:

— магистральные улицы, обеспечивающие выходы на сеть автомобильных дорог общего пользования, основные внутригородские транспортные связи, пропуск маршрутных пассажирских транспортных средств;

— улицы местного значения, обеспечивающие внутрирайонные пешеходные и транспортные связи, выход на магистральные улицы;

— проезды, обеспечивающие обслуживание прилегающей застройки.

Улицы населенных пунктов проектируют с применением городского поперечного профиля, и, при определенных условиях (незастроенные территории, крупные насаждения и т. д.), с применением поперечного профиля автомобильных дорог общего пользования.

Таблица 11.1 - Классификация улиц населённых пунктов

Обозначение	Категория улиц обозначение дорог	Основная транспортная функция	Режим движения; тип пересечения	Обозначение и количество полос движения	Расчётная скорость движения	
					В свободных условиях	В стеснённых условиях
М	Магистральные улицы непрерывного движения	Скоростные соединяющие	Непрерывное движения; в разных уровнях	М4, М6, М8	100	80
А	Магистральные улицы общественного значения	Главные соединения в крупнейших, крупных и больших городах	Регулируемое движение; в одном и разных уровнях	А4, А6, А8	80	60
Б	Магистральные улицы районного значения	Соединяющие и распределяющие в крупнейших крупных и больших городах	Регулируемые движения; в одном и разных уровнях	Б4, Б6	70	50
В	Магистральные улицы средних и малых городов	Соединяющие и распределяющие	Регулируемые движения в одном уровне	В2, В4	70	50
Г	Главные улицы посёлков и сельских насел. пунктов	Соединяющие и распределяющие	Регулируемые движения в одном уровне	Г2, Г4	60	40
Улицы местного назначения						
Е	Улицы производственных и коммунально-складных зон городов	Распределяющие	Регулируемые движения в одном уровне	Е2, Е4	60	40
Ж	Жилые улицы основные	Распределяющие	Регулируемые движения в одном уровне	Ж2, Ж4	60	30
З	Жилые улицы второстепенные	Распределяющие и подключающие	Нерегулируемые движения; в одном уровне	З2	30	20
Проезды						
	Основные проезды	Подключающие	Нерегулярные движения; в одном уровне	П2	По (1)	
	Вторичные проезды	Подключающие	Нерегулярные движения; в одном уровне	П1	По (1)	
Примечание- Количество полос движения указано в обоих направлениях движения. Применение в последующем тексте и таблицах буквенного обозначения без числового шифра означает распространение требований для всех значений количества полос движения						

## 11.2 Основные технические требования

Отступ жилой застройки от красных линий должен составлять, м, не менее:

10 — для улиц категорий М, А, Б, В;

6 — для магистральных улиц категории Г и улиц местного значения;

3 — для усадебной застройки до границы участка.

Пропускную способность одной полосы движения проезжей части магистральных улиц на перегоне следует определять по расчету в зависимости от состава движения, расчетной скорости, продольного уклона и организации движения.

Для предварительных расчетов при проектировании уличной сети нагрузки на полосу движения допускается принимать, ед/ч:

— для режима непрерывного движения на перегонах — от 1500 до 1800;

— для движения со светофорным регулированием при схеме регулирования:

двухфазной — от 500 до 600;

трехфазной — от 350 до 400;

четырёхфазной — от 150 до 200.

Пропускную способность многополосной проезжей части на перегонах следует определять

с учетом коэффициента, принимаемого в зависимости от числа полос движения в одном направлении:

— одна полоса — 1,0;

— две полосы — 1,9;

— три полосы — 2,7;

— четыре полосы — 3,5.

Магистральные улицы населенных пунктов следует проектировать с учетом прокладки по ним линий маршрутного пассажирского транспортного средства.

При суммарной частоте движения автобусов и троллейбусов 30 ед/ч и более в одном направлении в составе проезжей части улиц следует предусматривать дополнительную полосу движения шириной 3,75 м для пропуска маршрутных пассажирских транспортных средств.

Минимальную ширину проезжей части улиц с постоянным двухсторонним движением маршрутных пассажирских транспортных средств следует принимать не менее 9 м, а улиц с односторонним движением — не менее 7 м.

Ширину проезжей части улиц в поселках, малых и средних городах, а также на улицах категорий Е и Ж городов всех типов при двухстороннем движении автобусов с частотой менее 10 ед/ч в одном направлении допускается принимать не менее 7 м.

В сельских населенных пунктах допускается организация движения маршрутных транспортных средств (автобусов) на улицах с поперечным



профилем загородного типа при минимальной ширине проезжей части 6 м и земляного полотна — 8 м, с устройством обособленных пешеходных дорожек шириной не менее 1,5 м — для пешеходного движения и не менее 2,5 м — для смешанного движения пешеходов и велосипедистов. В исключительных случаях допускается размещение пешеходных и велосипедных дорожек на укрепленной обочине с увеличением ширины земляного полотна до 9,5 м.

К рекам и водоемам следует предусматривать проезды для пожарных машин по нормам проездов категории П1, с устройством специализированных площадок на берегу.

Поперечный профиль улиц населенных пунктов включает основную проезжую часть, обочины (при открытых водоотводящих устройствах), боковые проезды, технические и пешеходные тротуары, велосипедные дорожки, центральные и боковые разделительные полосы, разделительные зоны, трамвайные пути и технические полосы для прокладки инженерных сетей.

На многополосных улицах может предусматриваться две проезжие части (разделенные центральной разделительной полосой или зоной), каждая из которых предназначена для движения только в одном направлении.

Основные параметры поперечного профиля улиц следует назначать в соответствии с таблицей 5.1. При устройстве проезжей части без бортовых ограждений следует предусматривать двухскатный поперечный профиль (кроме участков виражей) с обочинами, с учетом требований 5.2.4. В случаях устройства на улицах местного значения и проездах открытых водопрпускных систем в полосах озеленения, обочины можно не устраивать.

Параметры проезжей части улиц следует определять отдельно для перегонов и в сечении стоп линий на пересечениях. Ширина и количество полос движения на перегонах и в узлах обуславливаются организацией движения и принимаются по расчету.

Уширение проезжей части улиц без бортовых ограждений необходимо предусматривать с внутренней стороны кривой за счет обочины с условием, чтобы ширина обочины была не менее 1 м, а на улицах категории М — не менее 1,5 м.

На двухполосных улицах на подъемах в пределах участков, имеющих продольный уклон более 40 ‰ и протяженностью более 300 м, необходимо предусматривать дополнительную полосу движения. Длину перехода от двухполосной проезжей части к трехполосной и обратно следует принимать не менее 30 м.

На магистральных улицах категорий М, А и Б между проезжей частью и бортовым камнем или лотками необходимо предусматривать краевые предохранительные полосы.

Наименьший продольный уклон на улицах населенных пунктов, ‰, следует принимать:

- 4 — для асфальтобетонных и цементобетонных покрытий;
- 5 — для остальных типов покрытий.

Наименьший продольный уклон на улицах населенных пунктов, ‰, следует принимать:

4 — для асфальтобетонных и цементобетонных покрытий;

5 — для остальных типов покрытий.

Боковые проезды на магистральных улицах общегородского значения следует проектировать с учетом требований ТКП 45-3.01-116.

### 11.3 Тротуары, пешеходные улицы и дорожки

Ширину тротуаров и пешеходных дорожек следует устанавливать с учетом категорий улиц в зависимости от размеров пешеходного движения, а также размещения в пределах тротуаров и пешеходных дорожек опор, мачт освещения, деревьев и т. п. Ширину пешеходной части тротуаров следует принимать по расчету и кратной ширине полосы пешеходного движения 0,75 м. В ширину пешеходной части тротуара не включают площадки для размещения киосков, скамеек, малых форм, опор освещения и т. п. В условиях реконструкции допускается уменьшать ширину пешеходной части тротуара между опорами освещения и колонками дорожных знаков до 1,5 м.

Минимальная ширина пешеходной дорожки при самостоятельном трассировании должна составлять не менее 1,5 м.

На магистральных улицах с обочинами тротуары или пешеходные дорожки допускается устраивать только в зоне застройки, прилегающей к улице.

Вдоль основной проезжей части магистральных улиц категорий М, А, Б и, при соответствующем обосновании, категории В4 на боковых разделительных полосах следует устраивать технические тротуары, которые входят в ширину полосы. Ширина технического тротуара назначается с учетом используемых строительных изделий, но не менее 0,55 м, включая ширину бортового камня.

При размещении в пределах тротуаров и пешеходных дорожек мачт освещения, опор контактного провода и т. п. ширина тротуаров, указанная в таблице 5.1, должна быть увеличена на 0,5–1,2 м в зависимости от конструкции фундамента опор.

Между тротуарами и боковыми канавами, откосами насыпи или выемки высотой от 1 до 2 м, следует устраивать бермы шириной не менее 0,5 м. При высоте откосов насыпи или выемки более 2 м ширина бермы принимается не менее 1,5 м. На тротуарах, примыкающих к откосам насыпи или выемки высотой более 2 м, при ширине бермы менее 1,5 м следует предусматривать дорожные ограждения второй группы.

Ширину пешеходных улиц в красных линиях следует принимать в зависимости от характера застройки вдоль этих улиц, перспективной интенсивности пешеходного движения, размещения элементов благоустройства, ма-

лых форм, цветников, деревьев, светильников и т. д. Ширина полосы пешеходного движения принимается кратной 1 м. На пешеходных улицах должна быть обеспечена возможность беспрепятственного одностороннего движения пожарных машин, машин скорой помощи, специальных и обслуживающих транспортных средств и т. п. (ширина полосы движения должна быть не менее 4 м).

Расстояние между въездами на пешеходную улицу с параллельных улиц не должно превышать 180 м.

В местах пересечения пешеходных путей с проезжей частью улиц высота бортовых камней проезжей части должна быть не более 0,025–0,040 м, при этом сужение ширины проезжей части не допускается. Уклон тротуара при спуске к проезжей части должен быть не более 100 ‰. Пересечения пешеходных путей с проездами к домам следует выполнять в одном уровне. Пересечения пешеходных путей с проездами и спуски тротуаров к проезжей части следует выделять за счет применения покрытий тротуаров и пешеходных дорожек, по материалу, фактуре поверхности и цвету контрастирующих с проезжей частью. Бортовые ограждения (бортовые камни, поребрики) не должны иметь скошенную верхнюю грань. ТКП 45-3.03-227-2010

Вдоль пешеходных дорожек, в местах скопления людей, следует предусматривать оборудованные площадки для отдыха. На пешеходных прогулочных дорожках, приспособленных для передвижения физически ослабленных групп населения, через 150 м следует предусматривать места отдыха, оборудованные скамейками, а через 300 м — скамейками с навесами.

Размер полосы движения и площадок на пешеходных дорожках, на которых могут находиться инвалиды-колясочники и взрослые с детскими колясками, назначается с учетом следующих требований:

- ширина полосы для одностороннего движения должна быть не менее 1,2 м; для двухстороннего движения — не менее 2 м;
- для разворота кресел-колясок требуется площадка размером 1,8×1,8 м;
- для остановки инвалидов на креслах-колясках требуется участок шириной 0,9 м и длиной 1,5 м, а взрослых с детской коляской — шириной 0,9 м и длиной 1,8 м;
- высота прохода в свету должна быть не менее 2,1 м до низа конструкций и не менее 2,2 м до низа ветвей деревьев.

Опасные для физически ослабленных групп населения участки пешеходных путей следует огораживать.

Продольные уклоны тротуаров следует принимать не более 60 ‰ при протяженности участка с предельным уклоном не более 300 м. При больших уклонах или большей протяженности участков следует предусматривать горизонтальные площадки длиной не менее 5 м или устройство на этих участках лестниц.

Поперечный уклон тротуаров следует принимать от 10 ‰ до 15 ‰, ми-

нимальный уклон — 5 ‰, в стесненных условиях и при реконструкции допускается увеличивать до 25 ‰.

Дождеприемные колодцы, в случае их устройства, следует размещать за пределами тротуаров или пешеходных дорожек.

## 11.4 Велосипедные дорожки

Велосипедные дорожки следует предусматривать:

— на территориях жилых и промышленных районов, в парках и лесопарках;

— на магистральных улицах регулируемого движения и улицах местного значения категорий Е и Ж,

обеспечивающих подъезд к торговым центрам, промышленным предприятиям, объектам спорта и отдыха, социально-культурного назначения, автостоянкам и крупным парковкам, с учетом требований ТКП 45-3.01-116 (11.3.10).

Велосипедные дорожки в поперечном профиле улицы могут размещаться на боковых разделительных полосах как самостоятельный элемент улицы. Велосипедные дорожки в виде полос могут примыкать к тротуару, проезжей части улицы, бокового (местного) проезда, с выделением их разметкой. При совместной прокладке велосипедной полосы и тротуара в условиях реконструкции и капитального ремонта в стесненных условиях их общая ширина может быть уменьшена до 4,5 м.

Пропускную способность одной полосы велосипедного движения следует принимать 300 ед/ч.

Вдоль магистральных улиц с поперечным профилем загородного типа в парковых зонах, лесопарках велосипедные дорожки устраивают для движения в двух направлениях на обособленном земляном полотне.

При двухстороннем движении, с интенсивностью движения велосипедистов более 150 ед/ч, следует предусматривать центральную разделительную полосу шириной не менее 0,5 м, устраиваемую в одном уровне с проезжей частью велосипедных дорожек.

Велосипедные дорожки устраивают на улицах, имеющих продольный уклон не более 30 ‰.

Допускается принимать продольный уклон велосипедной дорожки от 40 ‰ до 60 ‰ на участках протяженностью не более 300 и 100 м соответственно; на участках большей протяженностью необходимо устраивать участки с уклоном не более 30 ‰ протяженностью не менее 20 м. Поперечный уклон велосипедных дорожек принимают от 15 ‰ до 25 ‰.

Повороты велосипедных дорожек устраивают с радиусом не менее 5 м. На поворотах с радиусом менее 50 м устраивают виражи согласно таблице

5.11. На перекрестках улиц виражи на закруглениях велосипедных дорожек не устраивают.

Для временного хранения велосипедов следует предусматривать стоянки размером 2,0×0,6 м на один велосипед, разделенные стойками (скобами) высотой 0,75 и длиной 1,6 м.

## 11.5 Автомобильные стоянки и парковки

Автомобильные парковки могут устраиваться в виде одноуровневых или многоуровневых инженерных сооружений.

Парковки, как правило, размещают на обособленных площадках на межмагистральных территориях у жилых домов, общественных зданий, учреждений, рынков, объектов спорта и отдыха, на предзаводских и привокзальных площадях и у других объектов социально-культурного назначения, а также на проезжей части улицы с устройством дополнительных полос шириной 3 м; в карманах (уширениях проезжей части) глубиной от 2,5 до 5,5 м в зависимости от принятой схемы расстановки транспортных средств; на боковых разделительных полосах между проезжей частью и тротуаром.

На улицах категорий М и А парковки следует размещать вдоль боковых проездов, для остальных категорий улиц и проездов парковки могут примыкать к проезжей части. В стесненных условиях для улиц категории А, в случае отсутствия боковых проездов, допускается размещение примыкающих к проезжей части парковок для легковых автомобилей.

Допускается размещение одноуровневых парковок над действующими инженерными сетями с учетом требований действующих ТНПА.

Вместимость автостоянок и парковок легковых автомобилей, их удаление от обслуживаемых объектов, минимальные расстояния до зданий и сооружений, размер одного машино-места следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.01-116.

Проезды к автостоянкам и парковкам, расположенные в пределах красных линий магистральных улиц категорий М и А, следует выводить на боковые проезды.

В местах заезда на парковки, размещенные на боковых разделительных полосах, следует предусматривать устройство бортового камня высотой до 0,05 м или скошенного въездного бортового камня высотой до 0,10 м.

Высота бортовых камней в пределах территории автостоянок и парковок не должна превышать 0,1 м.

Автостоянки в одном уровне и парковки, размещенные на обособленной площадке, вместимостью 50 и более автомобилей должны иметь отдельные въезд и выезд на расстоянии не менее 15 м друг от друга; при меньшей вместимости могут иметь совмещенный въезд и выезд шириной не менее 6 м.

На автостоянках и парковках с контролируемым режимом обслуживания транспортных средств (охраняемые автостоянки и парковки) допускается устройство совмещенного въезда и выезда шириной не менее 6 м и отдельно эвакуационных выездов в зависимости от вместимости автостоянок и парковок.

## 11.6 Пересечения и примыкания

Пересечения и примыкания следует проектировать в соответствии с категориями улиц, образующих транспортный узел, с учетом перспективной интенсивности движения транспортных средств и пешеходов на 20-й год с момента окончания проектирования.

При реконструкции и капитальном ремонте пересечений и примыканий необходимо учитывать очаговый анализ аварийности исследуемых участков улицы.

Пересечения и примыкания в разных уровнях устраивают на улицах непрерывного движения, а также на улицах других категорий в случаях, когда не обеспечивается требуемая пропускная способность узла в одном уровне. Допускается, при соответствующем обосновании, устройство пересечений в разных уровнях при интенсивности движения меньше пропускной способности узла в одном уровне в случаях, обусловленных градостроительными условиями (рельеф местности, пересечение водных и естественных преград, линий железной дороги и т. д.), а также по условиям возможного воздействия на окружающую среду при превышении допустимых концентраций загрязняющих веществ и парниковых газов в выбросах транспортными средствами.

На первую очередь строительства допускается устройство отдельных элементов перспективного решения пересечений в разных уровнях с организацией движения транспортных средств и пешеходов в одном уровне. При этом следует резервировать территорию с учетом прокладки инженерных коммуникаций и планировочного решения пересечения в разных уровнях на перспективу.

Пересечения и примыкания в одном уровне в зависимости от интенсивности транспортных и пешеходных потоков по организации движения могут устраиваться регулируемые и нерегулируемые.

В местах пересечения пешеходных дорожек, тротуаров и велосипедных дорожек с направляющими островками и центральными разделительными полосами бортовой камень следует устраивать высотой от 0,025 до 0,040 м. Островки безопасности на пешеходных переходах следует предусматривать с покрытием, контрастирующим по материалу и цвету с проезжей частью.

На пересечениях и примыканиях улиц, а также на пешеходных переходах в одном уровне должна быть обеспечена видимость транспортных средств и пешеходов на пересекающихся улицах, исходя из обеспечения треугольника видимости по схемам:

а) «транспорт — транспорт». Длину сторон треугольника видимости следует принимать, м:

25 — при скорости движения транспортного потока, км/ч 40;

40 — то же 60;

65 — “ 80;

б) «пешеход — транспорт». Длину сторон треугольника видимости следует принимать, м:

— 8×40 — при скорости движения транспортного потока, км/ч 40;

— 10×50 — то же 60.

В пределах зоны обеспечения видимости на перекрестках и пешеходных переходах запрещается размещать строения, насаждения и элементы благоустройства высотой более 0,5 м и деревья с низом кроны в свету менее 2,5 м. В условиях сложившейся капитальной застройки, не позволяющей организовать необходимые условия видимости, безопасность движения транспортных средств и пешеходов следует обеспечивать средствами организации дорожного движения, в том числе при соответствующем обосновании, с применением светофорного регулирования.

Расстояние видимости для второстепенных улиц на примыканиях с разрешенными только правыми поворотами следует принимать с учетом возможной скорости, определяемой радиусом закругления бортового камня при въезде на главную дорогу.

## **ТЕМА 12 ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДОРОГИ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ**

### **12.1 Размещение дорожной сети на мелиорируемых землях**

Дорожная сеть на мелиорируемых землях намечается на основе детальных проработок с учетом перспективы экономического развития района мелиорируемого массива, в увязке с проводимыми мелиоративными работами, а также с перспективной сетью автомобильных дорог общего

пользования. Выбор конкретных вариантов направления и основных параметров дорог (элементы длины трассы, ширина земляного полотна и проезжей части, конструкция дорожной одежды) производится, исходя из наибольшей эффективности капитальных вложений, обеспечения безопасности движения, удобного, экономически и технически целесообразного перемещения грузов. Дороги по возможности следует проектировать по кратчайшему расстоянию с минимальным количеством углов поворота и, как правило, вдоль границ землепользователей, полей севооборота, водотоков и через населенные пункты, максимально используя возможность совмещения дорог различного назначения.

Намечаемая сеть автомобильных дорог с твердым покрытием должна

быть запроектирована с таким расчетом, чтобы максимальное расстояние от поля до дороги не превышало 1 км на минеральных заболоченных землях и 0,5 км на торфяных. На землях легкого механического состава (супеси, легкие суглинки) и участках, используемых под сенокосы, допускается увеличивать расстояние от поля до дороги до 2 км. Основные нормативы для проектирования автомобильных дорог определяются грузооборотом дороги, составом, интенсивностью и принятыми расчетными скоростями движения.

В плане дороги располагают в увязке с организацией территории хозяйств, расположенных на осушаемых землях, в соответствии с проектами внутрихозяйственного землеустройства. При этом максимально используют материалы проектов и схем районной планировки, строительства и реконструкции дорог общего пользования, мелиорации, другие проектные и изыскательские материалы.

В первую очередь в соответствии с основными направлениями использования земельного фонда и развития производства размещают внутрихозяйственные дороги I-с и II-с категорий. Затем размещают основные полевые дороги, связывающие грузообразующие (грузопоглощающие)

территории, поля севооборотов, сенокосов и пастбищные участки, осушаемые и орошаемые площади с соответствующими пунктами.

При этом необходимо, как правило, соблюдать следующие требования:

- предусматривать в первую очередь дороги, обеспечивающие перевозку основных видов сельскохозяйственной продукции в период ее уборки и заготовки;

- по возможности сохранять существующие дороги;

- увязывать проектируемые дороги с дорогами общего назначения, направлением телеграфных линий и линий электропередачи, элементами проекта внутрихозяйственного землеустройства;

- обеспечивать минимум единовременных капитальных и ежегодных дорожно-транспортных расходов;

- предусматривать меры защиты почв от водной и ветровой эрозии, переувлажнения прилегающих к дороге земель.

Дороги размещают по возможности вдоль границ хозяйств, полей севооборотов, рек-водоприемников, у истоков открытой регулирующей сети по местам с минимальной залежью торфа, вдоль осушительных каналов всех порядков, кроме каналов с двухсторонним впадением дрен. Дороги разного назначения необходимо совмещать; не следует занимать под дороги ценные угодья.

На землях с закрытой осушительной сетью дороги проектируют вдоль истоков дрен. В конце тупиковых дорог предусматривают площадки для разворота транспорта. Ширину полос отвода земель для размещения всех элементов дорог обосновывают расчетом.

Дороги вдоль проводящих каналов при высоте насыпи более 1,5 м проектируют с бермами шириной на торфах 3...6 м, на минеральных землях 2...4 м.



Если по берме предусматривается проезд машин для очистки канала, ее ширину принимают не менее 5 м.

Густота полевых дорог внутри севооборотных массивов зависит от состава культур в различных севооборотах и угодий:

Таблица 12.1 - Густота полевых дорог

Севообороты, угодья	Ширина зоны обслуживания полевой дорогой, км
Овощные, овоще-кормовые, прифермские, возделывание трав для производства травяной муки Полевые с картофелем	0,3...0,25
Полевые без картофеля	0,35...0,4
Культурные сенокосы	0,46...0,5
Культурные пастбища (основные скотопрогоны)	0,7...0,8
	0,9...1,0

## 12.2 Трассирование на мелиорированных землях

На мелиорированных землях - орошаемых и осушаемых - трассирование имеет свои особенности.

Нормальное использование мелиорированных земель невозможно без своевременной и правильной постройки дорожной сети. На орошаемых землях сеть дорог и дорожные сооружения - составная часть оросительной системы, они проектируются и строятся одновременно с ней. В зависимости от назначения выделяют дороги следующих типов: межхозяйственные, внутрихозяйственные, полевые, эксплуатационные и скотопрогоны.

Межхозяйственные дороги обычно относят к дорогам общего пользования, они связывают центральные усадьбы колхозов и совхозов между собой и с районными центрами, железнодорожными станциями, пристанями, пунктами сдачи и переработки сельскохозяйственной продукции, с автомобильными дорогами общегосударственного, республиканского и областного значения.

Внутрихозяйственные дороги соединяют хозяйственный центр колхоза или совхоза с межхозяйственными дорогами, полевыми станами, бригадами, фермами, севооборотными участками или связывают перечисленные объекты между собой. При размещении внутрихозяйственной дорожной сети на мелиорируемых землях необходимо соблюдать следующие требования:

максимально сохранять существующие дороги с целью сокращения капитальных вложений на сооружение новых переездов через каналы;

трассировать дороги по кратчайшему расстоянию между соединяемыми

пунктами;

способствовать улучшению организации производственных процессов во всех отраслях хозяйства района;

обходить действующие овраги;

не допускать концентрации стока поверхностных вод, вызывающих почвенную эрозию.

Скотопрогоны устраивают для прохода животных от скотных дворов на пастбища и выгулы. Трассы скотопрогонов должны обеспечивать свободный и кратчайший доступ скота на пастбищные участки и к водопоям. Вдоль трассы с обеих сторон устанавливают изгородь во избежание повреждения открытых каналов скотом. Ширину скотопрогонов на мелиорированных землях принимают в пределах 5...8 м. Если есть возможность выделить под скотопрогон земли, пригодные для сельскохозяйственного использования, их ширину принимают в зависимости от ценности земель и численности стада.

Чтобы сократить длину дорожной сети и уменьшить на ней число мостов и труб, дороги разного назначения по возможности объединяют.

На закрытой оросительной сети дороги стремятся располагать вдоль линии гидрантов. На землях, осушенных закрытой дренажной сетью, при одностороннем впадении дрен в коллектор дороги всех видов прокладывают вдоль той стороны коллектора, где дрены не впадают. При двустороннем впадении дрен их лучше размещать не у самого коллектора, а вдоль истоков дрен соседних коллекторов. Дороги, не совпадающие с направлением элементов мелиоративной сети, располагают вдоль границ землепользований, полей севооборотов или угодий. При этом стремятся прокладывать трассу на возвышенных местах с минеральными грунтами или с возможно меньшим слоем торфа.

В местах, где дороги должны пересечь каналы, постоянные и временные водотоки, устраивают дорожные трубы и мосты, причем таких размеров, чтобы обеспечивалось бесперебойное движение сельскохозяйственных машин и автотранспорта, а также не нарушалась нормальная работа пересекаемых водотоков.

На осушенных землях дороги, предназначенные для круглогодичного использования, размещают в насыпях из песчаных или супесчаных грунтов, а также из смеси торфа с песком. Бровки земляного полотна постоянных внутрихозяйственных и эксплуатационных дорог должны возвышаться над максимальным уровнем поверхностных вод не менее чем на 0,5 м.

Скотопрогоны, полевые и эксплуатационные дороги сезонного действия обычно прокладывают по поверхности земли без устройства кюветов и засевают многолетними травами, которые в короткий срок образуют плотную дернину, например, овсяницей красной. Межхозяйственные и внутрихозяйственные дороги на минеральных грунтах устраивают по обеим сторонам с кюветами глубиной 0,8...1,0 м, на торфах - глубиной не менее 1,2...1,5 м. На болотах, где мощность торфяного слоя превышает 1 м, по сторонам дорож-

ной насыпи предусматривают бермы шириной 3...4 м. При нормальном водоотводе ограничиваются только профилированием земляного полотна без устройства насыпи. В случае высокого стояния грунтовых вод высоту насыпи принимают 0,5...1,5 м.

Дороги, проходящие по мелиорированным землям, входят в состав мелиоративной системы. Капиталовложения на их строительство обычно составляют значительную часть общих капиталовложений на мелиорацию.

### 12.3 Земляное полотно на мелиорируемых землях

Земляное полотно проектируется с учетом почвенно-грунтовых, гидрогеологических, геологических и климатических особенностей района строительства дороги и должно обеспечивать устойчивость дорожной одежды, наилучшие условия движения транспорта независимо от погодных условий и времени года и наименьшую снега заносимость.

При проектировании земляного полотна на слабых основаниях следует учитывать опыт эксплуатации существующих дорог и работы земляного полотна в районе мелиорируемых земель.

Возвышение низа дорожной одежды над расчетным уровнем грунтовых и поверхностных вод, а также над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком для дорог во II дорожно-климатической зоне следует принимать по таблице 2.

Таблица 2- Возвышение низа дорожной одежды в зависимости от грунта насыпи

Грунт, используемый для насыпи	Возвышение низа дорожной одежды в м, не менее
Песок средний и мелкий; супесь легкая крупная	0,7
	0,5
Песок пылеватый; супесь легкая	1,2
	0,6
Супесь пылеватая и тяжелая пылеватая; суглинок легкий, легкий пылеватый и тяжелый пылеватый	1,9
	0,8
Суглинок тяжелый, глины	1,9
	0,7

Возвышение бровки земляного полотна, подтопляемого водой, необходимо принимать не менее 0,25 м над расчетным горизонтом воды (с учетом подпора) для дорог с интенсивностью движения менее 50 авт/сут.

При проектировании высоты насыпи вероятность превышения весеннего паводка следует принимать:

для дорог I-с категории - 5%;

для дорог II-с и III-с категорий - 10%.

У малых искусственных сооружений высота бровки земляного полотна принимается над расчетным горизонтом воды с учетом подпора не менее 0,5 м при безнапорном режиме работы сооружения и не менее 1 м при напорном или полунпорном режиме.

Возвышение бровки насыпи дороги над расчетным уровнем снегового покрова (по вероятности превышения 5%) необходимо принимать не менее 0,5 м.

Насыпи должны возводиться, как правило, из однородных грунтов и горизонтальными слоями на полную ширину с уплотнением каждого слоя.

## **ТЕМА 13 ПЛОЩАДКИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

### **13.1 Общие сведения**

В условиях сельскохозяйственного производства все более широко применяют различные площадки, требующие определенного благоустройства, а также обеспечения их необходимыми транспортными связями в соответствии с требованиями технологии работ.

По назначению их подразделяют на:

1. Площадки для доведения сельскохозяйственной продукции до кондиции, требуемой соответствующими нормативами (механизированные тока для очистки и просушивания зерна и т.п.);

2. Площадки для складирования сельскохозяйственной продукции и минеральных удобрений (закрытые);

3. Площадки для хранения и ремонта тракторов, сельскохозяйственных машин и автомобилей;

4. Площадки для размещения предприятий хозяйства;

5. Площадки для размещения производственных комплексов данного хозяйства или нескольких хозяйств (например, животноводческих комплексов и т.п.)

6. Площадки для сельскохозяйственной авиации.

В соответствии с видом и назначением размеры, конфигурация и тип укрепления поверхности площадок весьма разнообразны.

Проектирование площадок включает следующие этапы:

1) горизонтальную планировку (в том числе проектирование подъездов к площадке и проездов по ней);

2) вертикальную планировку;

3) проектирование водоотвода и дренажа;

#### 4) конструирование покрытий.

Горизонтальную планировку площадки разрабатывают с учетом технологических процессов, для которых она предназначена. Учитывают также особенности перемещения транспортных средств, их маневровые возможности и способы маневрирования.

Большинство площадок в плане представляет собой территории, занятые крытыми или открытыми складами и другими сооружениями, зданиями, проездами, их разветвлениями.

Планы площадок для одиночных объектов обычно принимают в зависимости от той конфигурации проездов, по которым транспортные средства могут подъезжать к фронту погрузки-разгрузки и выполнять необходимое маневрирование. Предусматривают также наиболее удобное взаимное размещение соответствующих складов, механизмов, хранилищ и т.п.; учитывают технологию производимых работ.

Вертикальная планировка заключается в искусственном изменении рельефа поверхности земли, на которой намечено разместить площадку. Ее выполняют с учетом обеспечения нужд технологического процесса на площадке, экономичности и удобств последующей ее эксплуатации. Важное значение имеет также обеспечение водоотвода с площадки, что зависит от высотного положения и уклонов ее проектной поверхности.

Вертикальная планировка тесно связана с горизонтальной планировкой, она нередко подсказывает необходимость уточнения или изменения некоторых решений горизонтальной планировки (перемещение проездов, смещение зданий и др.). При решении задачи горизонтальной планировки необходима хотя бы схематичная разработка основных вопросов вертикальной планировки - ее схемы. При таком согласованном решении сводятся до минимума ошибки как в горизонтальной, так и в детальной вертикальной планировке.

При назначении проектных отметок площадок сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений следует предусматривать максимальное сохранение рельефа и существующих зеленых насаждений, минимальную разность между объемами выемок и насыпей, сбор атмосферных вод и их отвод с площадки.

Сплошную вертикальную планировку допускается применять при плотности застройки более 25%. В остальных случаях следует предусматривать выборочную вертикальную планировку и выполнять планировочные работы только на тех участках, где расположены здания или сооружения.

Уклоны площадки предприятия принимают не менее 3%, но не более: на глинистых грунтах - 50%, песчаных - 30% и легко размываемых (лесс, мелкие пески) - 10%. Уклоны выгульных площадок для животных необходимо принимать не менее 20 и не более 60%.

Вертикальную планировку территории участка, отводимого под сельскохозяйственные производственные комплексы или объекты, выполняют в такой последовательности.

1. На топографическом плане уточняют направления отвода поверхностных вод.

2. Решают вопросы о высотном положении внутриобъектных проездов с учетом вышеописанных требований, предъявляемых к вертикальной планировке, а также увязывают расположение проездов с отметками примыкающих дорог и проездов. Уточняют среднюю планировочную отметку участка в целом или средние планировочные отметки отдельных частей территории участка в зависимости от изменения объема насыпи или выемки за счет снятия почвенного слоя пахотных земель для использования при рекультивации; учета потребности в грунте для сооружения дополнительных насыпей - пандусов, отмосток и др.; учета избытка грунта, возникающего в результате разработки котлованов, траншей, корыта для дорожной одежды, выемок для различных сооружений, размещаемых ниже средней планировочной отметки участка.

Обычно по внутриобъектным проездам устанавливают водоотвод с основной части территории, отводимой под строительство. Поэтому желательно, чтобы внутриобъектные проезды имели понижение по направлению к подъездам, дорогам и совпадали с направлениями проектного водоотвода.

3. В соответствии с высотным размещением внутриобъектных проездов и отводов поверхностных вод разрабатывают проект детальной вертикальной планировки.

В практике разработки проездов вертикальной планировки участков, отводимых под сельскохозяйственные предприятия, чаще используют метод профилей и метод красных проектных горизонталей.

При первом методе продольные и поперечные профили обычно составляют по осям, а иногда по лоткам проездов, а также между проездами по территории участков через 20...50 м.

На профиль наносят проектную линию с необходимым уклоном, а затем вычисляют проектные и рабочие ее отметки так, как это принято при проектировании дорог.

Метод проектных горизонталей отличается от метода профилей большей наглядностью, обычно его выполняют в масштабе 1:500.

При планировке методом проектных горизонталей необходимо учитывать следующее: при их сближении, т.е. при уменьшении заложения между горизонталями, увеличивается уклон поверхности при одном и том же сечении рельефа. При равнинной местности сечение рельефа принимают равным 0,1 м, при пересеченной - 0,20...0,25, при горной - 0,5...1,0 м.

Проектные горизонталы строят на основе формул  $i=h/d$ ;

$$d=h/i; h=id,$$

где  $d$  - заложение (расстояние) между горизонталями;

$h$  - сечение рельефа;

$i$  - уклон.

Для обеспечения заданного поперечного уклона проезжей части или тротуаров и образования лотков вдоль бортов, ограждающих проезжие части, или на проездах между площадками горизонтали проектируют в плане под определенным углом по отношению к оси проездов (и соответственно к бортам).

При проектировании площадок необходимо предусмотреть отвод поверхностных, а в некоторых случаях и грунтовых вод. Системы для отвода поверхностных вод проектируют для каждой площадки, а грунтовых (дренаж) - лишь при близком залегании грунтовых вод к дневной поверхности. Вопросы обеспечения водоотвода с территории площадки нужно учитывать еще на начальной стадии дорожных изысканий.

К территории, на которой намечается разместить площадку, предъявляются следующие требования:

- незатопляемость участков;
- отсутствие переувлажненных и заболоченных мест;
- обеспечение стока поверхностных вод (для чего уклоны местности должны быть не менее 5%);
- благоприятные грунтовые и гидрологические условия.

Желательно, чтобы вблизи площадок находились понижения, которые могли бы служить естественными водоприемниками для поступающих с площадки вод и оказывать дренирующее воздействие на прилегающую территорию (хорошо выраженные тальвеги, ручьи).

Системы водоотвода проектируют в тесной взаимосвязи с вертикальной планировкой площадки.

На больших территориях, подлежащих благоустройству, обычно имеется главная дорога, проезды и площадки. Около дорог и площадок размещают склады и сооружения. В соответствии с расположением сети дорог, площадок, зданий, складов и прочих сооружений располагают и водоотводные линии, составляющие в комплексе систему водоотвода.

Наиболее часто водоотводные линии проектируют в виде сети открытых канав.

Системы водоотвода по возможности следует устраивать наиболее простыми в плане. Водоотводные линии должны обслуживать равномерные площади стока, проводить их надо по кратчайшим расстояниям к выпускам, причем без больших заглублений. Уклоны для канав должны быть такими, чтобы обеспечивались минимально допустимые скорости движения воды (не менее 3%); максимальные же уклоны надо принимать с учетом скоростей потока, не вызывающих размыва русла.

В случае примыкания канав друг к другу следует избегать острых углов, так как это ухудшает условия работы канав.

Выпускать верховые воды из систем водоотвода площадки можно в реки, ручьи, овраги и на склоны местности. Желательно иметь не один, а несколько выпусков.

Воду от площадок и сооружений отводят по канавам, располагаемым по их периметру (рис. ). При строительстве сооружений с земляной обсыпкой и при отводе воды из пористых оснований одежд по контуру площадок и сооружений рекомендуется закладывать неглубокие дрены. Если необходимо понизить уровень грунтовых вод, устраивают глубинный дренаж.

Сложные задачи, пока еще решенные не полностью, возникают при организации водоотвода от крупных предприятий, в особенности от жмвотноводческих комплексов, где устройство грунтовых водоотводных канав неприемлемо по санитарным соображениям.

Всю территорию комплекса обычно планируют, т.е. создают на ней искусственный рельеф. Кромки проезжих частей дорог и площадок для разворота транспорта в пределах территории ограничивают бордюрным камнем. Поверхность проезжей части дорожных покрытий по отношению к поверхности газонов и площадок для выгула скота должна быть ниже их на высоту бордюрного камня (примерно 15...18 см).

Осадки, выпадающие на эту территорию, стекают на проезжую часть дорог и площадок. Проезжей части внктрикомплексных дорог обычно придают односторонний поперечный уклон. Продольный уклон дорог определяют с учетом рельефа территории комплекса и придают его при планировке.

На внутренних дорогах большинства малых и средних комплексов дождеприемники и закрытую водоотводящую сеть не предусматривают. В результате дороги на территории таких комплексов в случае поверхностного водоотвода фактически представляют собой систему широких (3,5 м), но не глубоких лотков.

На территориях со склонами, где нет замкнутых пониженных мест (котловин), и при достаточных уклонах по этой схеме можно удовлетворительно решить задачу отвода чистых, не содержащих загрязнений вод. Однако поверхностные воды, стекающие на проезжую часть дорог животноводческих комплексов, часто содержат значительное количество загрязнений. Воды загрязняются в основном минеральными частицами грунта, органическими веществами, нефтепродуктами.

Отвод загрязненных поверхностных вод по открытым дорожным лоткам может быть удовлетворительно решен лишь при определенных (достаточно больших) скоростях потока, обеспечивающих смыв содержащихся в них загрязнений. Эти скорости будут различными в зависимости от степени насыщения потока твердыми частицами, их плотности и гранулометрического состава. Поэтому исходя из характеристик загрязнений для определенного расхода потока следует назначать различные продольные и поперечные уклоны лотков.



Таким образом, возникает задача выбора продольного и поперечного уклонов дорожного лотка, при которых бы обеспечивалась скорость потока, необходимая для стока загрязненной воды с определенным расходом. Несоблюдение этого условия приведет к выпадению из потока взвеси и загрязнению проезжей части внутренних дорог. В результате дороги будут быстро разрушаться, усложнится работа транспорта, резко ухудшатся санитарные условия. Особенно загрязняются внутрикомплексные дороги при дождях малой интенсивности, при которых транспортирующая способность потока в дорожном лотке резко снижается.

В ряде случаев на плоском рельефе территории единственно работоспособной может оказаться система закрытого водоотвода в виде коллекторов с дождеприемниками, установленными в лотке. Эта система, кроме того, более удобна во всех случаях, когда предусматривают очистку поверхностных вод, т.е. перед сбросом в естественный водоем направляют их в очистное сооружение. Сброс поверхностных вод, содержащих загрязнения, в водоемы без предварительной очистки недопустим. Поэтому при проектировании (особенно животноводческих комплексов) необходимо обязательно предусматривать мероприятия по очистке стоков.

В связи с тем, что продольные уклоны внутрикомплексных дорог значительно меньше уклонов, необходимых для смыва загрязнений по лоткам, последние части заиливаются. Учитывая это, при проектировании отвода ливневых вод следует стремиться к тому, чтобы на дорогу

попадало как можно меньше загрязнений. Для этого надо предусматривать специальную систему сбора и переработки навоза, с тем чтобы он не поступал на близлежащие дороги, а также надежно укреплять всю поверхность территории комплекса гравием, щебнем, засеивать ее травами с развитой корневой системой.

При эксплуатации следует систематически очищать дорожные лотки - на комплексах от осадков как органического, так и неорганического происхождения.

Вопрос об оптимальных продольных уклонах внутрикомплексных дорог при поверхностном водоотводе требует дальнейшего исследования. На основе натуральных наблюдений его ориентировочно можно оценить в

10...12%. Требуется также исследовать вопрос об улучшении поверхностного водоотвода путем устройства специального выпуклого профиля всей территории комплекса или отдельных ее частей.

При проектировании подземного водоотвода можно рекомендовать встроенные в бордюры вертикальные приемные решетки колодцев. Это частично предупреждает засорение решеток наносами навоза и соломы. Необходимо предусматривать возможность систематической очистки решеток во время эксплуатации дорожной сети на комплексе. Промежуточным решением следует считать устройство закрытых сборных железобетонных

лотков прямоугольного сечения глубиной 0,4...0,7 м. Однако опыт работы таких лотков пока не накоплен.

Горизонтальную и вертикальную планировку выполняют в следующей последовательности:

1. На геодезической основе - синьке, обычно в масштабе 1:5000 (реже 1:10000) разрабатывают ситуационный план-схему контура границ предприятия или производственной зоны и схему организации естественного стока поверхностных вод.

При разработке ситуационного плана территорию предприятия увязывают с местными природными природными условиями (рельефом местности, направлением господствующих ветров и их повторяемостью, направлением течения воды в реке, гидрогеологией и геологией грунтов и др.), а также инженерными сетями (дорогами, линиями электропередач и др.).

В пределах границ территории предприятия или производственной зоны и по 50...100 м за ее границами перпендикулярно горизонталям от высшей к низшей стрелкам указывают направление стока поверхностных вод, т.е. разрабатывают схему их естественного стока.

2. В более крупном масштабе (1:2000...1:500) на кальку тушью переносят геодезическую основу со схемой естественного стока поверхностных вод и карандашом делают эскиз-схему генерального плана со схемой вертикальной планировки, т.е. показывают организацию рельефа в проектных отметках.

В эскизе генерального плана учитывают требования, предъявляемые к горизонтальной планировке. При разработке же схемы проектного стока поверхностных вод учитывают требования вертикальной планировки, а также следующее:

1. Необходимость снятия растительного слоя толщиной ~ 0,2 м с части территории под здания, сооружения, проезды и открытые площадки; это уменьшит (понизит) среднюю планировочную проектную отметку на ~ 0,2 м;

2. Избыток грунта, образующийся в результате разработки котлованов, траншей, корыта под проезды, ямных хранилищ (жома, корнеплодов и др.), размещенных ниже средней проектной отметки, будет увеличивать ее на +0,1...0,3 м;

3. Творчески прорабатывают эскиз горизонтальной планировки с учетом возможной корректировки, вызванной вертикальной планировкой (завышением или занижением фактических проектных уклонов по сравнению с нормативными) или другими факторами, и методом проектных горизонталей и профилей составляют детальный генеральный план предприятия с детальной вертикальной планировкой (рис. ).

Как показывает анализ и обобщение опыта эксплуатации сельскохозяйственных предприятий, проезды следует проектировать с однополосным движением, шириной не 4,5 м, а 3,5 м с укрепленными обочинами по 0,5 м. Только на выездном участке длиной 50 м у примыканий к воротам (рис. ) их

делают с двухполосным движением, шириной 7 м для возможности временной остановки и разъезда транспортных средств.

Дорожные одежды внутриплощадочных дорог следует проектировать капитального или облегченного типов с усовершенствованными покрытиями, исходя из предъявляемых к ним санитарно-гигиенических требований, условий их эксплуатации.

Так, покрытия проездов, а также полов внутри животноводческих зданий, выгульных площадок для поддержания здоровья и чистоты животных устраивают из аглопоритозошлакобетона.

На площадках хранения кормов, у складов топливо-смазочных материалов, на пунктах заправки тракторов и автомашин, на стоянках, площадках технического обслуживания и ремонта, чтобы повысить сопротивление разрушению гусеницами тракторов, а также предотвратить растворимость органических вяжущих, находящихся в слоях покрытия, дизельным топливом, бензином и другими агрессивными средствами, покрытие делают из сборного или монолитного цементобетона класса В25 и В30 (толщина слоя 16...20 см). Основанием служит гравий, шлак, щебень, песок и другие местные дорожно-строительные материалы. На остальных проездах и площадках дорожную одежду модно устраивать с применением органических вяжущих в слоях покрытия, хотя и здесь предпочтение следует отдавать цементобетону.

Для удобства очистки проездов от грязи и снега кромки проезжей части часто вместо бортового камня укрепляют бетонными блоками - лотками и плитами.

### **13.2 Аэродромы и вертодромы сельскохозяйственной авиации**

Для повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве (внесение минеральных удобрений в почву, ведение борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, уничтожение сорной растительности, а также посев риса, трав и других культур широко применяют сельскохозяйственную авиацию (самолеты и вертолеты).

В зависимости от наличия и типа служебно-технической застройки, искусственных покрытий взлетно-посадочной полосы и других сооружений, сельскохозяйственные аэродромы (вертодромы) могут быть постоянными и временными. Последние после проведения химических обработок обычно запахивают под посев сельскохозяйственных культур. Недостаточная несущая способность грунта на временных - грунтовых взлетно-посадочных полосах, в период распутиц, отодвигает на более дальние сроки проведение химических обработок, что значительно снижает их эффективность и использование авиатехники.

На приаэродромной территории, т.е. на прилегающей к аэродрому местности, над которой осуществляют маневрирование самолетов (набор

высоты и развороты при их взлете, заход на посадку, планирование и уход на второй круг), не должно быть естественных или искусственных высотных препятствий, представляющих опасность для полетов.

Полосы воздушных подходов к летной полосе в плане имеют форму трапеции, боковые стороны которой образуются линиями, расходящимися под углом 15° к продолжению боковых границ летных полос. Высота препятствий на территории полосы воздушных подходов ограничивается наклонными условными плоскостями, проходящими от внешней границы концевых полос безопасности.

Размещение воздушных высоковольтных линий электропередач на приаэродромной территории с соблюдением ограничений по высоте допускается за пределами боковых границ летной полосы на расстоянии не менее 1 км, а в пределах полос воздушных подходов на удалении от границ летной полосы не менее чем на 2 км при открытой местности и не менее 1 км в случае, когда высоковольтные линии на всем протяжении (в пределах полосы воздушных подходов) со стороны летной полосы закрыты другими высотными препятствиями - зданиями, лесными массивами, складками местности и т.д.

Аэродром сельскохозяйственной авиации состоит из летного поля и территории служебно-технической застройки, на которой располагают склады и служебно-бытовые здания и сооружения.

Летное поле - часть аэродрома, на которой расположена одна или несколько летных полос, а также рулежные дорожки, место стоянок самолетов, загрузочная площадка и дегазационная площадка.

Летная полоса (обычно размером 100 x 650 м, с продольным уклоном 5...30% и поперечным 15...25%) выбирают по условиям ветровой загрузки, рельефа местности и воздушных подходов, обеспечивающих взлет и посадку самолетов в двух взаимно противоположных направлениях. В летную полосу входят: рабочая площадь, концевые и боковые полосы безопасности. Рабочая площадь может иметь взлетно-посадочную полосу с искусственным покрытием и грунтовую.

Вертолет, по сравнению с самолетом, более качественно распределяют химикаты по кроне растений, так как мощный нисходящий поток воздуха от несущего винта вертолета, создающийся в полете, равномерно покрывает распыляемой жидкостью листья растений как сверху, так и снизу.

### **13.3 Площадки для тракторов и сельскохозяйственных машин**

Для хранения машин в колхозах и совхозах выделяют специальные участки земли, на которых строят открытые площадки и машинные дворы, а в последние годы закрытые помещения и навесы со складами.

Благоустройство территории таких площадок существенно усложняется, так как при движении тракторов и сельскохозяйственных машин гусеницы и жесткие колеса разрушают покрытия площадок.

Для строительства можно использовать два варианта одежд: прочные - из сборных цементно-бетонных плит; гравийные или из других местных материалов, допускающие быструю заделку образующихся колеи и неровностей соответствующими машинами.

На участках, предназначенных для тракторов и других сельскохозяйственных машин на жестких колесах, толщину укрепленного слоя из местных материалов (гравия, щебня и др.) в зависимости от грунтовых и водных условий принимают равной 25...35 см. На тех площадках, где преимущественно будут двигаться машины на пневматическом ходу, толщину этого слоя можно уменьшить до 20...25 см.

Материалы, применяемые для укрепления, должны быть неразмокаемыми, достаточно морозоустойчивыми и хорошо сопротивляться воздействию гусениц и жестких колес. Если есть возможность, устраивают защитный водонепроницаемый слой.

Ширину подъездов к площадкам при двустороннем движении принимают не менее 5,5 м, а при одностороннем - 3,5 м. При одностороннем движении и отсутствии местных материалов в ряде случаев можно рекомендовать экономичное колеиное покрытие из сборных бетонных (желательно предварительно-напряженных железобетонных) плит. Плиты укладывают на тщательно подготовленное, хорошо уплотненное земляное полотно (а при слабых грунтах - на песчаное, шлаковое или гравийное

основание) двумя лентами с промежутками, заполняемыми грунтогравийной (грунтошлаковой, грунтощебеночной) смесью. По бокам устанавливают грунтогравийные полосы шириной 0,4...0,5 м. В результате получается однопутный подъезд, на котором (при длине более 0,5 км) предусматривают разьезды для встречного движения.

Площадки, предназначенные для пункта технического обслуживания бригады или отделения колхоза или совхоза, рекомендуется строить в хозяйствах, имеющих большие участки землепользования, когда обслуживать сельскохозяйственную технику на центральной усадьбе экономически нецелесообразно вследствие значительной удаленности от нее участков.

Пункты технического обслуживания рекомендуется располагать у перекрестков или у примыкания дорог с твердым покрытием (у дороги к центральной усадьбе, бригаде, у мест примыкания основной полевой дороги к внутрихозяйственной дороге с твердым покрытием). Со стороны каждой дороги устраивают выезд на пункт с покрытием, аналогичный тому, которое устроено на дороге. Кроме того, предусмотрен выезд на близлежащие поля (для гусеничных тракторов). Внутрихозяйственные проезды можно устраивать из грунтов, укрепленных местными материалами.

К пунктам для заправки топливом и смазочными материалами устраивать подъезд нужно с тем же покрытием, что и на дороге.

К производственным сельскохозяйственным площадкам часто примыкают стоянки автомобилей. Места стоянок автомобилей у погрузочно-разгрузочных площадок располагают за пределами проезжей части дороги в виде специальных полос или площадок.

### **13.4 Площадки перерабатывающих предприятий**

Зерноочистительные пункты предназначены для комплексной механизации процесса очистки зерновых культур с доведением их до продовольственных кондиций.

Зерноочистительные пункты размещают у внутрихозяйственной дороги (у подъезда к поселку, у основной полевой или проселочной дороги) с таким расчетом, чтобы объем суммарных грузовых работ по перевозке зерна на пункт, а от него - к месту сдачи государству или хранения был минимальным.

Площадки для пункта по переработке плодов, ягод и овощей необходимо рационально размещать по отношению к хозяйственному центру или поселку. От пункта устраивают выезд на ближайшую дорогу с твердым покрытием. Тип покрытий выезда, а также внутривыездных дорог и проездов должен обеспечивать возможность круглогодичного подъезда автомобилей ко всем основным сооружениям и зданиям, расположенным на пункте.

Консервные заводы в совхозах и колхозах проектируют в различных вариантах - в зависимости от ассортимента выпускаемой продукции и климатических условий.

Место размещения завода выбирают с учетом минимального суммарного объема грузовой работы по доставке плодов и овощей к заводу (внутрихозяйственные перевозки), удобства транспортирования выпускаемой продукции (внутрихозяйственные перевозки) и рациональных территориальных связей завода с поселком, где живут работающие на заводе.

### **13.5 Площадки животноводческих комплексов**

Под комплексом понимают совокупность объектов основного и вспомогательного назначения, расположенных на общей территории и объединенных единым технологическим процессом производства продукции.

Животноводческие комплексы характеризуются новыми методами организации производства, круглогодичным ритмичным выпуском продук-

ции, применением научной организации труда, возможностью внедрения комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Одно из важнейших требований, предъявляемых к современным животноводческим комплексам и фермам - повышение уровня их благоустройства. Санитарно-гигиенические функции благоустройства заключаются в обеспечении требований ветеринарно-санитарного режима, проведении мероприятий путем рационального размещения твердых покрытий, зеленых насаждений, газонов. Размещение элементов благоустройства должно способствовать правильной организации технологии выращивания животных, организации грузовых и людских потоков, четкому построению композиции генерального плана комплекса.

Дороги, которые вместе с примыкающими к ним площадками обеспечивают благоустройство комплексов, разделяют на вне- и внутрикомплексные. Внекомплексные дороги можно, в свою очередь, разделить на подъездные и объездные (вокруг комплекса).

Внутрикомплексные дороги в зависимости от транспортной системы комплекса, характера и объема перевозок могут быть разделены на магистральные для проезда всех видов транспорта, объединяющие внутренние дороги в единую систему и являющиеся ее основой; производственные, обеспечивающие производственные технологические связи между основными производственными зданиями и складами; проезды и подъезды, по которым перевозят вспомогательные грузы, обеспечивающие подъезд к административным зданиям, гаражам, заправочным пунктам, проезд пожарных машин и т.п.

Внутриплощадочные дороги можно проектировать по прямоугольной замкнутой (кольцевой), тупиковой или смешанной схемам. На крупных сельскохозяйственных комплексах предпочтение следует отдавать схемам дорог с кольцевым движением транспортных средств.

При устройстве тупиковых дорог в конце тупика должны быть предусмотрены площадки для разворота транспортных средств. Размеры площадок следует принимать в зависимости от габаритов машин и перевозимых грузов.

Проект поперечного профиля внутриплощадочных дорог надо увязывать с проектом планировки и благоустройства территории сельскохозяйственного предприятия. В тех случаях, когда это возможно по архитектурно-планировочным условиям, санитарным требованиям и условиям водоотвода, дорога внутри комплекса следует устраивать с обочинами, без бортового камня.

## **ТЕМА 14 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

### **14.1 Законодательная, правовая и нормативная база государственной политики природопользования в Республике Беларусь**

Основу законодательства Республики Беларусь по вопросам охраны окружающей среды и природопользования составляют: Конституция Республики Беларусь (ст. 34, 46, 55), законы Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», «О государственной экологической экспертизе», «Об особо охраняемых территориях и объектах», «О налоге за пользование природными ресурсами» (Экологический налог), «Об отходах производства и потребления», «Об охране и использовании животного мира», «Об охране атмосферного воздуха», «Об основах транспортной деятельности», «Об автомобильных дорогах».

Основой законодательной, правовой и нормативной базы в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов является Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», принятый в 1992 году. Законом предусматривается обеспечение защиты прав человека на благоприятную для его жизни и здоровья окружающую среду и определение правовых и экономических основ охраны окружающей среды в интересах настоящих и будущих поколений людей.

В Республике Беларусь идет процесс разработки правовых документов по охране окружающей среды: законов, подзаконных и ведомственных актов.

В Беларуси приняты подзаконные акты по природопользованию: "О ставках налога за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду и лимитах добычи природных ресурсов", "О государственных кадастрах природных ресурсов" и т.д.

### **14.2 Факторы и зоны воздействия автомобильной дороги на окружающую среду**

В процессе функционирования дороги автомобильный транспорт выделяет с отработанными газами токсичные вещества, создает высокие уровни шума, загрязняет почву и водоемы, способствует образованию пыли и других вредных веществ, оказывает неблагоприятное воздействие на природную среду и непосредственно на человека.

Все элементы, воздействующие на организм, называют экологическими факторами (рис. 1).





Рис. 1 - Взаимосвязь воздействий автомобильно-дорожного комплекса и окружающей среды.

Всю совокупность факторов, влияющих на экологическую обстановку, можно разделить на две группы: дорожные и транспортные. Дорожные факторы связаны со строительством автомобильных дорог. Одним из неблагоприятных последствий дорожного строительства является нарушение естественного водоотвода отсыпаемыми насыпями и водопропускными сооружениями. Надлежащее внимание должно быть обращено на сохранение естественных русел и пропуск водных потоков по ним, а не по искусственным каналам. В ряде случаев насыпи, мосты и другие сооружения плохо вписываются в окружающий ландшафт и нарушают его эстетическую ценность. Поэтому следует добиваться сочетания эстетических требований к дорожным сооружениям с максимальным сохранением природных ландшафтов.

Для анализа воздействия на окружающую среду целесообразно пользоваться определенной системой учета взаимосвязи объекта и среды. Основой такой системы может служить схема, в которой взаимодействия с окружаю-

щей средой увязаны в единый комплекс (рис. 2). Объектами воздействия транспортных средств являются практически все компоненты окружающей среды, но все-таки основным критерием опасности считают ущерб здоровью людей.

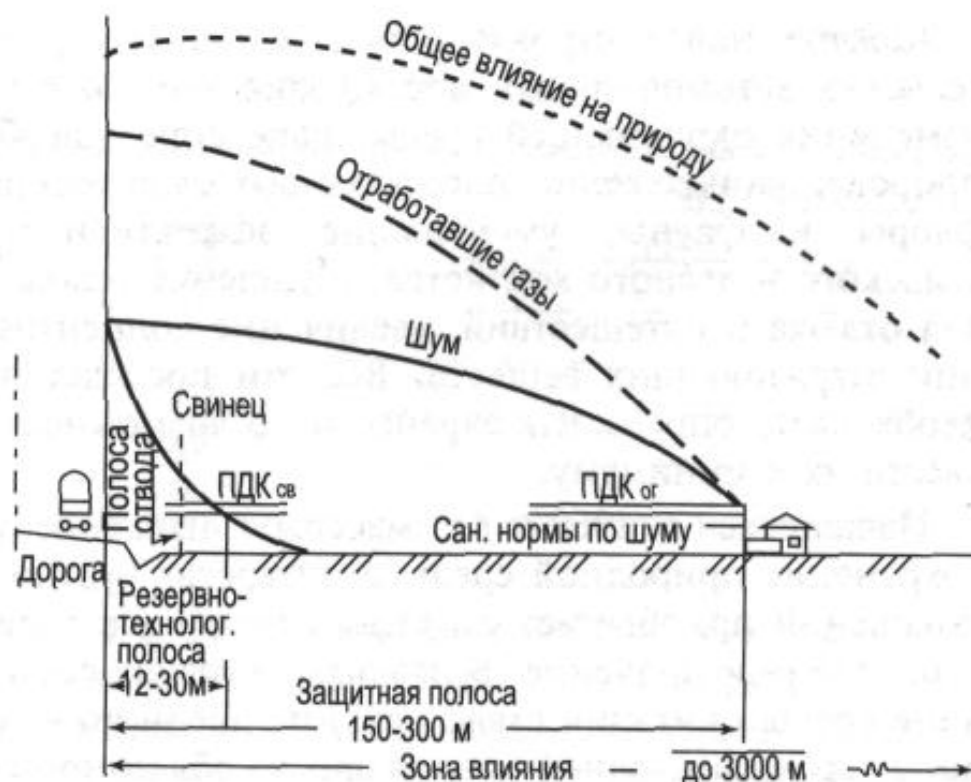


Рис. 2 - Распространение автомобильно-дорожных воздействий на придорожной территории.

Варианты проектирования автомобильных трасс с точки зрения защиты окружающей среды должны рассматриваться в четыре этапа.

1. Анализ чувствительности окружающей среды, которая реализуется по степеням: средняя, умеренная, большая по реакции окружающей среды на строительство дороги. Она будет различна из-за степени освоенности почвы (сельское хозяйство), вида деревьев и площади лесов (лесное хозяйство), плотности застройки (застроенная местность), ущерба отдыху и туризму (рекреационная местность), нанесения ущерба свободным и охраняемым зонам (водное хозяйство, охрана заповедной природы). Результатом анализа является выделение малоконфликтных зон.

2. Разработка вариантов прокладки дороги (техническое проектирование с максимальным использованием малоконфликтных зон).

3. Анализ влияния вариантов на окружающую среду предусматривает исследование вредного воздействия дороги во времени и пространстве.

### 14.3 Сосуществование дороги, флоры и фауны

Воздействие трасс автомобильных дорог на природную среду разносторонне и не ослабевает со временем. Ядовиты для растений и животных сернистый газ, фтористый водород, озон; вредными могут быть двуокись азота, хлор, пары соляной кислоты и другие газы, если они имеются в воздухе в достаточных концентрациях. Наиболее подвержены вредному воздействию загрязнений хвойные породы: сосна, ель, пихта, кедр, лиственница.

Сернистый газ ( $\text{SO}_2$ ) в количестве более 2 мг/м вызывает побурение и гибель листьев. При слабом поражении (менее 0,5 мг/м<sup>3</sup>) и длительном действии сернистого газа листья обесцвечиваются. У сосны и лиственницы видимые повреждения начинаются с потемнения кончиков хвои, падения тургора и завядания потемневших участков. Через несколько дней потемневшие части хвои принимают бронзовую окраску. У ели хвоя повреждается на всю длину. Лиственные породы значительно устойчивее к воздействию сернистого газа, чем хвойные.

Оксиды азота или аэрозоли азотистой и азотной кислот в концентрации более 2 мг/м вызывают глубокие повреждения листьев. Отличительной особенностью их действия является появление буровато-черных участков, чаще всего расположенных к вершине и периферии листовой пластинки. Кончики игл хвойных пород при содержании этих веществ приобретают темно-красный цвет.

Фтор и его соединения в невысоких концентрациях (менее 0,01 мг/м<sup>3</sup>) вызывают появление узких некротических серо-зеленых, а затем светло-желтых полос, распространяющихся по периферии листа от вершины к основанию. Листья начинают увядать и никнуть. При поражении фтором хвойных пород наблюдается краевой некроз в виде побеления, а затем потемнения кончиков игл. Древесные породы очень чувствительны к этилену. При его содержании на листьях появляются красноватые и коричневые пятна, затем листья опадают, что чаще всего приводит к гибели растений.

Оксид магния входит в состав фитотоксичной магнезитовой пыли, которая содержит также окиси кальция, кремнезем и сажу. При слабой и средней интенсивности запыления хвоя становится желтовато-зеленой, затем буреет и погибает. Тяжело переносят повреждения магнезиальной пылью и другие древесные породы.

Растения могут служить своеобразным индикатором загрязнения. Поврежденные растения выделяют больше газов (в частности  $\text{CO}_2$ ), чем здоровые. По данным американских ученых, растение, испытывающее стресс из-за заболевания, загрязнения воздуха, нарушения нормального режима влагообес-

печения, повреждения корней и т.д., выделяет этилен, содержание которого можно установить с помощью хроматографа.

Необходимо в максимально возможной степени стремиться к тому, чтобы соответствующие биотопы и ареалы не пересекались трассой дороги и находились в удалении от нее.

#### **14.4 Земельные ресурсы и их охрана**

При строительстве автомобильных дорог почва разрушается не только на месте сооружения дороги, но и в пределах полосы отвода как постоянного, так и временного. При строительстве и эксплуатации любых объектов, при добыче строительного сырья открытым способом выделяются следующие виды нарушения использования земель:

изменение рельефа за счет вертикальной планировки, срезки холмов и возвышенностей, строительства карьеров, устройства новых возвышенностей-отвалов. Так, отвалы вдоль автомобильных дорог создают бугристо-грядовую или плоско-увалистую форму рельефа;

уничтожение и разрушение почвы и растительности. Складирование снятой со стройплощадки почвы стало применяться недавно. Но и при хранении почва частично разрушается, выводится из биологического круговорота и снижает свое плодородие;

загрязнение почвы мусором, нефтепродуктами, цементом, сточными водами, токсичными веществами.

Земля в нашей стране является всенародным достоянием и составляет единый Государственный земельный фонд. Сельскохозяйственные земли должны использоваться по прямому назначению, а для строительства промышленных и гражданских объектов дорог надо выбирать земли другого назначения: закустаренные, заболоченные и т.д.

Полоса отвода складывается из ширины земляного полотна, полосы безопасности и полосы для охраны дороги и ее сооружений от повреждений шириной 1 – 3 м. Дорожное строительство преобразует ландшафты из-за производства земляных работ и изменения гидрологического и гидрогеологического режимов местности. Около насыпей задерживается снег, поэтому происходит переувлажнение грунта в придорожной полосе. В I и II дорожно-климатических зонах притрассовые резервы превращаются в болота.

Охранно-профилактические меры предусматривают:

- ограничение выкорчевки деревьев на оползневых склонах под вспашку;
- запрещение террасирования оползневых склонов;
- контроль за заложением и эксплуатацией карьеров;
- сокращение количества грунтовых дорог;
- исключение сброса любых вод, в том числе из придорожных канав;

охрану существующих и вновь создаваемых древесных насаждений на склонах.

### **14.5 Водные ресурсы и их охрана**

До недавнего времени ливневой сток рассматривался как источник загрязнения, не представляющий серьезной опасности для водоемов и почв. Но исследования показали, что в них присутствуют значительные концентрации таких загрязняющих веществ, как углеводороды и ионы тяжелых металлов. Причинами загрязнения являются утечки бензина, масел от транспортных средств, накопление химических веществ на дорогах (аварии грузового транспорта, выщелачивание дождевыми водами органических и минеральных соединений).

Трассу автомобильных дорог рекомендуется прокладывать в обход водохранилищ, расположенных в крупных зонах отдыха, а также водохранилищ, вода из которых используется для питья. В пределах этих зон запрещается устраивать площадки для технического обслуживания автомобилей. В обоих случаях устраивают изолированную систему водоотвода с бассейном, где отстаивается вода, поступающая с дороги.

### **14.6 Дорожное движение – источник загрязнения воздуха**

Элементы загрязнения атмосферы – это продукты сгорания топлива в двигателях, выбрасываемые в атмосферу в виде газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{HC}$ ,  $\text{NO}$ ), а также пыли и копоти, образованных из пепла и несгоревшей части горючего и составляющих видимый глазу дым. Среди газообразных продуктов, отрицательно действующих на людей, – дым и отравляющие вещества.

Загрязнение от автомобильной дороги превышает фоновые в 1,5–2 раза. Интенсивность движения на некоторых магистралях достигает 100 тыс. авт/сут и более. При норме расхода бензина 10 л на 100 км дорог и интенсивности 25 тыс. авт/сут ежедневные выделения свинцовых соединений составляют 500–750 г/км. Часть свинца в воздухе и уличной пыли содержится в виде тетраметил- и тетраэтилсоединений, которые являются сильными ядами.

Основные вредные компоненты выхлопных газов двигателей – оксиды углерода и азота, углеводороды, альдегиды, сернистый газ. Кроме того, бензиновые двигатели выделяют вещества, в составе которых имеются свинец, хлор, бром, канцерогенные агенты, а дизельные – значительное количество сажи, копоти ультрамикроскопических размеров. Ежегодный выброс вредных веществ от автотранспорта составляет 36,7% общего объема вредных выбросов в атмосферу.

Среди мер по оздоровлению воздушного бассейна следует выделить перевод транспортных средств на природный газ. Расширение применения в народном хозяйстве сжатого природного и сжиженного нефтяного газов в качестве моторного топлива является важным направлением научно-технического прогресса в развитии транспортных средств. Кроме того, газ – наиболее экологически чистый вид топлива. Первый опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей позволил сэкономить более 2000 тыс. тонн бензина.

К эффективным заменителям бензина, соответствующим природоохранным требованиям, относятся также спирты, синтетическое топливо и водород. Спиртовое моторное топливо представляет собой этиловый (метиловый) спирт, получаемый из растительного сырья, природного и генераторного газа и используемый в чистом виде или в смеси с бензином, дизельным и другими нефтяными топливами. Перевод транспортных средств на работу на спиртовом моторном топливе вместо нефтяного позволяет уменьшить загрязнение воздушного бассейна отработавшими газами.

Для снижения загрязнения воздуха в городах могут быть рекомендованы три возможных способа:

- использование небольших автомобилей с низкой мощностью двигателей;
- применение автомобилей, работающих в пределах города как электрические, а вне города как бензиновые;
- совершенствование движения транспортных потоков.

## 14.7 Озеленение дорог

Защитные полосы вдоль автомобильных дорог предназначены для защиты от снежных заносов, оползней, обвалов, ветровой и водной эрозии прилегающих к дорогам земель, для снижения уровня шума, выполнения санитарно-гигиенических и эстетических функций, ограждения движущихся транспортных средств от неблагоприятных аэродинамических воздействий. Ширина защитных полос лесов вдоль автомобильных дорог должна составлять не менее 250 м с каждой стороны дороги. Ширину защитных полос исчисляют от границы полосы отвода земель, но не менее 15 м от оси дороги. Внешние границы защитных полос вдоль дорог должны быть ограждены водными объектами, складками рельефа и другими естественными рубежами, каналами, просеками и т.д.

Придорожные насаждения способствуют также сохранению устойчивости откосов, защите дороги от отработавших газов и света фар автомобилей.

Над нагретым асфальтобетоном создаются восходящие потоки воздуха, поднимающие с собой тонкую пыль и длительно удерживающие ее в воздухе. Над зелеными насаждениями, имеющими более прохладную поверхность, возникают нисходящие потоки воздуха из верхних слоев атмосферы, и пыль

оседает. Пылезащитные свойства деревьев тем выше, чем больше у них поверхность и шероховатость листьев. Лучше всего задерживают пыль вязы (в 6 раз больше, чем тополя) и сирень. Листья этих деревьев покрыты мельчайшими ворсинками.

К растениям на разделительной полосе предъявляют особо жесткие требования: они должны выдерживать интенсивное воздействие пыли, противогололедных солей, отработавших газов, движение воздуха от проходящих автомобилей. Такие растения должны иметь небольшую высоту, хорошо развитую крону и слаборазвитый ствол.

## **14.8 Ландшафтное проектирование**

Ландшафт однородный участок поверхности суши, окаймленный естественными границами, в пределах которых природные комплексы (горные породы, рельеф, климат и др.) образуют взаимосвязанное и взаимообусловленное единство. Описывая экологический кризис в промышленно развитых капиталистических странах, зарубежные ученые считают одним из наиболее ярких его симптомов не только экологическую, но и эстетическую ценность природного ландшафта.

Трасса дороги должна гармонично сочетаться с формами рельефа. Ось дороги следует рассматривать как единую пространственную кривую, построение которой зависит от окружающего ландшафта, с которым план, продольный и поперечный профили дороги и ее внешний вид в целом должны быть тесно увязаны. При трассировании следует принимать во внимание территориальные характеристики геоморфологии, гидрологии, климата, культурного землепользования, фауны, флоры, эстетики, рекреационного использования, возможной археологической ценности, инженерно-геологические явления, наличие памятников старины, архитектурных ценностей, уникальных явлений природы.

## **14.9 Строительство и эксплуатация дорог на радиоактивно загрязненных территориях**

Специфика работы дорожно-строительных подразделений в радиоактивно загрязненных районах включает ряд вопросов радиационно-экологической безопасности. В этом случае проведение работ связано с некоторыми трудностями обеспечения защиты рабочих и участников дорожного движения от ионизирующих излучений. Очень важным является умение правильно оборудовать рабочие места, организовать режим работы техники и обслуживающего персонала, рассчитать время пребывания на загрязненной территории и полученные дозы.

К очагам радиоактивного загрязнения относится территория, на поверхности которой мощность экспозиционной дозы излучения превышает 120 мкР/ч или удельная активность проб грунта и других материалов превышает 74 кБк/кг для  $\beta$ -активных веществ, для трансурановых элементов – 0,37 кБк/кг.

Поскольку строительство автомобильных дорог связано с большим объемом используемых материалов, то необходимо контролировать их радиоактивность. Удельная эффективная активность  $A_{эфф}$  естественных радионуклидов и цезия в дорожно-строительных материалах, добываемых на месторождениях (щебень, гравий, песок и др.) или являющихся побочными продуктами и отходами промышленности (зола, шлак, фосфогипс и др.), в случае их использования в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки должна удовлетворять требованию:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_K + 0,22A_{Ca137} + 0,87A_{Ca134} \leq 740 \text{ Бк/кг},$$

где  $A_{Ra}$ ,  $A_{Th}$ ,  $A_K$ ,  $A_{Ca137}$ ,  $A_{Ca134}$  – соответственно удельная активность радия – 226, тория – 232, калия – 40, цезия – 137 и 134.

Вне населенных пунктов и зон перспективной застройки  $A_{эфф} < 1350$  Бк/кг. В случае загрязнения другими долгоживущими радионуклидами при расчете  $A_{эфф}$  следует их активность учитывать, используя величину радиового  $\gamma$ -эквивалента.

Приведенные значения  $A_{эфф}$  необходимо рассматривать как усредненное из нескольких (не менее 5) образцов материала, получаемого от конкретного поставщика. Зная удельную активность, можно легко рассчитать мощность эквивалентной дозы, которую может получить человек при контактировании с конкретными материалами. На открытой местности на дорожном покрытии мощность эквивалентной дозы  $H = 3,74 \cdot 10^4 A_{эфф}$  мкЗв/ч.

Удельная эффективная активность вычисляется по формуле

$$A_{эфф} = \frac{A_{эфф1}m_1 + A_{эфф2}m_2 + \dots + A_{эффn}m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n},$$

где  $A_{эффи}$  – средняя удельная активность каждого компонента строительной конструкции, Бк;

$m_i$  – масса компонента;

$n$  – количество компонентов в конструкции.

Зная мощность эквивалентной дозы, можно рассчитать режим работы персонала с учетом требований НРБ-76/87, т.е. чтобы суммарная доза не превысила  $0,5 \cdot 10^2$  Зв (0,5 бэр) в год.

При разработке карьеров местных строительных материалов, располагающихся на территории, загрязненной радиоцезием  $5,55 \cdot 10^5$  Бк/м<sup>2</sup> (15 Ки/км<sup>2</sup>) и выше, необходимо снимать и удалять верхний слой почвы на глубину не менее 0,20 м.

Порядок использования растительного грунта зависит от его радиоактивности: грунт с содержанием радиоцезия на поверхности с удельной активностью до  $5,55 \cdot 10^5$  Бк/м<sup>2</sup> используется в обычном порядке, при  $5,55 \cdot 10^5$  –



$1,48 \cdot 10^6$  Бк/м<sup>2</sup> (15–40 Ки/км<sup>2</sup>) можно рассеивать по аналогично загрязненной прилегающей к дороге территории вне населенных пунктов, при более  $1,48 \cdot 10^6$  Бк/м<sup>2</sup> (40 Ки/км<sup>2</sup>) грунт следует захоранивать в местах повышенного рельефа в траншеях глубиной 1–2 м с глиняным замком более 0,5 м или в валах с обсыпкой не менее 0,8 м чистого грунта на насыпной подушке из слабофильтрующих грунтов (расстояние до грунтовых вод не менее 1 м в обоих случаях).

Древесно-кустарниковую растительность со средней загрязненностью по коре до 740 Бк/кг можно уничтожать обычным порядком, включая сжигание на месте. При средней загрязненности растительности по коре 740–8880 Бк/кг ее утилизацию следует проводить путем захоронения в обычных валах или траншеях с обеспечением расстояния до грунтовых вод не менее 1 м. При содержании радионуклидов в коре свыше 8800 Бк/кг захоронение растительности проводят аналогично захоронению грунта, загрязненного свыше  $1,48 \cdot 10^5$  Бк/м<sup>2</sup>. Расстояние до населенных пунктов от мест утилизации древесно-кустарниковой растительности должно быть не менее 1 км, при сжигании – не менее 3 км.

При проектировании дорожной одежды необходимо учитывать защитные свойства ее конструктивных слоев и тем самым уменьшить степень воздействия ионизирующих излучений на участников дорожного движения. Защитные свойства строительных материалов зависят от их плотности и характеризуются слоем половинного ослабления, при прохождении которого интенсивность  $\gamma$ -излучения уменьшается в 2 раза. Толщины слоев половинного ослабления могут быть найдены по формуле  $d_{пол} = 13/\rho$  ( $\rho$  – плотность материала, г/см<sup>3</sup>).

## 2.5 ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Проект внутрихозяйственной автомобильной дороги.
2. Проект дороги или улицы сельского населенного пункта.
3. Проект внутрихозяйственной автомобильной дороги на мелиоративной системе.
4. Проект площадки агропромышленного назначения с подъездными дорогами.

### СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА:

#### **Введение.**

#### **1. Определение основных технических параметров проектируемой дороги.**

1.1. Расчет интенсивности движения: среднемесячная суточная; расчетная (среднегодовая суточная); приведенная к легковому автомобилю; перспективная.

1.2. Установление технической категории дороги и основные нормативные параметры для проектирования.

1.3. Определение наибольшего допустимого уклона.

1.4. Определение расчетного расстояния видимости: поверхности дороги; из условия торможения двух автомобилей, движущихся навстречу друг другу; при обгоне грузового автомобиля легковым; боковой видимости придорожной полосы.

1.5. Определение радиусов вертикальных и горизонтальных кривых .

## **2. Проектирование дороги в плане.**

2.1. Описание вариантов трассы.

2.2. Сравнение вариантов трассы.

2.3. Оформление плана трассы.

## **3. Проектирование продольного и поперечного профиля дороги.**

3.1. Продольный профиль поверхности земли.

3.2. Нанесение проектной линии.

3.3. Тип поперечного профиля (насыпь, выемка) и конструкция земляного полотна.

3.4. Поверхностный водоотвод.

3.5. Оформление продольного и поперечного профилей.

## **4. Проектирование дорожной одежды.**

4.1. Принять конструкцию и определить толщины слоев дорожной одежды.

4.2. Определить расчетные характеристики материалов и грунтов.

4.3. Рассчитать конструкцию на упругий прогиб.

4.4. Рассчитать конструкцию по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна и песчаном слое основания.

4.5. Рассчитать конструкцию на растяжение при изгибе.

## **5. Проектирование водопропускных сооружений.**

5.1. Выбор типа и обоснование конструкции.

5.2. Гидравлический расчет.

5.3. Проектирование водопропускного сооружения.

## **2.6 ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ**

1. Строительство внутрихозяйственной автомобильной дороги.

2. Строительство дороги или улицы сельского населенного пункта.

3. Строительство внутрихозяйственной автомобильной дороги на мелиоративной системе.

4. Строительство площадки агропромышленного назначения с подъездными дорогами.

5. Реконструкция внутрихозяйственной автомобильной дороги.

6. Реконструкция дороги или улицы сельского населенного пункта.

7. Реконструкция внутрихозяйственной автомобильной дороги на мелиоративной системе.

## 2.7 ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ, ВЫНОСИМЫХ НА САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ

№	Раздел, тема и содержание вопроса	
	Тема лекции	Вопросы выносимые на управляемую самостоятельную работу студентов
1	2	3
1	Введение. Общие сведения о дорогах	1 Подвижной состав на автомобильных дорогах 2 Характеристики движения по автомобильным дорогам 3 Габариты автомобилей и тракторов и расчетные нагрузки
2	Классификация автомобильных дорог	1 Классификация дорог в сельских населенных местах
3	Размещение и элементы дороги в плане	1 Определение расстояния видимости на дорогах 2 Приемы обеспечения видимости в плане
4	Элементы продольного профиля дороги	1 Обоснование величины максимальных допустимых продольных уклонов 2 Нанесение проектной линии на продольный профиль
5	Элементы поперечного профиля дороги	1 Велосипедные и пешеходные дорожки 2 Декоративные и снегозащитные насаждения
6	Конструкция земляного полотна	1 Отвод воды от земельного полотна. Отвод поверхностных вод. Методы отвода воды от земельного полотна. Планировка придорожной полосы. Нагорные и водоотводные каналы, поглощающие колодцы. Сопрягающие сооружения. Отвод грунтовых вод. Дренажи.

1	2	3
7	Конструкции дорожных одежд	1 Расчет слоев из монолитных материалов на растягивающие и сдвигающие напряжения в связных слоях дорожной одежды 2 Обеспечение морозоустойчивости дорожных одежд 3 Методика расчета жестких дорожных одежд 4 Конструирование дренирующих слоев
8	Переходы через водотоки	1 Придорожные водоемы для аккумуляции вод 2 Расчет переездных сооружений
9	Пересечения и примыкания	1 Требования к элементам плана 2 Требования к элементам продольного и поперечного профилей
10	Обустройство дорог и защитные дорожные сооружения	1 Обустройство дорог 2 Организация движения
11	Дороги и улицы сельских населенных пунктов	1 Дорожная обстановка 2 Конструкции дорожных одежд
12	Внутрихозяйственные дороги на мелиоративных землях	1 Переходы через мелиоративные каналы
13	Площадки агропромышленного назначения	1 Аэродромы и вертодромы с/х авиации 2 Типовые генеральные планы 3 Требования к грунтовым летным полосам в весенне-осенний период 4 Конструкции искусственных покрытий аэродромов
14	Охрана окружающей природной среды	1 Защита населенного пункта от шума, вибрации и загрязнения воздуха отработанными газами двигателей 2 Особенности устройства дорог в условиях радиоактивного загрязнения

## **2.8 ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**

### **Перечень плакатов**

- 1 Международная система единиц СИ.
- 2 Основные типы структуры грунтов.
- 3 Структура глины.
- 4 Классификация несвязанных грунтов по крупности.
- 5 Виды и состояние глинистых грунтов.
- 6 Виды грунтов по степени влажности.
- 7 Нормативные и расчетные характеристики глинистых грунтов.
- 8 Нормативные и расчетные характеристики песчаных грунтов.
- 9 Нормативные и расчетные характеристики щебня.
- 10 Осредненные физические характеристики минерального грунта.
- 11 Продольный профиль автомобильной дороги.
- 12 Продольный профиль улицы сельского населенного пункта.
- 13 Продольный профиль внутрихозяйственной дороги на мелиоративной системе.
- 14 Поперечные профили дороги.
- 15 Пересечения дорог.
- 16 Примыкания дорог.
- 17 Переездные сооружения.
- 18 План автомобильной дороги с расчетными параметрами.
- 19 Благоустройство участка улицы сельского населенного пункта.
- 20 Классификация улиц населённых пунктов

## **3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

### **3.1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Практические работы по дисциплине проводятся при выполнении курсового проекта и при выполнении практических заданий.

На практических занятиях ставятся цели по воспитанию у студентов деловитости, дисциплины, а так же ответственности за результаты своего труда и аккуратности.

Традиционная структурно-логическая схема практического занятия следующая: сначала проводится опрос и проверка домашнего задания, затем сообщается новый материал и закрепляют его и, наконец, выдается задание на дом. Понятно, что структура занятия не может быть такой стереотипной, она должна быть гибкой, подвижной.

Нет необходимости планировать все перечисленные элементы: последовательность этих элементов может быть самой разнообразной, также как и соотношение их объемов. Кроме того, все перечисленные элементы взаимно связаны, они как бы проникают друг в друга.

Непременным условием успешного проведения занятия является интерес студентов к изучаемому материалу, к той деятельности, которую организует для них преподаватель. Для возбуждения интереса студентов психологи рекомендуют применять энергичную форму начала занятий, используя для этого самые разнообразные приемы.

Начало занятия организуется одним из следующих приемов: увязывается материал данного занятия с содержанием предыдущего, кратко напоминаются основные вопросы пройденного материала; подчеркивается значение темы занятия для будущей деятельности выпускника на практике; указывается сложность проблемы и выделяется главный вопрос, который будет излагаться на занятии.

Планируя тот или иной прием для начала занятия, преподаватель учитывает характер учебного материала и подготовленность студентов.

Для привлечения внимания необходимо показать, что студенты знают далеко не все, ярко раскрыть новые для них вопросы, связанные с проектированием здания насосной станции на мелиоративных системах. При этом преподаватель должен хорошо знать, какую информацию студенты получили или получают по смежным предметам и эту осведомленность показать студентам.

### **3.2 ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

1. Ознакомление с типовыми проектными решениями внутрихозяйственных автомобильных дорог и площадками агропромышленного назначения.
2. Обоснование технических параметров проектируемой автомобильной дороги.
3. Плановое размещение дорожной сети.
4. Обоснование класса и технической категории дороги.
5. Построение продольного и поперечного профилей дороги.
6. Обоснование конструкции и проектирование земляного полотна.
7. Проектирование водоотводных сооружений земляного полотна.
8. Обоснование конструкции и расчет дорожных одежд.
9. Обоснование конструкции и расчет переходов через водотоки.
10. Проектирование дорог на мелиоративной системе.
11. Проектирование площадок агропромышленного назначения.

### 3.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

При выполнении курсового проекта рекомендуется использовать «Дубяго Д.С., Шуляков Л.В. Внутрихозяйственные автомобильные дороги. Методические указания по выполнению курсового проекта / БГСХА. – Горки, 2010. - 52 с».

#### Методические рекомендации по выполнению курсового проекта

##### 1. Обоснование технических параметров проектируемой дороги

Интенсивность движения – количество транспортных средств, проезжающих по дороге в единицу времени. При исчислении интенсивности движения на внутрихозяйственных дорогах учитывают не только число автомобилей, но и число тракторов, сельскохозяйственных машин, мотоциклов, гужевого транспорта.

Интенсивность движения зависит от многих факторов: грузонапряженности, неравномерности и продолжительности перевозок, коэффициента использования пробега, грузоподъемности автомобиля, повторности перевозок и др.

Для получения данных о фактической интенсивности движения транспортных средств на существующих дорогах выполняют натурные наблюдения. Учет движения можно проводить без остановки автомобилей и с кратковременной остановкой. Выяснение сведений в случае остановки можно осуществлять путем устного опроса водителей; вручения водителям почтовых открыток-анкет с просьбой заполнить их на месте или отправить почтой по указанному адресу. Продолжительность учета зависит от требуемой точности получаемой информации и может быть круглосуточным или трехчасовым. Учет движения желательно проводить в месяцы наибольшей загрузки дорог.

Перспективную интенсивность движения можно определить по формуле

$$N = N_0(1 + \alpha)^t, \quad (1.1)$$

где  $N_0$  – существующая интенсивность движения;

$\alpha$  – коэффициент ежегодного прироста движения,  $\alpha=0,06...0,07$ ;

$t$  – число лет расчетного периода.

Интенсивность движения непостоянна в течение суток и резко снижается в ночное время. Не остается она постоянной и в течение года и дней недели. На дорогах сельскохозяйственных районов в периоды уборки урожая объем перевозок, а следовательно, и интенсивность движения значительно возрастают. В праздничные дни движение грузовых автомобилей уменьшается, а легковых, наоборот, увеличивается. В связи с отмеченными частыми колеба-

ниями интенсивности движения на дорогах ее можно надежно характеризовать только средними значениями за расчетный период времени.

При проектировании дорог движение чаще всего характеризуют средним за год, месяц "пик" количеством автомобилей, проезжающих по участку в сутки, называемым средней суточной интенсивностью движения за расчетный период.

Средняя суточная интенсивность движения транспортных средств на каждом перегоне дороги устанавливается на основе данных грузо-, пассажиро-напряженности и структуры автомобильного парка. Обычно при оценке условий работы дороги интенсивность движения выражают в фактическом количестве проходящих автомобилей, независимо от их типов. В этом есть условность, так как проезд по дороге с малой скоростью нескольких автопоездов с тяжелыми прицепами неэквивалентен по продолжительности проезду равного числа быстроходных легковых автомобилей. Иногда для уточнения в составе движения указывают долю легковых, грузовых автомобилей и автобусов.

Поэтому для характеристики количества автомобилей, которые дорога может пропустить, фактическую интенсивность движения обычно приводят к эквивалентному количеству легковых автомобилей. Для этого вводят коэффициенты приведения, характеризующие, сколько легковых автомобилей могло бы проехать по участку дороги за время проезда одного грузового автомобиля или автопоезда. Тогда приведенная к легковому автомобилю интенсивность движения определяется по формуле

$$N^{np} = (N_{gp} + N_{lp} + N_a) K_{cp}^{np}, \quad (1.2)$$

где  $N_{gp}$ ,  $N_{lp}$ ,  $N_a$  – интенсивность движения соответственно грузовых, легковых автомобилей и автобусов, авт/сут.

$K_{cp}^{np}$  – средний коэффициент приведения интенсивности движения различных транспортных средств к легковому автомобилю.

Средний коэффициент приведения интенсивности движения к легковому автомобилю определяют по формуле

$$K_{cp}^{np} = K'_{np} \cdot \alpha_1 + K''_{np} \cdot \alpha_2 + \dots + K^n_{np} \cdot \alpha_n, \quad (1.3)$$

где  $K'_{np}$ ,  $K''_{np}$ , ...,  $K^n_{np}$  – коэффициенты приведения для различных транспортных средств (для легковых автомобилей  $K_{np} = 1$  (табл. 1.1);

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  – доля различных транспортных средств в составе потока движения.



Таблица 1.1. Коэффициенты приведения интенсивности движения различных транспортных средств к легковому автомобилю

Типы транспортных средств	Коэффициент приведения
Легковые автомобили и мотоциклы, микроавтобусы	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2 включ	1,3
св. 2 " 6 "	1,4
" 6 " 8 "	1,6
" 8 " 14 "	1,8
" 14	2,0
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12 включ	1,8
св. 12 " 20 "	2,2
" 20 " 30 "	2,7
" 30	3,2
Автобусы малой вместимости	1,4
То же, средней	2,5
" большой	3,0
" сочлененные и троллейбусы	4,6

Примечание. Коэффициенты приведения для специальных автомобилей следует принимать, как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности.

Интенсивность движения грузовых автомобилей

$$N_{zp} = \frac{Q_{II} \cdot K_{HG}}{q_{cp} \cdot K_{II} \cdot K_G \cdot T_p}, \quad (1.4)$$

где  $Q_{II}$  – перспективная грузонапряженность (объем перевозимых грузов), нетто-тонн за расчетный период (год, месяц и т.п.);

$K_{HG}$  – коэффициент неучтенных грузов по хозяйственно-эксплуатационному обслуживанию населения;

$q_{cp}$  – средневзвешенная грузоподъемность автомобилей, т;

$K_{II}$  – коэффициент использования пробега автомобилей;

$K_G$  – коэффициент использования грузоподъемности автомобилей;

$T_p$  – расчетное число дней работы автомобильного транспорта в расчетном периоде (год, месяц и т.п.).

Величина  $K_{HG}$  принимается в зависимости от уровня развития района строительства, а именно:

1,45 – для дорог с высоким уровнем производительных сил, наиболее густо населенных, с небольшим расстоянием между населенными пунктами (10 км и менее);

1,30 – для дорог в районах со средним уровнем производительных сил, со средней плотностью населения, с расстоянием между населенными пунктами 10 – 25 км;

1,20 – для дорог в районах со слабым уровнем производительных сил, с малой плотностью населения и редким расположением населенных пунктов – более 25 км друг от друга.

Среднюю грузоподъемность автомобилей определяют по формуле

$$q_{cp} = q_1\alpha_1 + q_2\alpha_2 + \dots + q_n\alpha_n, \quad (1.5)$$

где  $q_1, q_2, \dots, q_n$  – грузоподъемность различных марок автомобилей, т;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  – доля автомобилей различных марок в составе потока грузовых автомобилей.

Средневзвешенные коэффициенты использования грузоподъемности и пробега определяют по аналогичным формулам:

$$\begin{aligned} K_{Г} &= \sum \alpha_i \cdot K_{Г.i}; \\ K_{ПП} &= \sum \alpha_i \cdot K_{ПП.i}. \end{aligned} \quad (1.6)$$

Категорию внутрихозяйственной дороги и основные параметры для ее проектирования принимают по нормативным документам.

Наибольший допустимый продольный уклон проектируемой дороги определяют из условия равномерного движения автомобиля на подъеме. Расчет выполняется для автомобилей заданных марок в задании. Сравнивается с нормативными значениями и принимается для проектирования меньшее значение.

Продольный уклон зависит от рельефа местности. Наибольшие допустимые продольные уклоны дороги определяются ее категорией и эксплуатационными требованиями. Если по дороге предполагается движение большегрузных автомобилей с прицепами, продольные уклоны не должны превышать 70 %. Для улучшения эксплуатационных показателей дорогу всегда стремятся проектировать с возможно меньшими продольными уклонами.

Наибольший допустимый продольный уклон дороги определяется из условия равномерного движения автомобиля на подъеме по формуле:

$$i_{max} = D_{max} - f, \quad (1.7)$$

где  $D_{max}$  – динамический фактор автомобиля при расчетной скорости (коэффициент), определяется по графикам динамических характеристик.

Для автомобилей типа МАЗ можно принять 0,06; для КАМАЗ – 0,06; для ГАЗ – 0,046;

$f$  – коэффициент сопротивления качению принимается в зависимости от типа покрытия (асфальтобетонное 0,01).

Для каждого типа автомобиля определяется динамический фактор, при этом должно выполняться условие обеспечения сцепления с покрытием

$$D_{max} \leq D'. \quad (1.8)$$

Динамический фактор по сцеплению колес автомобиля с покрытием рекомендуется рассчитывать для неблагоприятных условий движения на мокром и загрязненном покрытии по формуле:

$$D' = \varphi \cdot \frac{G_{сц}}{G} - \frac{P_w}{G}, \quad (1.9)$$

где  $\varphi$  – коэффициент сцепления колес автомобиля с покрытием. Для влажно-го, грязного покрытия и неблагоприятных условий движения ( $\varphi = 0,3$ );

$G$  – масса автомобиля в груженом состоянии, т;

$G_{сц}$  – сцепная масса автомобиля,  $(0,65 \dots 0,75)G$ ;

$P_w$  – сила сопротивления воздушной среды, кг:

$$P_w = \frac{K \cdot F \cdot v^2}{13}, \quad (1.10)$$

где  $K$  – коэффициент сопротивления воздуха. Для грузовых автомобилей  $(0,06-0,07)$ ; для автобусов  $(0,04-0,06)$ ; для легковых автомобилей  $(0,025-0,035)$ ;

$F$  – площадь лобовой проекции автомобиля,  $m^2$ ; грузовых  $(3,0-5,5)$ ; автобусов  $(4,5-6,5)$ ; легковых  $(1,4-2,6)$ ;

$v$  – расчетная скорость движения, км/ч.

Проверяется условие сцепления автомобиля с покрытием. За расчетный уклон принимаем меньший.

Расстояния видимости на дорогах определяют по [1., с. 28-29].

Для безопасности движения с требуемой скоростью водитель должен видеть перед собой дорогу на расстоянии, достаточном для своевременной остановки автомобиля перед препятствием или его объезда. Это расстояние называется расчетным расстоянием видимости (рис. 1.1).

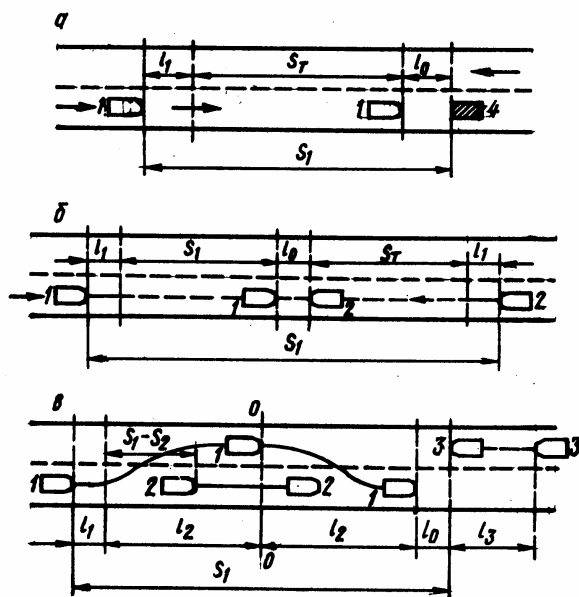


Рис. 1.1. Расчетные схемы к определению видимости:

а – поверхности дороги; б – встречного автомобиля; в – при обгоне легковым автомобилем грузового; 1-3 – автомобили; 4 – препятствие.

Расчетное расстояние видимости поверхности дороги определяют по формуле

$$S_1 = \frac{v \cdot t_p}{3.6} + \frac{K_z \cdot v^2}{254(\varphi_1 \pm i)} + l_{з.б.}, \quad (1.11)$$

где  $v$  – скорость движения автомобиля, принимается равной расчетной для дороги данной технической категории;

$t$  – время реакции водителя и включения тормозов (2,6 с);

$K$  – коэффициент, учитывающий эффективность действия тормозов, величину которого можно принять  $K = 1,3$  для легковых автомобилей и  $K = 1,85$  – для остальных;

$i$  – продольный уклон участка дороги, ‰;

$l_{з.б.}$  – зазор безопасности (5 м).

Расчетное расстояние видимости из условия торможения двух автомобилей, движущихся навстречу друг другу, определяют по формуле

$$S_2 = \frac{v \cdot t_p}{1,8} + \frac{K_z \cdot v^2 \cdot \varphi_1}{127(\varphi_1^2 - i^2)} + l_{з.б.} \quad (1.12)$$

Расчетное расстояние видимости при обгоне грузового автомобиля легковым определяется по следующей формуле

$$S_3 = \left[ \frac{v_1^2 \cdot t_p}{3,6(v_1 - v_2)} + \frac{K_z \cdot v_1 \cdot (v_1 - v_2)}{254 \cdot \varphi_1} + \frac{\left( \frac{K_z \cdot v_2^2}{254 \cdot \varphi_1} + l_{з.б.} \right) \cdot 2 \cdot v_1}{v_1 - v_2} \right] \cdot \left( 1 + \frac{v_2}{v_1} \right), \quad (1.13)$$

где  $v_1, v_2$  – скорости движения легкового и грузового автомобилей, ( $v_2 = 0,7 v_1$ , км/ч).

Как на закруглениях, так и на прямых участках дорог, по местным условиям возможно внезапное появление на дороге людей и животных, например вблизи населенных пунктов, должна быть обеспечена боковая видимость придорожной полосы. Во всех случаях не разрешается посадка деревьев ближе 5 м от кромки проезжей части. Телеграфные столбы, мачты и линии электропередач располагают не ближе 2,5 м.

Боковая видимость вычисляется по формуле

$$S_{бок} = \frac{S_1 v_n}{v}, \quad (1.14)$$

где  $v_n$  – скорость бегущего пешехода, пересекающего дорогу, (10 км/ч);

$v$  – скорость движения автомобиля, км/ч;

$S_1$  – расчетное расстояние видимости поверхности дороги, м.

Наименьшая расчетная видимость регламентируется СНиП и техническими условиями на проектирование.

Радиусы горизонтальных и вертикальных кривых рассчитывают по [1., с. 25-26, 34-35].

Радиус горизонтальной кривой, при котором обеспечивается устойчивое движение автомобиля

$$R = \frac{v^2}{127(0,3 \cdot \varphi \pm i)}, \quad (1.15)$$

где  $v$  – скорость движения автомобиля по данной категории дороги;

$\varphi$  – коэффициент сцепления колес автомобиля с покрытием;

$\varphi = 0,2$  – соответствует мокрому и грязному покрытию;

$i$  – поперечный уклон проезжей части.

При положительном уклоне радиус будет меньше, следовательно, при малых радиусах проезжую часть надо устраивать с уклоном в сторону кривой (+), т.е. делать односкатный.

Наименьшие радиусы вертикальных выпуклых и вогнутых кривых регламентируются строительными нормами.

Минимальный радиус вертикальной выпуклой кривой (м) определяется из условия обеспечения видимости поверхности дороги по формуле

$$R_{\text{вып. min.}} = \frac{S_1^2}{2 \cdot (\sqrt{d_1} + \sqrt{d_2})^2}, \quad (1.16)$$

где  $S_1$  – расстояние видимости поверхности дороги, м;

$d_1$  – высота глаза водителя легкового автомобиля над поверхностью дороги, (1,2 м);

$d_2$  – высота препятствия, (0,2 м).

Рекомендуемый радиус вертикальной выпуклой кривой вычисляется по условию обеспечения безопасности обгона

$$R_{\text{вып. рек.}} = \frac{S_3^2}{2 \cdot (\sqrt{d_1} + \sqrt{H})^2}, \quad (1.17)$$

где  $S_3$  – расчетное расстояние видимости по условию обгона;

$H$  – высота встречного легкового автомобиля, (1,5 м).

Минимальный радиус вертикальной вогнутой кривой (м) определяется из условия недопущения перегрузки рессор по формуле

$$R_{\text{вог. min.}} = \frac{v^2}{13 \cdot a_0}, \quad (1.18)$$

где  $a_0$  – допустимое центробежное ускорение, ( $a_0 = 0,5 \text{ м/с}^2$ ).

Рекомендуемый радиус вертикальной вогнутой кривой определяют из условия обеспечения видимости дороги ночью

$$R_{\text{вог. рек.}} = \frac{S_1^2}{2(h_{\phi} + S_1 \cdot \sin \frac{\alpha}{2})}, \quad (1.19)$$

где  $h_{\phi}$  – возвышение фар над дорогой ( $h_{\phi} = 0,7 \text{ м}$ );

$\alpha$  – угол рассеивания пучка света ( $\alpha = 2^{\circ}$ ).

Расстояние между вершинами разноименных переломов проектной линии – шаг проектирования – на равнинной местности устанавливается для дорог соответствующей категории.

Полученные значения технических параметров проектируемой дороги сводятся в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Технические параметры проектируемой дороги

N п/п	Технические параметры	Един. измер.	Полу- чено по расче- ту	По ТКП	Приня- то в проекте
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.	<p>Расчетный объем грузовых перевозок в месяц «пик»</p> <p>Интенсивность движения:                      годовая среднесуточная;                      месячная среднесуточная;                      приведенная к легковому автомобилю:                      годовая среднесуточная;                      перспективная</p> <p>Категория дороги</p> <p>Расчетная скорость</p> <p>Число полос движения</p> <p>Ширина полосы движения</p> <p>Ширина проезжей части</p> <p>Ширина обочины</p> <p>Ширина земляного полотна</p> <p>Наибольший продольный уклон</p> <p>Расстояние видимости:                      поверхности дороги, <math>S_1</math>                      встречного автомобиля, <math>S_2</math>                      из условия обгона, <math>S_3</math>                      боковой, <math>S_{бок}</math></p> <p>Радиусы кривых:                      горизонтальной, <math>R</math>                      вертикальной выпуклой:                      минимальный, <math>R_{вып. min}</math>                      рекомендуемый, <math>R_{вып. рек}</math>                      вертикальной вогнутой:                      минимальный, <math>R_{вог. min}</math>                      рекомендуемый, <math>R_{вог. рек}</math></p>				

## 2. Проектирование дороги в плане

Внутрихозяйственные дороги и их отдельные участки должны:

- располагаться в комплексе с размещением полей севооборота, садово-ягодных участков, пастбищ, сенокосов и других сельскохозяйственных угодий, усадеб бригад и отделений, полевых станов на основе генеральных, схем развития внутрихозяйственных дорог, а при их отсутствии на основе комплексных перспективных планов социально-экономического развития административных районов, сельскохозяйственных предприятий и организаций, схем и проектов землеустройства и районной планировки административных районов;

- с наибольшим экономическим эффектом обеспечивать производственные, пассажирские и культурно-бытовые перевозки, удобную связь с сельскими населенными пунктами, с существующими и планируемыми автомобильными дорогами общего пользования и путями других видов транспорта;

- максимально использовать благоприятные рельефные, инженерно-геологические и гидрологические условия, обходя по возможности участки с бессточными понижениями, высоким уровнем грунтовых вод;

- отвечать требованиям рационального использования земель и охраны окружающей природной среды, предусматривая мероприятия по предотвращению затопления, затопления или чрезмерного осушения сельскохозяйственных угодий, водной и ветровой эрозии почвы, образования или развития оврагов и оползней, а также других неблагоприятных для сельского хозяйства процессов; учитывать возможность рациональной организации сельскохозяйственного производства, размещение полей севооборота и других сельскохозяйственных угодий, положение лесных полезащитных, водорегулирующих, приовражных и других насаждений, водоемов, направление мелиоративных каналов, линий электропередач и связи, сложившуюся сеть внутрихозяйственных дорог смежных сельскохозяйственных предприятий и организаций.

Площадь сельскохозяйственных угодий, занимаемая внутрихозяйственной дорогой, должна быть минимальной и включать полосу, необходимую для размещения земляного полотна, водоотводных каналов и предохранительных полос шириной 1 м с каждой стороны дороги, откладываемых от подошвы насыпи или бровки выемки либо от внешней кромки откоса водоотводной канавы. В случае, когда для обеспечения устойчивости земляного полотна и дорожной одежды, размещения дорожных сооружений и устройств требуется проведение инженерных мероприятий, связанных с занятием дополнительных площадей, их размер должен устанавливаться и обосновываться проектом.

Около дороги проектируется стоянка для машин. Количество машин на стоянке составляет 2...3 % от расчетной интенсивности воздействия нагрузки автомобилей группы А на дорожную полосу (авт/сут). Стоянка проектируется в плане и в горизонтальной плоскости.

Дороги размещают по возможности вдоль границ хозяйств, полей севооборотов, рек-водоприемников, у истоков открытой регулирующей сети по местам с минимальной залежью торфа, вдоль осушительных каналов всех порядков, кроме каналов с двусторонним впадением дрен. Дороги разного назначения необходимо совмещать. Не следует занимать под дороги ценные угодья.

Строить дорогу по кратчайшему направлению препятствуют элементы рельефа земной поверхности, водные преграды, заповедники и другие препятствия. Не целесообразно также прокладывать дороги по высокоплодородным землям, ценным для сельского хозяйства. К развитию трассы или вынужденному удлинению дороги прибегают на участках, где уклоны местности превышают допустимые для проектируемой дороги продольные уклоны.

Положение геометрической оси дороги на местности называется трассой. Графическое изображение проекции трассы на горизонтальную плоскость, выполненное в уменьшенном масштабе, называют планом трассы.

Изменение направления дороги характеризуется углом поворота – это угол между ее продолжением и последующим направлением трассы. Чтобы обеспечить плавность и требуемую скорость движения, во внутренние углы поворота вписывают круговые и переходные кривые.

### 3. Проектирование продольного И поперечного профиля дороги

Оптимальный вариант трассы дороги выбирается на основании сравнения не менее двух ее вариантов, приведенных на топографическом плане участка местности. Различают три группы показателей, учитываемых при сравнении конкурирующих вариантов дороги: технико-эксплуатационные; экономические; характеризующие условия строительства.

Технико-эксплуатационные показатели:

а) общая длина трассы  $L$ , коэффициент удлинения трассы  $K_y$

$$K_y = L/L_{603}, \quad (3.1)$$

где  $L$  – фактическая длина трассы, км;

$L_{603}$  – длина воздушной линии, км;

б) плавность трассы, которая характеризуется числом углов поворота  $n$  и средним значением угла поворота

$$\alpha_{cp} = \sum \alpha/n, \quad (3.2)$$

в) пологость трассы, определяемая значением принятого при проектировании максимального продольного уклона  $i_{max}$  и общей длиной участков, на которых этот уклон принят;



г) безопасность движения, характеризуемая обеспеченностью видимости дороги в плане и в продольном профиле, числом пересечений других автомобильных, а также железных дорог в одном уровне;

д) бесперебойность движения, о которой судит по наличию или отсутствию пересечений дорог в одном уровне, числу переправ через реки, обходов населенных пунктов или проездов через них;

е) устойчивость трассы, характеризуемая протяженностью участков трассы по болотам, по неустойчивым участкам с осыпями, оползнями, подверженным пучинообразованию и т. п.;

ж) число пересекаемых трассой дороги линий водосливов – лощин и рек.

Экономические показатели: основные объемы работ по устройству земляного полотна, искусственных сооружений, дорожной одежды.

Варианты оценивают по совокупности перечисленных показателей. Сравнить показатели вариантов удобнее, записывая результаты в табл. 3.1.

Пример. Сравним варианты трассы проектируемой дороги [1, рис. 3.2] по технико-эксплуатационным показателям.

Таблица 3.1. Техничко-эксплуатационные показатели вариантов трассы

Показатель	Варианты			
	I	II	I	II
Длина трассы $L$ , км				
Коэффициент удлинения трассы $K_y$				
Число углов поворота $n$				
Средний угол поворота $\alpha_{cp}$				
Рельеф местности				
Число пересекаемых водотоков: лощин (линий водослива-логов) рек				
Протяженность участков, км: неблагоприятных для устойчивости полотна (болота, оползни и др.)				
проходящих в пределах населенных пунктов				
Итого плюсов				

На миллиметровой бумаге выполняют продольный профиль в соответствии с рекомендациями, приведенными в [1, с. 31-37]. Тип поперечного профиля и конструкция земляного полотна принимаются в зависимости от вида грунтов, приведенных в задании [1, с. 37-51] и выполняются эскизы на участках трассы, проходящей в насыпи и в выемке. Водоотвод предусматривают в виде водоотводных канав.

### 3.1. Продольный профиль поверхности земли

Продольным профилем дороги, улицы называют развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость. Продольный профиль характеризует крутизну отдельных участков дороги, измеряемую продольным уклоном, и расположение ее проезжей части относительно поверхности земли. Продольный уклон является одной из важнейших характеристик транспортных качеств автомобильной дороги. Если естественные уклоны местности превышают допустимые для эффективного использования автомобилей, в таких случаях уклон дороги делают более пологим, чем уклон поверхности земли. Для этого срезают часть грунта на подъемах на возвышенность или, наоборот, подсыпают его в местах перехода через пониженные участки рельефа.

Трассу на чертеже продольного профиля изображают в виде проектной (красной) линии, которая для новой дороги соответствует положению линии бровки земляного полотна, а для реконструируемой – в виде линии оси. Линию естественной поверхности земли по оси дороги иногда называют черным профилем. Проектную линию вычерчивают в два раза толще линии поверхности земли, которую наносят на чертеж по данным нивелирования трассы. При проектировании несложных объектов продольный профиль может быть составлен не по крупномасштабному плану (1 : 10 000 и крупнее) с горизонталями. Положение проектной линии получают в результате проектирования трассы в продольном профиле. При этом выявляют крутизну подъемов, и спусков, а также расположение насыпей и выемок.

Если проектная линия проходит над черным профилем, земляное полотно дороги представляет собой насыпь, если под ним – выемку. Разность между отметками проектной и черной линии по одной вертикали называют рабочей отметкой. Если дорога проходит в насыпи, рабочие отметки подписывают выше проектной линии, если в выемке – ниже проектной линии. Обычно продольный профиль строят в условных отметках, которые проставляют в сетке профиля с точностью до двух значащих цифр после запятой ( $\pm 0,01$  м).

Переломы продольного профиля, образующиеся при изменении уклона, вызывают ряд неудобств, для движения: выпуклые места на дороге ограничивают видимость расположенного впереди участка дороги, а на переломах, имеющих сравнительно малый радиус кривизны, при высоких скоростях возникает опасность потери управления автомобилем, в связи с разгрузкой передней оси; на вогнутых переломах из-за внезапного изменения направления движения возникает толчок неприятный для пассажиров и перегружающий подвеску автомобиля. Поэтому переломы продольного профиля смягчают введением сопрягающих вертикальных кривых.

Продольный уклон зависит от рельефа местности. Наибольшие допустимые продольные уклоны дороги определяются ее категорией и эксплуатационными требованиями. Если по дороге предполагается движение большегрузных автомобилей с прицепами, продольные уклоны не должны превышать 70 ‰. Для улучшения эксплуатационных показателей дорогу всегда стремятся проектировать с возможно меньшими уклонами.

В приложении 11 приведено оформление продольного профиля.

### **3.2. Нанесение проектной линии**

Проектную линию вычерчивают в два раза толщи линии поверхности земли, которую наносят на чертеж по данным нивелирования трассы. Положение проектной линии получают в результате проектирования трассы в продольном профиле. При этом выявляют крутизну подъемов и спусков, а также расположение насыпей и выемок.

Если проектная линия проходит под профилем, земляное полотно дороги представляет собой выемку, если над – насыпь. Разность между отметками проектной и черной линии по одной вертикали называются рабочими отметками.

Переломы продольного профиля, образующимися при изменении уклонов, выявляют ряд недостатков для движения: ограничивают видимость расположенной впереди участка дороги, а по проломам, имеющим сравнительно малый радиус кривизны при малых скоростях движения, возникает опасность потери управления автомобилем в связи с разгрузкой проезжей оси.

### **3.3. Тип поперечного профиля (насыпь, выемка) и конструкция земляного полотна**

Поперечный профиль – разрез дороги вертикальной плоскостью перпендикулярно к ее продольной оси. Включает в себя следующие элементы:

а) проезжая часть – главный конструктивный элемент, обеспечивающий движение транспорта определенной грузоподъемности с определенной скоростью;

б) обочина – боковая полоса, примыкающая к проезжей части, служащая опорой для дорожной одежды и позволяющая повышать безопасность движения, предназначенная для вынужденной остановки автомобиля;

в) водоотводные сооружения – продольные каналы, расположенные по краям земляного полотна и сопрягаемые с откосами;

г) обрезы – полосы между отводящими сооружениями и границами полос отвода (устройство мест отдыха, объездные пути);

д) кювет – резерв, уширенный элемент, устраиваемый для сведения насыпи;

е) резерв – отличается от кювета устройством между откосами насыпи и резерва бермы полосы шириной не менее 1 метр;

ж) полоса отвода – участок земли, на котором размещают все перечисленные элементы дороги и дорожные сооружения;

Основные элементы земляного полотна:

верхняя часть земляного полотна (рабочий слой) – зона, ограниченная по высоте снизу глубиной, равной  $2/3$  глубины промерзания, но не менее 1,5 м, считая от верха покрытия; для выемок, участков с нулевыми отметками или низких насыпей в рабочий слой могут входить грунты в природном залегании с ненарушенной структурой;

откосная часть – зоны, ограниченные поверхностями откосов и вертикалями, проходящими через бровки насыпей или выемок; снизу откосные зоны ограничены основанием насыпи или выемки;

ядро насыпи – зона, расположенная ниже рабочего слоя и ограниченная снизу основанием насыпи, а с боков – вертикалями, проходящими через бровки насыпи;

основание насыпи – зона, расположенная под насыпью в пределах естественной грунтовой толщи; мощность основания, принимаемая в расчет, устанавливается в зависимости от инженерно-геологических условий, в частности от свойств грунтов, но не менее ширины насыпи по низу;

основание выемки – зона, расположенная ниже нижней границы рабочего слоя; мощность основания, учитываемая при проектировании, устанавливается в зависимости от инженерно-геологических условий грунтового массива и может достигать размера, равного заложению откоса.

В состав земляного полотна входят также система поверхностного водоотвода и различного типа специальные удерживающие и поддерживающие конструкции, предназначенные для обеспечения устойчивости самого земляного полотна или склонов, на которых оно располагается.

Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и стабильным, т.е. его элементы не должны разрушаться или давать деформации, недопустимые с позиций нормальных условий эксплуатации дороги с учетом условий и срока ее службы.

Для обеспечения устойчивости различных элементов земляного полотна предусматриваются соответствующие мероприятия, создающие устойчивость данного элемента. В число таких мероприятий входят: выбор соответствующих грунтов для насыпей; обеспечение правильного расположения и требуемой степени уплотнения грунта; защита грунта от источников увлажнения устройством дренажей, гидроизоляции и т.д. ; защита от опасных температурных воздействий, эрозии, волновых воздействий, правильное назначение геометрических параметров, конструкций поперечного сечения, а также высоты насыпей и глубины выемок. Указанные мероприятия необходимо про-

водить комплексно с учетом местных условий, категории дороги, типа покрытия и др.

Земляное полотно устраивают в виде насыпей или в выемках. Высота насыпей или глубина выемок определяется в результате проектирования продольного профиля. Наиболее рациональное решение при сложном рельефе получают при проектировании продольного профиля вместе с земляным полотном.

## **4. Дорожная одежда для внутрихозяйственной автомобильной дороги**

### **4.1. Методика расчета дорожных одежд**

Дорожные одежды на прочность рассчитывают по трем критериям: сопротивлению сдвигу в грунтах и слоях из слабосвязных материалов; сопротивлению растяжению при изгибе монолитных слоев; сопротивлению упругому прогибу всей конструкции.

Допускается не рассчитывать по упругому прогибу дорожные одежды, предназначенные для движения особо тяжелых транспортных средств с нагрузкой на ось, равной или превышающей 120 кН.

Последовательность расчета по критериям прочности может быть любая. Однако методически целесообразно при перспективе большой интенсивности воздействия нагрузок и малой влажности грунтов ( $W < 0,7W_m$ ) начинать расчеты по упругому прогибу, а при малых интенсивностях воздействия нагрузок и высокой влажности грунтов – по сдвигу в грунте.

Капитальную дорожную одежду на воздействие подвижной нагрузки рассчитывают по всем трем критериям при высоком уровне надежности, а облегченные – также на воздействие подвижных нагрузок по трем критериям, но с уменьшенным допускаемым уровнем надежности по сравнению с капитальными одеждами.

Одежды с покрытиями переходного типа – щебеночными, гравийными и из других прочных минеральных материалов, а также из грунтов и малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими, мостовые из булыжного и колотого камня рассчитывают на воздействие подвижных нагрузок только по двум критериям – сдвигу в грунте и упругому прогибу при соответствующем допускаемом уровне надежности.

Расчет дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу.

Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию упругого прогиба, если

$$K_{np} \leq E_{общ}/E_{mp}, \quad (4.1)$$

где  $K_{np}$  – коэффициент прочности дорожной одежды;

$E_{общ}$  – общий модуль упругости конструкции, МПа;

$E_{mp}$  – требуемый модуль упругости конструкции с учетом капитальности одежды, типа покрытия и интенсивности воздействия нагрузки, МПа.

Порядок расчета дорожной одежды по допускаемому упругому прогибу (требуемому модулю упругости) можно представить в виде следующей схемы:

1. Определяют значение коэффициента прочности.

Дорожную одежду необходимо рассчитывать с учетом надежности, под которой подразумевают вероятность безотказной работы конструкции в течение всего периода между капитальными ремонтами. Отказ – это такое состояние одежды и соответствующий ему коэффициент прочности, при которых требуется проведение капитального ремонта ранее срока, установленного действующими нормами. Количественным показателем служит уровень надежности, представляющий собой отношение протяженности прочных, не требующих капитального ремонта конструкций к общей протяженности участка с данным значением запаса прочности.

Для основных случаев проектирования допустимый (требуемый) уровень надежности, определяющий минимальное значение коэффициента прочности, которое дорожная одежда должна иметь к концу срока службы между капитальными ремонтами, нормирован в зависимости от категории дороги, капитальности одежды и типа покрытия (табл. 4.1). При уровне надежности, отличающемся от указанных значений, минимальный коэффициент прочности следует принимать по графику (рис. 4.1).

Таблица 4.1. Значения коэффициентов надежности  $K_n$  и прочности  $K_{np}$  в зависимости от категории дороги, типа одежды и покрытия

Тип одежды и покрытия	Категория дороги	Коэффициент надежности	Коэффициент прочности
Капитальный с усовершенствованным покрытием	I, II, III-п, I-с,	0,95	1
	III, IV-п, II-с	0,9	0,94
Облегченный с усовершенствованным покрытием	III, IV, IV-п, II-с	0,85	0,9
Переходный	IV, V, II-с, III-с	0,6	0,63

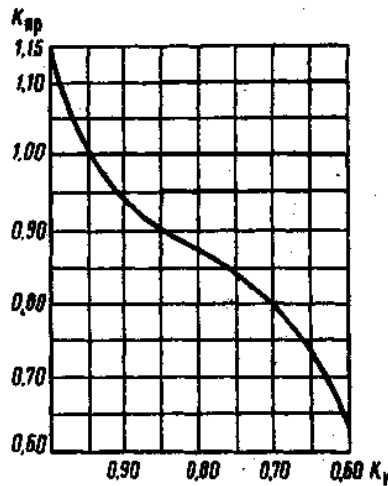


Рис. 4.1. Зависимость коэффициента прочности от уровня надежности.

2. Назначают требуемый модуль упругости конструкции по расчетной приведенной интенсивности воздействия нагрузки на одну полосу с учетом капитальности одежды.

Требуемый модуль упругости определяют по графику, построенному по результатам статистической обработки экспериментальных данных (рис. 4.2).

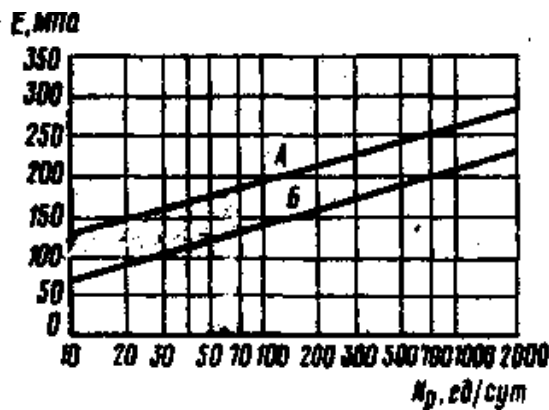


Рис.4.2. График для определения требуемого модуля упругости.

В качестве параметров, характеризующих нагрузки, действующие на дорожную одежду, и повторяемость этих нагрузок, следует учитывать:

воздействие неподвижного транспортного средства, причем пользоваться средним расчетным давлением колеса и расчетным диаметром круга, равновеликого следу колеса неподвижного транспортного средства;

воздействие движущегося транспортного средства, пользуясь давлением, расчетным диаметром следа колеса движущегося транспортного средства, а также приведенной расчетной интенсивностью воздействия нагрузки.

Для дорог по которым в наиболее неблагоприятный для работы одежды период года предусматривают систематическое движение двусосных автомобилей с наибольшей статической нагрузкой на ось 100 кН, трехосных – 80, автобусов – 110 кН, в качестве расчетной принимают нормированную нагрузку для транспортных средств группы А (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Расчетные нагрузки на ось автомобилей

Показатель	Транспортное средство	
	автомобиль	автобус
Номинальная статическая нагрузка на ось, кН	100/60	110/70
Нормированная нагрузка, передаваемая дорожной одежде колесом автомобиля, кН:		
неподвижного $Q_{н.нор}$	50/30	50/35
движущегося $Q_{д.нор}$	65/39	72/46
Среднее расчетное давление колеса на покрытие $p$ , МПа	0,6/0,5	0,6/0,5
Расчетный диаметр следа колеса автомобиля, см:		
неподвижного $D_n$	33/28	34/30
движущегося $D_д$	37/32	39/34

Примечания: 1. Числитель – для автомобилей и автобусов группы А, знаменатель – группы Б. 2. Нормированные нагрузки, указанные для автобусов, принимают за расчетные, если число последних в составе грузового и автобусного движения составляет более 5 %. 3. Если в составе движения на проектируемой внутрихозяйственной дороге предусматривают автомобили или другие транспортные средства с нагрузкой на ось, превышающей нормированную более чем на 20 % (для группы А или Б), и число их превышает 5 %, то эту нагрузку принимают за расчетную. 4. При проектировании дорожных одежд для прохождения многоколесных специализированных транспортных средств, а также при определении возможности их единичных проездов по существующей дороге в качестве расчетной принимают наибольшую эквивалентную нагрузку  $Q_n^{(э)}$  с параметрами  $p$  и  $D_э$ .  $Q_n^{(э)}$ , учитывая влияние на одежду колес данной оси и соседних осей, расположенных одна от другой на расстоянии менее 2,5 м.

Для дорог IV и V категорий, городских улиц и дорог местного значения, промышленных, сельскохозяйственных и других, по которым предусматривают проезд главным образом двусосных автомобилей с наибольшей статической нагрузкой на ось 60 кН, трехосных – 50, автобусов – 70 кН, в качестве расчетной принимают нормированную нагрузку для транспортных средств группы Б.



Если же в наиболее неблагоприятный период года по дорогам IV и V категорий, а также по дорогам сельскохозяйственных и других предприятий предусматривают систематическое движение автомобилей группы А, то в качестве расчетной принимают нормированную нагрузку от колеса наиболее нагруженной оси автомобиля этой группы.

При расчете на прочность одежд автомобильных дорог и городских улиц учитывают перспективную интенсивность движения по ним автомобилей разных марок в двух направлениях, которую приводят к эквивалентной интенсивности воздействия расчетной нагрузки на одну полосу проезжей части.

Независимо от данных, полученных по графику, требуемый модуль упругости не должен быть меньше указанного в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Минимальные значения требуемого модуля упругости в зависимости от категории дороги и типа одежды, МПа

Категория дороги	Расчетная приведенная интенсивность воздействия нагрузки на полосу, авт/сут	Тип одежды		
		капитальный	облегченный	переходный
I	500	230	-	-
II	250	220	180	-
III	70	180	160	-
IV	(70)	-	125	65
V	(50)	-	100	50

Примечание: В скобках – для автомобильной дороги группы Б, без скобок – группы А.

3. Назначают предварительно толщины верхних слоев дорожной одежды из материалов, содержащих органическое вяжущее, и требуемому модулю упругости. Общую толщину верхних слоев из материалов, содержащих органическое вяжущее, ориентировочно назначают в зависимости от требуемого модуля упругости по табл. 4.4.

Таблица 4.4. Толщина верхних слоев дорожной одежды в зависимости от требуемого модуля упругости

Модуль упругости, МПа	До 125	125...180	180...220	220...250	250...300
Толщина слоя, см	4...6	6...8	8...10	10...13	13...16

Согласно нормативным документам независимо от результатов расчета на прочность минимальная толщина покрытия (с учетом запаса на износ) и дру-

гих конструктивных слоев одежды в уплотненном состоянии должна быть не менее приведенных в табл. 4.5.

Таблица 4.5. Минимальная толщина слоя покрытия

Тип дорожного покрытия	Толщина слоя покрытия, см
Асфальтобетон (дегтебетон):	
крупнозернистый	6...7
мелкозернистый	3...5
песчаный	3...4
холодный	3
Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическими вяжущими	8
Щебень, обработанный методом пропитки	8
Щебеночные (гравийные) материалы, не обработанные	15
вяжущими, на песчаном основании	
То же, на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта)	8
Грунты и малопрочные каменные материалы, обработанные органическими, комплексными или неорганическими вяжущими	10
Грунт повышенной прочности	50

Примечания: 1. Большие значения толщин асфальтобетонных покрытий даны для дорог I, II категорий, меньшие – III, IV категорий. 2. Когда по условиям воздействия нагрузок требуемая общая толщина асфальтобетонных слоев покрытия и основания меньше суммы двух минимально-конструктивных толщин, целесообразна замена покрытия и верхнего слоя основания одним слоем большей, чем указано выше, толщины, устанавливаемой расчетом. Толщина этого слоя должна превышать размер наиболее крупных частиц каменных материалов не менее чем в 1,5 раза (кроме слоев, устраиваемых по методу пропитки).

4. Устанавливают расчетные характеристики грунта земляного полотна и материалов конструктивных слоев дорожной одежды. Вначале определяют расчетную влажность грунта по формуле:

$$W_p = W(1 + t \cdot V_w), \quad (4.2)$$

где  $W_p$  – расчетная влажность грунта при заданном уровне надежности;

$W$  – средняя влажность грунта, доли  $W_T$ ;

$t$  – коэффициент нормативного отклонения, принимаемый в зависимости от заданного уровня проектной надежности конструкции (табл. 4.6);

$V_w$  – коэффициент вариации влажности,  $V_w=0,1$ .

Таблица 4.6. Значение коэффициента нормативного отклонения

Коэффициент надежности, $K_H$	0,60	0,85	0,90	0,95
Коэффициент нормативного отклонения, $t$	0,26	1,06	1,32	1,71

Принимают по таблицам прил. 1, 2 с учетом влажности грунта (прил. 3) модуль упругости грунта активной зоны земляного полотна. Характеристики дорожно-строительных материалов принимают по прил. 4...10.

5. Находят по номограмме (рис.4.3) с учетом схем пользования ее (рис. 4.4, 4.5), модуль упругости на поверхности основания:

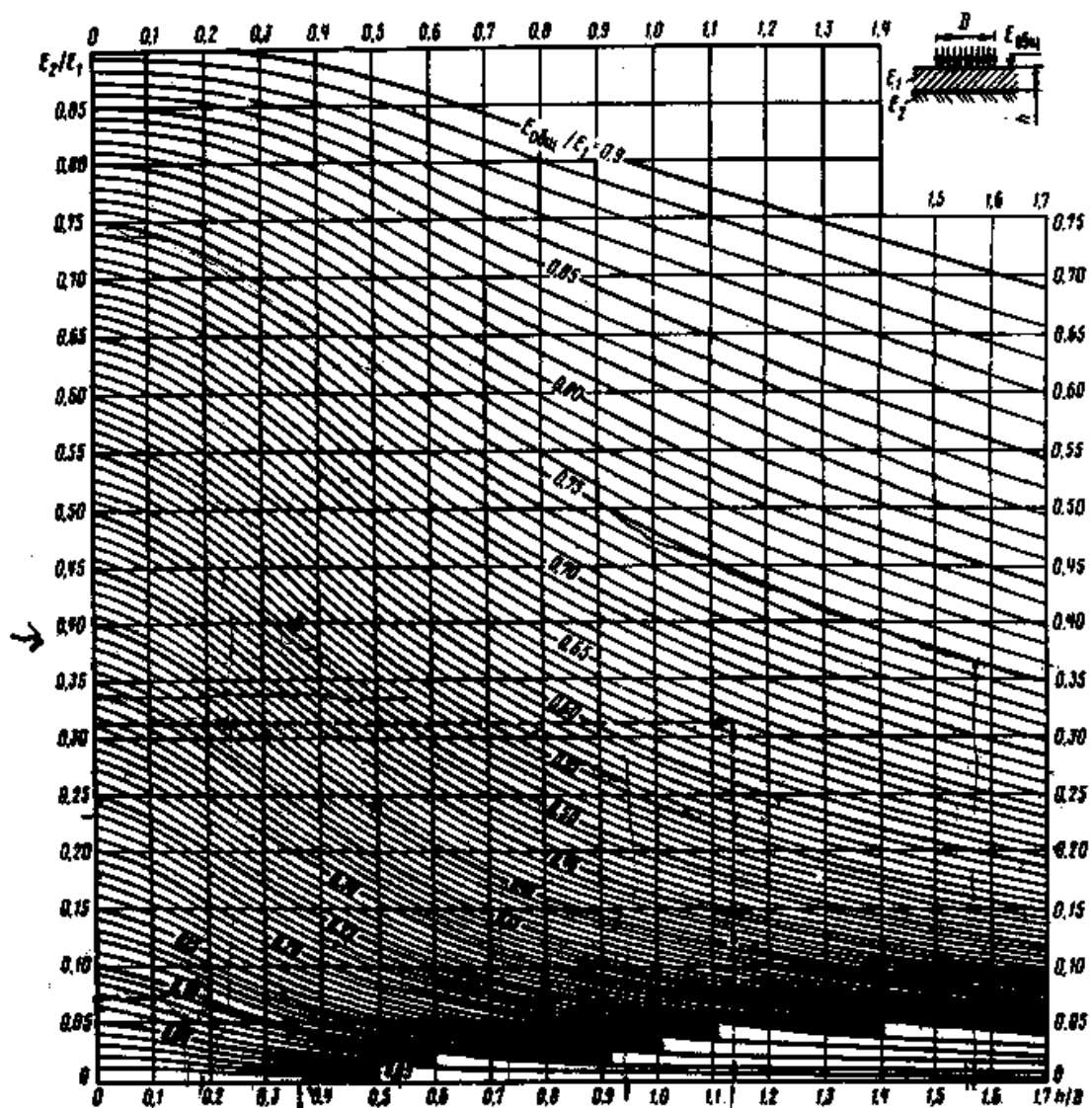


Рис. 4.3. Номограмма для определения общего модуля упругости  $E_{общ}$  двухслойной системы.

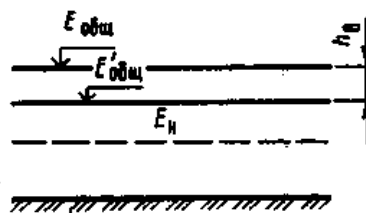


Рис.4.4. Схема к расчету дорожной одежды по номограмме (см. рис. 1), где каждый слой последовательно рассматривают как верхний слой со своим  $E_в$ , а всю нижележащую конструкцию соответственно для каждого слоя – как нижний слой  $E_н$  при двухслойном полупространстве.

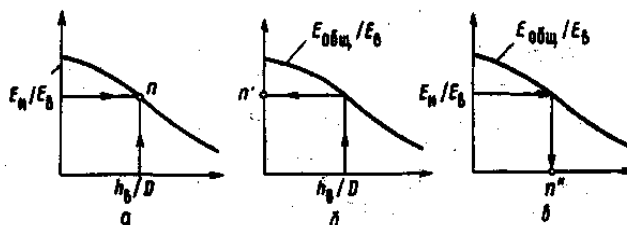


Рис. 4.5. Схемы для получения определяемых значений по номограмме (см. рис. 2): а – при расчете снизу вверх; б – то же, сверху вниз; в – при определении толщины слоя: а –  $n = E_{общ}/E_в$ , откуда  $E_{общ} = nE_в$  (зная отношения  $h/D$

и  $E_н/E_в$ , находим  $E_{общ} = nE_в$ ); б –  $n' = E'_{общ}/E_в$ , откуда  $E'_{общ} = n'E_в$  (зная отношения  $h/D$  и  $E_{общ}/E_в$ , находим  $E'_{общ} = n'E_в$ ); в –  $n'' = h_в/D$ , откуда  $h_в = n''D$ , (зная отношения  $E_н/E_в$  и  $E_{общ}/E_в$ , находим  $h_в = n''D$ ).

если основание однослойное, то по модулям упругости на поверхности основания, материалу основания и грунта земляного полотна по той же номограмме (рис. 4.3), определяют толщину основания;

если по конструктивным или технологическим соображениям, а также по условиям осушения или обеспечения необходимой морозоустойчивости и т. п. предусмотрено основание из нескольких слоев, то предварительно находят толщину дополнительных слоев, а затем послойно снизу вверх по номограмме модуль упругости на поверхности дополнительного слоя (морозозащитного, теплоизоляционного, дренирующего или другого), после чего аналогично определяют толщину остальной части основания;

расчет можно вести снизу вверх с последовательным определением модулей упругости на поверхности конструктивных слоев.

Расчет дорожных одежд по сдвигу в грунте земляного полотна.

Дорожную одежду, проектируют так, чтобы под действием кратковременных или длительных нагрузок в подстилающем грунте не возникали остаточные деформации, вызванные пластическими смещениями.

Сдвиг в грунте, МПа, земляного полотна не возникает, если

$$K_{np} \leq T_{дон}/T; \quad (4.3)$$

где  $K_{np}$  – минимальный коэффициент прочности, определяемый по графику (см. рис. 4.1) с учетом заданного уровня надежности;

$T_{дон}$  – допускаемое напряжение сдвига, обусловленное сцеплением в грунте, МПа;

$T$  – активное напряжение сдвига в грунте от действующей кратковременной или длительной нагрузки, МПа.

По сдвигу в грунте земляного полотна одежды рассчитывают методом последовательного приближения. Порядок расчета следующий:

1. Многослойную дорожную конструкцию можно приводят к двухслойной расчетной модели, в которой нижним слоем служит подстилающий грунт, а верхний слой имеет толщину, равную сумме толщин слоев дорожной одежды (рис. 4.6);

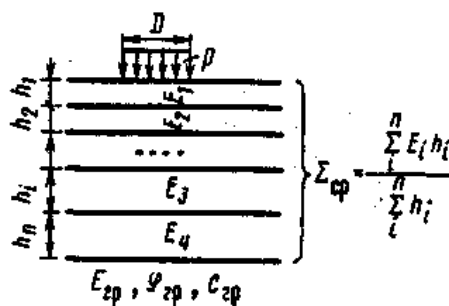


Рис. 4.6. Схема приведения многослойной конструкции к двухслойной при расчете на сдвиг дорожной одежды по поверхности грунта земляного полотна.

2. Определяют средний модуль упругости многослойной конструкции дорожной одежды

$$E_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad (4.4)$$

где  $E_{cp}$  – средний модуль упругости, МПа;

$n$  – число слоев дорожной одежды;

$E_i$  – модуль упругости  $i$ -го слоя, МПа;

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя, м.

3. Для одежды, приведенной к двухслойной модели, находят отношения

$$E_{cp}/E_{zp} \text{ и } \sum_{i=1}^n h_i/D, \quad (4.5)$$

где  $E_{cp}$  – средний модуль упругости одежды, МПа;

$E_{zp}$  – модуль упругости грунта, МПа;

$\sum_{i=1}^n h_i$  – общая толщина дорожной одежды, м;

$D$  – расчетный диаметр нагруженной площади, м.

4. Определяют активное напряжение сдвига в грунте

$$T = \tau_n + \tau_s, \quad (4.6)$$

где  $T$  – активное напряжение сдвига в грунте, МПа;

$\tau_n$  – активное напряжение сдвига от временной нагрузки, МПа;

$\tau_s$  – то же, от собственного веса дорожной одежды, МПа.

Активное напряжение сдвига в грунте от временной нагрузки определяется по формуле

$$\tau_n = p \cdot \tau_{n0}, \quad (4.7)$$

где  $\tau_{n0}$  – активное напряжение сдвига от временной нагрузки, МПа;

$p$  – действующая нагрузка, МПа;

$\tau_{n0}$  – удельное активное напряжение сдвига, МПа.

Удельное активное напряжение сдвига определяют (от единичной нагрузки) по номограмме (рис. 4.7), связывающей относительную толщину одежды  $\sum_{i=1}^n h_i / D$  (верхняя горизонтальная шкала), отношение модулей упругости верхнего и нижнего слоев  $E_{cp} / E_{zp} = E_1 / E_2$  (кривые на номограмме), угол  $\varphi_{zp}$  внутреннего трения грунта (лучи на номограмме) и максимальное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки в нижнем слое (нижняя горизонтальная шкала). Для малых значений дана деталь основной номограммы (рис. 4.8).

Активное напряжение сдвига в грунте от собственного веса дорожной одежды также находят по номограмме (рис. 4.9) в зависимости от общей толщины одежды (горизонтальная ось) угла внутреннего трения грунта (лучи). Тогда действующая в грунте напряжение сдвига  $T = p \cdot \tau_n \cdot \tau_s$ .

5. Допускаемое напряжение сдвига в грунте

$$T_{дон} = c_{zp} k_1 k_2 k_3, \quad (4.8)$$

где  $T_{дон}$  – допускаемое напряжение сдвига в грунте, МПа;

$c_{zp}$  – сцепление в грунте активной зоны земляного полотна в расчетный период, МПа;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий снижение сопротивления грунта сдвигу под агрессивным действием подвижных нагрузок, колебаний и т. д. (при расчете на действие кратковременных нагрузок принимают  $k_1 = 0,6$ , при длительном действии нагрузок с малой повторимостью  $k_1 = 0,9$ );

$k_2$  – коэффициент запаса на неоднородность условий работы конструкции, связанный с недоучетом неблагоприятных природных особенностей, технологических и других причин, коэффициент  $k_2$  определяют по графику (рис. 4.10);

$k_3$  – коэффициент, учитывающий особенности работы грунта в конструкции.

Значения  $k_3$  с учетом характера грунта земляного полотна принимают по табл. 4.7.

Таблица 4.7. Значения коэффициента, учитывающего особенности работы грунта в конструкциях

Вид грунта	K <sub>3</sub>
Пески:	
крупные	7
средней крупности	6
мелкие	5
пылеватые, супеси крупные	3
Глинистые (глины, суглинки, супеси, кроме крупной)	1,5

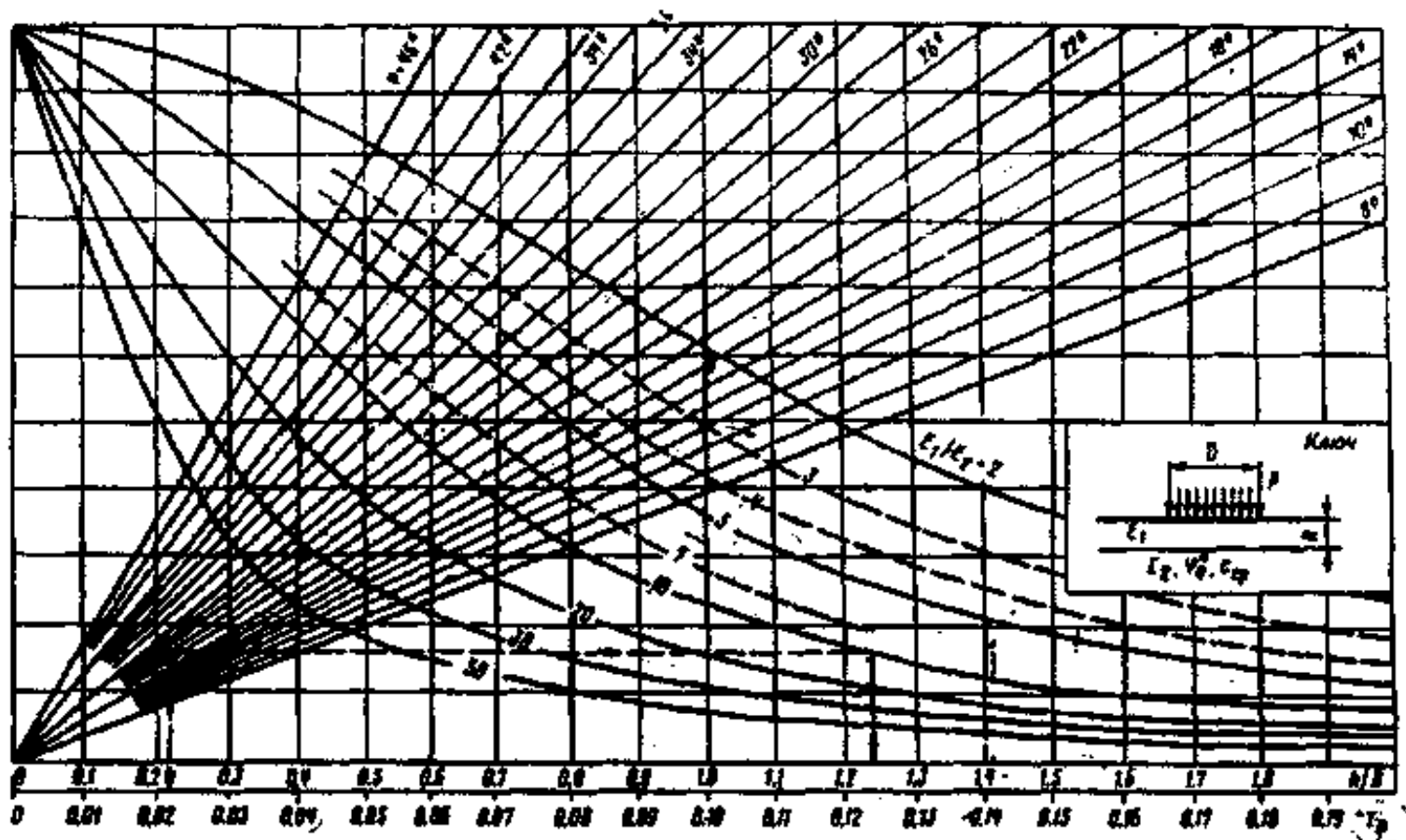


Рис. 4.7. Номограмма для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при  $h/D = 0 \dots 2$ ).



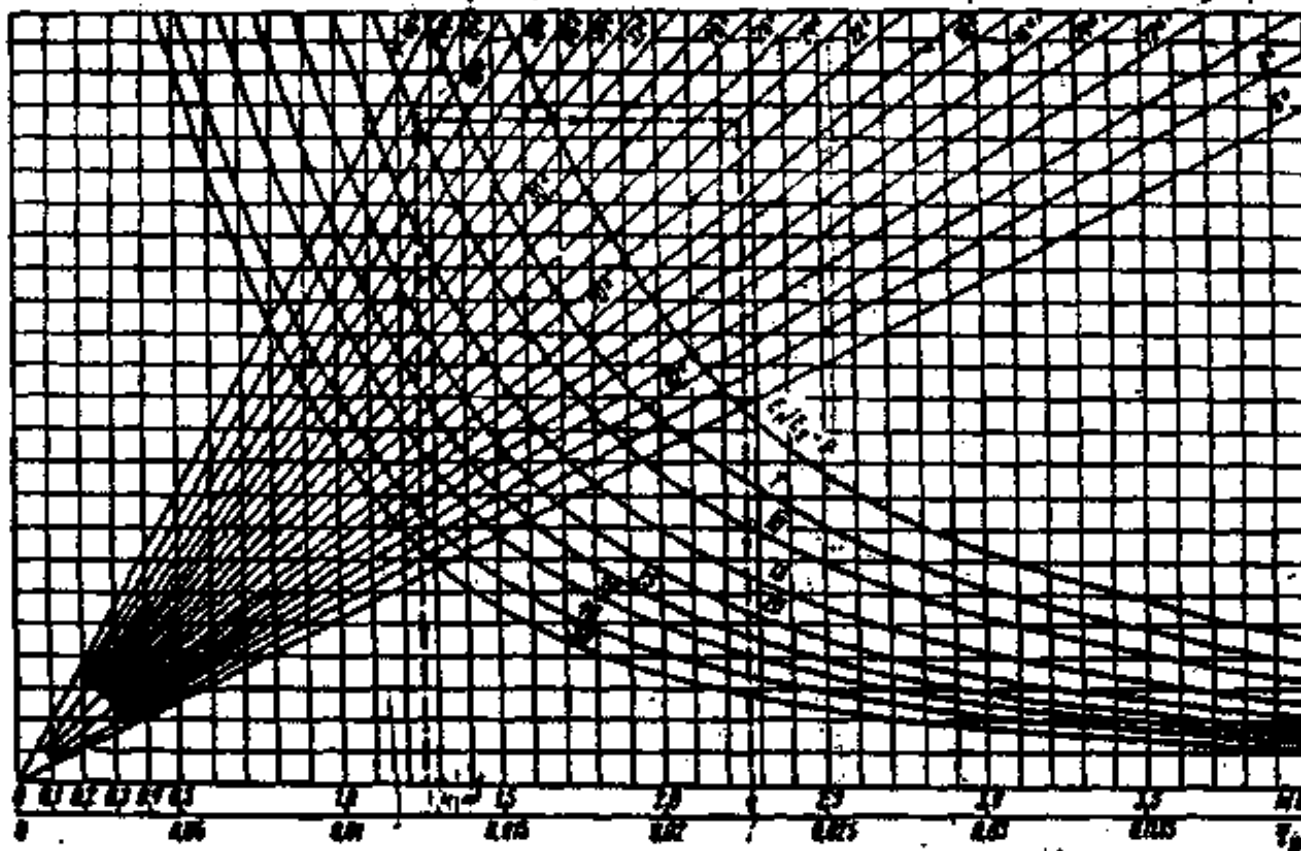


Рис. 4.8. Деталь номограммы для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при  $h/D = 0 \dots 4$ ).

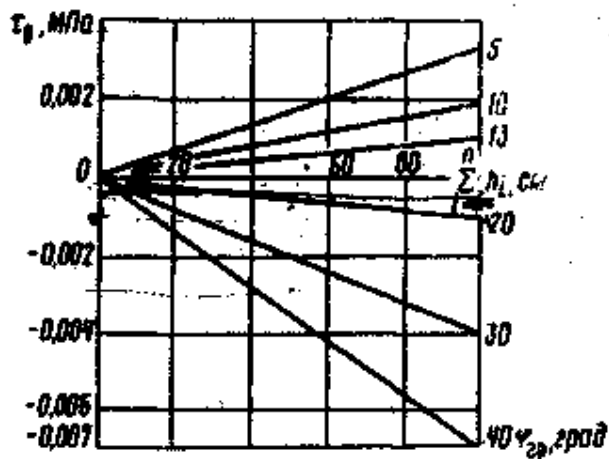


Рис. 4.9 Номограмма для определения активного напряжения сдвига в грунте от собственного веса дорожной одежды.

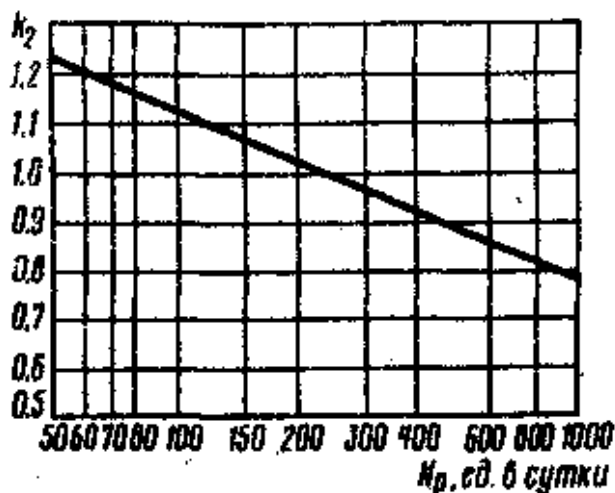


Рис. 4.10. Зависимость коэффициента, который учитывает повторность нагружения для материалов и грунтов, рассчитываемых по сдвигу, от расчетной приведенной интенсивности воздействия нагрузки.

Допускаемое напряжение сдвига сравнивают с действующим напряжением на всех стадиях последовательного приближения. Условия прочности по сдвигу в грунте считают выполненными, если  $T_{дон}/T \geq K_{np}$ . Если  $K_{np} > T_{дон}/T$ , то толщину какого-либо одного слоя или нескольких слоев одежды увеличивают и тем самым увеличивают ее общую толщину или заменяют материал какого-либо слоя одежды.

**Расчет монолитных слоев на растяжение при изгибе.** В монолитных слоях дорожной одежды (из асфальтобетона, дегтебетона, материалов и грунтов, укрепленных комплексными и неорганическими вяжущими, и др.) напряжения, возникающие при изгибе под действием повторных кратковременных, нагру-

зок, не должны вызывать нарушения структуры материала и приводить к образованию трещин, т. е. должно быть обеспечено условие

$$K_{np} \leq R_u / \sigma_r, \quad (4.9)$$

где  $K_{np}$  – требуемый коэффициент прочности с учетом заданного уровня надежности;

$R_u$  – предельно допускаемое растягивающее напряжение материала слоя с учетом усталостных явлений, МПа;

$\sigma_r$  – максимальное растягивающее напряжение в рассматриваемом слое, устанавливаемое расчетом, МПа.

Покрытие или эквивалентный монолитный слой рассчитывают на растяжение при изгибе в следующем порядке:

1. Вычисляют  $h_i/D$  при однослойном покрытии или  $\sum h_i, a/D$  (асфальтобетонное покрытие на основании из асфальтобетонных слоев), а затем по формуле (4.4) находят средний модуль упругости пакета слоев.

2. Определяют по номограмме (рис. 4.3) путем последовательного расчета слоев снизу вверх (как указывалось выше) общий модуль упругости на поверхности подстилающего асфальтобетон основания  $E_{об.осн.}$ .

3. Находят по отношениям  $E_1/E_{об.осн.}$  или  $E_{ср.д}/E_{об.осн.}$  и  $h_1/D$  или  $\sum h_{i,d}/D$  по номограмме (рис. 4.11) растягивающее напряжение  $\sigma_r$  в рассчитываемом слое от единичной нагрузки.

Номограмма связывает относительную толщину покрытия  $h_i/D$  (горизонтальная ось) и отношение модуля упругости его материала к общему модулю на поверхности основания  $E_1/E_{об.осн.}$  (кривые) с максимальным растягивающим напряжением при изгибе от местной нагрузки, равной 1 МПа (вертикальная ось). Диаметр круга, равновелико площади контакта колеса с покрытием, принимают по табл. 4.2. Номограмма составлена для наиболее опасного случая, когда не обеспечено достаточное сцепление покрытия с основанием.

При расчете на изгиб слоев асфальтобетонного основания, подстилающего асфальтобетонное покрытие, следует весь пакет слоев из асфальтобетонов принимать за один эквивалентный слой. Модуль упругости этого слоя толщиной, равной общей толщине пакета, необходимо определять по формуле 3.4, а рассчитывать на удовлетворение неравенства 3.9 – в нижнем слое.

Полное растягивающее напряжение, МПа,

$$\sigma_r = \sigma_r p K_{\sigma}, \quad (4.10)$$

где  $p$  – среднее расчетное давление на покрытие (табл. 5), МПа;

$K_{\sigma}$  – коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия под колесом автомобиля со спаренными баллонами; обычно  $K_{\sigma} = 0,85$ , но при расчете покрытий на особые нагрузки (однобаллонное колесо)  $K_{\sigma} = 1$ .

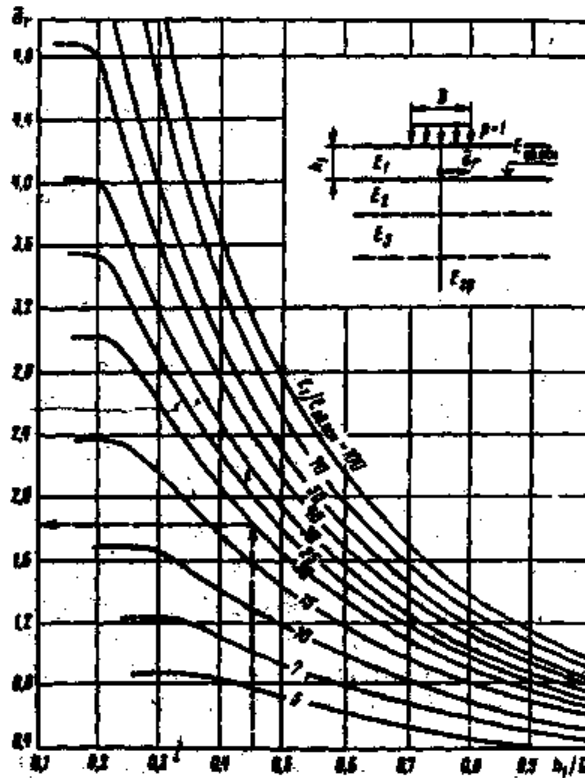


Рис. 4.11. Номограмма для определения растягивающего напряжения при изгибе от единичной нагрузки в верхнем монолитном слое.

Определяют допускаемое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона

$$R_{дон} = R_p, \quad (4.11)$$

где  $R_p$  – расчетное сопротивление растяжению при изгибе с учетом повторности приложения нагрузок, МПа.

Для асфальто- или дегтебетона

$$R_p = R(1 - tV_R)K_yK_m, \quad (4.12)$$

где  $R$  – среднее значение сопротивления асфальтобетона растяжению при изгибе (прил. 5), МПа;

$t$  – коэффициент нормативного отклонения, принимаемый в зависимости от заданного уровня проектной надежности конструкции, принимается по табл. 4.9;

$V_R$  – коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе асфальтобетона, равный 0,1;

$K_y$  – коэффициент усталости, учитывающий повторность нагружения (от расчетной приведенной интенсивности движения на полосу), определяемый по графику (рис. 4.12);

$K_m$  – коэффициент снижения прочности от воздействия природно-климатических факторов, его назначают: для асфальтобетона марок I и II

на щебне изверженных пород  $K_m = 1$ , для марки III  $K_m = 0,8$ , для смесей на щебне осадочных пород и гравийных материалов марки I  $K_m = 0,9$  и марок II и III –  $0,7$ , для дегтебетонов  $K_m = 0,7$ .

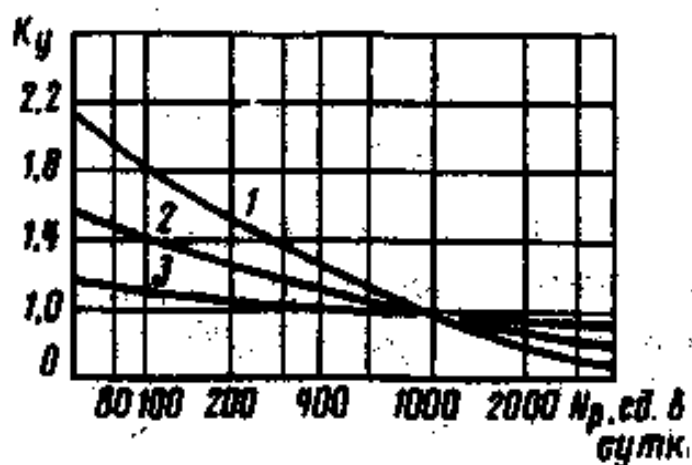


Рис. 4.12. Зависимость коэффициента усталости, учитывающего повторность нагружения, от расчетной приведенной интенсивности воздействия нагрузки на полосу: 1 – для асфальтобетона на битумах БНД130/200, БНД200/300 высокопористых асфальтобетонов и дегтебетонов; 2 – для плотных пористых асфальтобетонов на битумах БНД40/60, БНД60/90 и БНД90/130; 3 – для материалов и грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими.

В пакете асфальтобетонных слоев за расчетное допускаемое растягивающее напряжение принимают значение, характерное для материала нижнего слоя. Затем проверяют соотношение (4.9), если  $R_{дон}/\sigma_r \geq K_{np}$ , то конструкцию считают удовлетворяющей требованиям прочности на растяжение при изгибе. В противном случае требуется корректировка толщины слоев.

Значения модуля упругости, угла внутреннего трения и удельного сцепления глинистых грунтов и пылеватых песков

Влажность грунта $W$ , доли $W_T$	Грунт и обозначение его характеристики											
	супесь легкая			песок пылеватый			суглинок легкий и тяжелый, глина			супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый		
	$E_{гр}$ , МПа	$\varphi_{гр}$ , град	$\varphi_{гр}$ , град	$E_{гр}$ , МПа	$\varphi_{гр}$ , град	$\varphi_{гр}$ , град	$E_{гр}$ , МПа	$\varphi_{гр}$ , град	$\varphi_{гр}$ , град	$E_{гр}$ , МПа	$\varphi_{гр}$ , град	$\varphi_{гр}$ , град
0,5	70	37	0,015	96	38	0,026	108	32	0,045	108	32	0,045
0,55	60	36	0,014	90	38	0,024	90	27	0,036	90	27	0,036
0,6	56	36	0,014	84	37	0,022	72	24	0,03	72	24	0,03
0,65	53	36	0,013	78	37	0,018	50	21	0,024	54	21	0,024
0,7	49	35	0,012	72	36	0,014	41	18	0,019	46	18	0,016
0,75	45	35	0,011	66	35	0,012	34	15	0,015	38	15	0,013
0,8	43	34	0,01	60	34	0,011	29	13	0,011	32	13	0,01
0,85	42	34	0,009	54	33	0,01	25	11	0,009	27	11	0,008
0,9	41	33	0,008	48	32	0,009	24	10	0,006	26	10	0,005
0,05	40	33	0,007	43	31	0,008	23	9	0,004	25	9	0,004

Примечания: 1.  $E_{гр}$  – нормативный модуль упругости грунта;  $\varphi_{гр}$  – углы внутреннего трения грунта;  $c_{гр}$  – сцепление грунта. 2. Данными этой таблицы и таблицы приложения 2 следует пользоваться при расчете конструкций на прочность в случае действия подвижных нагрузок. При расчете конструкций на статическое действие нагрузок модуль упругости грунтов уменьшают на 5 % для несвязных и на 15 % для связных.

## Приложение 2

Значения модуля упругости, угла внутреннего трения и удельного сцепления для песков при кратковременном нагружении и плотности, соответствующей требованиям нормативных документов

Грунт	$E_{cp}$ , МПа	$\varphi_{cp}$ , град	$c_{cp}$ , МПа
Песок:			
крупный, гравелистый	130	42	0,005
средней крупности	120	40	0,005
мелкий	100	38	0,005
одноразмерный (барханный, дюнный или им подобный)	75	33	0,005
Супесь легкая крупная *	65	40	0,005

\* - деформационные и прочностные характеристики песков, за исключением пылеватых и супеси легкой крупной, мало зависят от влажности, поэтому в приведенных данных содержание влаги не учтено.

## Приложение 3

Среднее значение влажности  $W$  для различных грунтов, доли  $W_T$

Дорожно-климатические зоны и подзоны	Тип местности по условиям увлажнения	Супесь легкая	Песок пылеватый	Суглинок легкий и тяжелый, глины	Супесь тяжелая пылеватая, суглинок пылеватый
I <sub>1</sub>	1	0,53	0,57	0,62	0,65
	2	0,55	0,59	0,65	0,67
	3	0,57	0,62	0,67	0,7
I <sub>2</sub>	1	0,57	0,57	0,62	0,65
	2	0,59	0,62	0,67	0,7
	3	0,62	0,65	0,7	0,75
I <sub>3</sub>	1	0,6	0,62	0,65	0,7
	2	0,62	0,65	0,7	0,75
	3	0,65	0,7	0,75	0,8
II <sub>1</sub>	1	0,6	0,62	0,65	0,7
	2	0,63	0,65	0,68	0,73
	3	0,65	0,67	0,7	0,75
II <sub>2</sub>	1	0,57	0,59	0,62	0,67
	2	0,6	0,62	0,65	0,7
	3	0,62	0,64	0,67	0,72
III	1	0,55	0,57	0,6	0,63
	2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
IV	1	0,53	0,55	0,57	0,6
	2-3	0,57	0,58	0,6	0,64
V	1	0,52	0,53	0,54	0,57
	2-3	0,55	0,56	0,57	0,6

**П р и м е ч а н и е.** Характеристики получены по результатам испытания грунта кратковременным нагружением, их следует использовать при расчете на прочность конструкций, на которые действуют подвижные нагрузки. При статическом нагружении дорожной одежды модули упругости несвязных грунтов уменьшают на 5 %, связных – на 15 %.

Нормативные значения кратковременного (на перегонах) модуля упругости, используемые в расчетах конструкций по упругому прогибу и сдвигу в грунте, а также сдвигу и изгибу в промежуточных слоях одежды в зависимости от материала и температуры покрытия, МПа

Материал	Марка битума	Температура покрытия, °С					
		10	20	30	40	50(60)	
Плотный асфальтовый бетон	БНД 40/60	4400	2600	1300	690	430	
	БНД 60/90	3200	1800	900	550	380	
	БНД 90/130	2400	1200	660	440	350	
	БНД 130/200	1500	800	560	380	320	
	БНД 200/300	1200	600	420	350	300	
	БГ 70/130	1000	400	350	300	300	
	СГ 130/200	900	400	350	300	300	
	СГ 70/130	800	350	300	250	250	
Пористый и высокопористый асфальтобетон (в том числе битумно-песчаная смесь)	МГ 70/130	800	350	300	250	250	
	БНД 40/60	2800	1700	900	540	390	
	БНД 60/90	2000	1200	700	460	360	
	БНД 90/130	1400	800	510	380	350	
	БНД 130/200	1100	590	410	340	340	
	БНД 200/300	950	460	350	330	330	
Дегтебетон:							
	плотный	-	3800	1500	800	500	350
	пористый	-	2000	800	400	350	300

П р и м е ч а н и я: За расчетную температуру принимают при расчете по упругому прогибу 10 °С, при расчете по сдвигу в I и II дорожно-климатических зонах 20 °С, в III зоне – 30 °С, в IV – 40 °С, в V – 50 °С. 2. Модули упругости плотного асфальтобетона даны применительно к смесям типа Б. При температурах 30...50 °С модули упругости для смесей типа А увеличивают, а типов В, Г, Д – уменьшают на 20 %. 3. Модули упругости пористого и высокопористого асфальтобетона даны применительно к песчаным смесям. При температуре 30...50 °С для мелкозернистых смесей их увеличивают на 10 %, а для крупнозернистых – на 20 %.



Нормативные характеристики материалов, используемых в расчетах на изгиб, МПа

Материал	Марка битума	$E$ , МПа	Сопротивление растяжению при изгибе $R_p$ , МПа
Плотный асфальтобетон марки I и II	БНД 40/60	6000	3,2
	БНД 60/90	4500	2,8
	БНД 90/130	3600	2,4
	БНД 130/200	2600	2
	БНД 200/300	2000	1,8
	БГ 70/130	1700	1,7
	СГ 130/200	1500	1,6
Пористый асфальтобетон	БНД 40/60	3600	1,8
	БНД 60/90	2800	1,6
	БНД 80/130	2200	1,4
	БНД 130/200	1800	1,2
	БНД 200/300	1400	1,1
Высокопористый асфальтобетон: щебеночный песчаный (в том числе битумно-песчаная смесь)	БНД 40/60	3000	1,1
	БНД 60/90	2100	1,0
	БНД 90/130	1700	0,9
	БНД 40/60	3000	1,3
	БНД 60/90	2100	1,1
Дегтебетон: плотный пористый	-	10000	2,5
	-	5000	1,5

Модули упругости асфальтобетона при статическом действии нагрузки (на стоянках, остановках, перекрестках и т.д.), МПа

Вид асфальтобетона	Вид смеси	Расчетная температура, °С			
		20	30	40	50
Плотный типа: Б	Крупнозернистая	400	350	300	250
	Мелкозернистая	300	270	220	200
Г, Д	Песчаная	200	180	160	150
	Крупнозернистая	360	220	280	250
Пористый и высокопористый	Мелкозернистая	290	250	220	200
	Песчаная	250	225	200	190

Примечание. Модули упругости асфальтобетона типа А увеличивают на 20 %, а типа В уменьшают на 20 %.

Расчетные характеристики для определения допустимого сопротивления асфальтобетона сдвигу

Асфальтобетон	$K$	$c$ , МПа
Крупнозернистый	1,6	0,3/0,27
Мелкозернистый	1,1	0,2/0,17
Песчаный	0,9	0,15/0,13

Примечания: 1. Числитель – сцепление для горячих смесей на вязких битумах марки БНД 40/130, знаменатель – для смесей с битумом марки БНД 130/300. 2. Характеристики материалов – ориентировочные и по мере накопления данных должны уточняться. 3. Если асфальтобетон приготовлен с применением дробленного песка, то следует увеличить на 20 %.

Расчетные характеристики материалов и грунтов, укрепленных вяжущими

Материал	$E$ , МПа	Прочность на растяжение при изгибе $R$ , МПа
1	2	3
Щебень и гравий, обработанные цементом марок:	1000	
75	900	0,7
60	700	0,6
40		0,5
Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси оптимального или близких к оптимальному составов, укрепленных комплексными вяжущими:	700...900	0,45...0,55
I класс прочности	500...650	0,35...0,42
II -«-	300...450	0,25...0,32
III -«-		
То же, укрепленные цементом:	550...8000	0,34...0,46
I класс прочности	350...530	0,25...0,33
II -«-	280...320	0,20...0,22
III -«-		
То же, укрепленные золой-уносом или гранулированным шлаком, известью, фосфатными и другими композиционными вяжущими, из них с добавками или без добавок ПАВ, дегтем и т.п.:	530...700	0,32...0,40
I класс прочности	330...500	0,22...0,31
II -«-	250...300	0,18...0,20
III -«-		

1	2	3
Крупнооблом. грунты и гравийно-песчаные смеси оптимального или близких к оптим. составов, укреп. вязким битумом или эмульсией на вязком битуме То же, неоптимального состава, пески (кроме мелких, пылеватых и однородных), супесь легкая, крупная, щебень малопрочных пород и отходы камнедробления, укрепленные комплекс. вяжущими:	250...350	0,30...0,35
I класс прочности	650...800	0,42...0,5
II -«-	450...600	0,32...0,4
III -«-	280...420	0,24...0,31
То же, укрепленные цементом:		
I класс прочности	500...700	0,3...0,4
II -«-	330...480	0,22...0,28
III -«-	250...300	0,18...0,19
То же, укрепленные фосфатными и другими композиционными вяжущими:		
II класс прочности	300...450	0,17...0,25
III -«-	200...280	0,12...0,16
То же, укрепленные вязкими битумами или эмульсиями на вязких битумах	200...300	0,25...0,3
Пески мелкие и пылеватые, супесь легкая и пылеватая, укрепленная комплексными вяжущими:		
I класс прочности	600...750	0,4...0,47
II -«-	400...550	0,3...0,37
III -«-	250...380	0,22...0,28
То же, укрепленные цементом:		
I класс прочности	480...650	0,26...0,35
II -«-	300...450	0,18...0,25
III -«-	220...260	0,13...0,16
То же, укрепленные фосфатными и другими композиционными вяжущими:		
II класс прочности	280...430	0,11...0,22
III -«-	180...230	0,07...0,08
То же, укрепленные вязкими битумами или эмульсиями на вязких битумах	220...300	0,2...0,25
Побочные продукты промышленности (каменные материалы и крупнооблом. грунты, сопутствующие рудным ископаемым, золошлаковые смеси, формовочные смеси, фосфоритные «хвосты» и т.п.), укрепленные комплексными вяжущими:		
I класс прочности	550...700	0,37...0,45
II -«-	350...530	0,28...0,36
III -«-	300...320	0,12...0,26

1	2	3
То же, укрепленные цементом:		
I класс прочности	420...600	0,22...0,3
II -«-	250...400	0,14...0,2
III -«-	180...220	0,09...0,12
То же, укрепленные фосфатными и другими композиционными вяжущими:		
II класс прочности	220...350	0,09...0,15
III -«-	130...200	0,06...0,08
То же, укрепленные вязкими битумами или эмульсиями на вязких битумах	180...250	0,15...0,20
Супеси тяжелые и пылеватые, суглинки легкие, укрепленные комплексными вяжущими:		
I класс прочности	500...600	0,35...0,40
II -«-	300...450	0,25...0,32
III -«-	150...280	0,10...0,24
То же, укрепленные минеральными вяжущими – цементом, золой-уносом или гранулированным шлаком:		
I класс прочности	350...500	0,16...0,22
II -«-	230...350	0,12...0,16
III -«-	120...200	0,07...0,09
То же, укрепленные фосфатными и другими комплексными вяжущими:		
II класс прочности	200...300	0,08...0,12
III -«-	100...180	0,05...0,06
То же, укрепленные эмульсиями на вязких битумах	180...250	0,10...0,17
Суглинки тяжелые и пылеватые, глины песчаные и пылеватые, укрепленные минеральными и комплексными вяжущими:		
II класс прочности	200...330	0,08...0,12
III -«-	80...1800	0,05...0,06

Примечания: 1. Под комплексными вяжущими понимают: цемент + вязкий битум или эмульсии на вязком битуме; цемент + полимерное вяжущее; цемент (известь) + активные золы-уносы или гранулированные шлаки и т.п. 2. Большие значения расчетных характеристик принимают при использовании более качественных минеральных материалов и активных вяжущих; укреплении материалов и грунтов неорганическими вяжущими в III...У дорожно-климатических зонах; укреплении вязким битумом и битумной эмульсией на вязком битуме в I...II дорожно-климатических зонах.

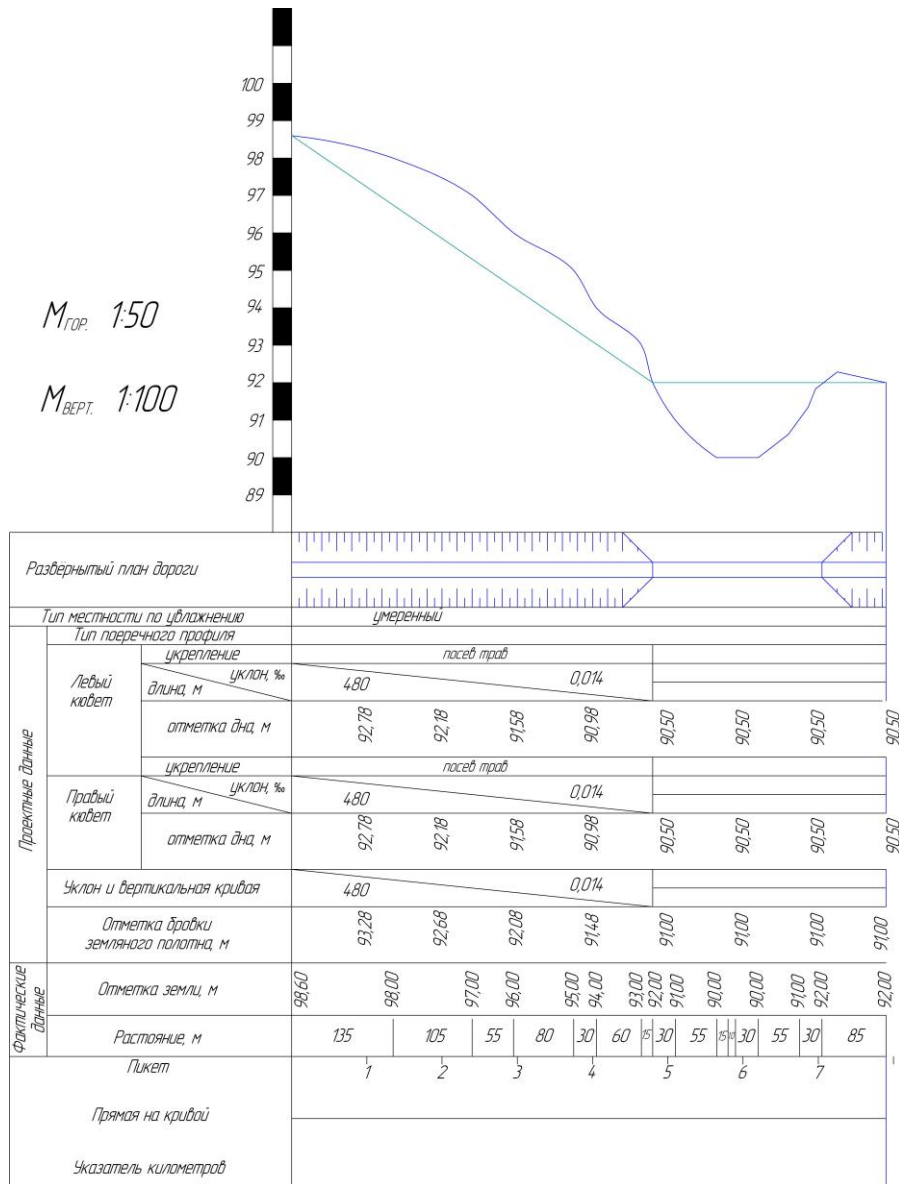
Расчетные характеристики естественных и укрепленных на дороге материалов и грунтов

Материал (грунт)	Расчетные характеристики		
	$E$ , МПа	$\varphi$ , град	$c_m$ , МПа
Черный щебень, уложенный по способу заклинки	600...900	-	-
Слой из щебня I, II класса прочности, устроенный по способу пропитки вязким битумом	400...600	-	-
Щебень фракционированный I...III класса прочности, уложенный по способу заклинки:			
из прочных осадочных пород			
из изверженных пород	350...450	-	-
Фракционный щебень, укрепленный цементно-песчаной смесью по способу пропитки	250...350	-	-
	500	-	-
Шлак с подобранным гранулометрическим составом:			
активный	350...450	-	-
малоактивный	200...300	-	-
Рядовой шлаковый щебень			
Каменная мостовая, пакеляж	150...200	-	-
Грунт, укрепленный жидким битумом:	400...500	-	-
супесь непылеватая			
суглинок, супесь пылеватая	150...200	25...35	0,02...0,035
	80...150	15...25	0,02...0,035
Песчано-гравийные смеси № 1, 2, 4 (ГОСТ 25607-83)	180	45	0,03
Песок, удовлетворяющий требованиям ГОСТа:			
крупный и гравелистый	130	42	0,007
средней крупности	120	40	0,006
мелкий	100	38	0,005

Расчетные характеристики теплоизолирующих материалов

Материал	$E$ , МПа	Предел прочности при изгибе $R$ , МПа
Пенопласт марки ПС-4	13,0...33,5	0,8...1,2
Стиропорбетон	500,0...800,0	0,3...0,4
Аглопоритовый щебень, обработанный вязким битумом	400,0	0,4
Керамзитовый гравий, обработанный вязким битумом	500,0	0,4
Гравий (щебень) с легкими заполнителями, обработанные вязким битумом	500,0	0,8
Цементогрунт с перлитом	130,0	0,2
То же, с полистиролом, состав, %: гранулы полистирола 2...3 песок 97...98 (% массы) цемент 7...6	300,0	0,2
То же, с керамзитом, состав, %: песок 75 керамзит 25 цемент 6	300,0	0,3
Битумоцементогрунт с перлитом, состав, %: перлитовый щебень 20...25 песок 75...80 цемент 4...6 битум 10...12 (% массы песка перлита и цемента)	200,0...3000,0	0,2...0,3
Цементогрунт с аглопоритом, состав, %: супесь или песок 70...80 аглопорит 20...30 цемент 6	250,0...350,0	0,25...0,36
Золошлаковые смеси, укрепленные цементом	150,0	0,4
Грунт, укрепленный золой-уносом	200,0	0,4
Цементогрунт, обработанный битумной эмульсией	-	0,6

Продольный профиль дороги.



## Список литературы

1. Б о й ч у к В.С. Проектирование сельскохозяйственных дорог и площадок / В.С. Бойчук. 2-е изд. М.: Колос, 1996.
2. Проектирование дорожных одежд нежесткого типа: пособие 3.03.01–96 к СНиП 2.05.02–85. Минск, 1997.
3. Ш у л я к о в Л.В. Внутрихозяйственные дороги и площадки: учеб. пособие / Л.В. Шуляков, В.Н. Основин. Минск: Ураджай, 1999.
4. Я ц е в и ч И.К. Проектирование дорожных одежд: учеб. пособие / И.К. Яцевич. Минск: Вышэйш. шк., 1979.
5. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. ТУ. СТБ 1033–2004. Минск, 2004.
6. Ш у л я к о в, Л.В. Проектирование дорожных одежд: лекция / Л.В. Шуляков. Горки: БГСХА, 2007.



## 4. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

### 4.1 ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Каковы перспективы развития дорожного строительства в Республике Беларусь?
2. Роль благоустроенных дорог и площадок в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур?
3. Дайте определение и назовите особенности автомобильных дорог.
4. Назовите основные элементы автомобильной дороги.
5. Какие требования предъявляются к современным автомобильным дорогам?
6. По какому признаку относят дороги определенной группы к той или иной категории?
7. Назовите основные нормы проектирования внутрихозяйственных дорог.
8. Какие условия влияют на выбор трассы автомобильной дороги?
9. Что такое трасса и план трассы автомобильной дороги?
10. Каковы основные элементы кривых в плане и как их определяют?
11. Как принимается видимость дороги в плане и основные приемы ее обеспечения?
12. Назовите основные элементы продольного профиля.
13. Как назначается величина продольного уклона?
14. Как определяется величина наибольшего продольного уклона?
15. Как определяется видимость в продольном профиле?
16. На каких участках продольного профиля устраивают кюветы, кюветы-резервы и резервы?
17. Конструкция поперечного профиля, его основные элементы и их назначение.
18. Основные требования, предъявляемые к поперечному профилю.
19. Какова роль полосы отвода?
20. Как располагаются резервы и отвалы грунта?
21. Какова роль кюветов?
22. Основное назначение обочин.
23. Чем обосновывается ширина полосы движения?
24. Зарисуйте основные типы поперечных профилей внутрихозяйственных дорог.
25. При каких условиях устраивают нагорные канавы и кюветы?
26. Назовите типы и элементы земляного полотна.
27. Основные требования, предъявляемые к грунтам для устройства земляного полотна.
28. Конструкции различных типов креплений откосов, их назначение.
29. Типы, конструкции и назначение дренажных устройств тела земляного полотна и его основания.
30. Какие конструктивные мероприятия предусматриваются для предотвращения действия грунтовых вод на земляное полотно?

31. Назовите основные конструктивные слои дорожной одежды, зарисуйте схему конструкции.
32. Типы дорожных одежд и их классификация.
33. Что называют покрытием, основанием, дополнительным слоем основания?
34. Назовите требования, предъявляемые к дорожно-строительным материалам дорожной одежды и основания.
35. Зарисуйте схемы распределения давления от колеса в многослойной дорожной одежде.
36. Назовите методы подготовки и улучшения основания дорожных одежд.
37. Как влияют характеристики материала основания на конструкции дорожной одежды?
38. Каков порядок расчета нежестких одежд по допускаемому упругому прогибу?
39. Какие требования предъявляются к конструкции дорожных одежд?
40. Какие переходы через водотоки устраивают при автомобильных дорогах, какие функции они выполняют и с учетом каких факторов выбирается их тип?
41. Классификация, тип и основные элементы водопропускных труб.
42. Какие условия работы и требования, предъявляемые к конструкции переходов через водотоки?
43. Цели, задачи и порядок гидравлических расчетов переходов через водотоки.
44. Основные требования, предъявляемые к пересечениям и примыканиям.
45. Назовите основные требования к элементам плана, продольного и поперечного профилей.
46. Требования к материалам для устройства пересечений и примыканий.
47. Требования, предъявляемые к пересечениям автомобильных дорог с железными дорогами.
48. Когда устраивают съезды с автодорог, транспортные развязки, площадки разъезда, разворотные площадки, объезды?
49. Что означает обустройство дорог?
50. Назначение элементов обустройства.
51. Требования, предъявляемые к элементам обустройства дорог.
52. Как классифицируются сельскохозяйственные площадки?
53. Какие требования предъявляются к конструкции сельскохозяйственных площадок?
54. Сущность горизонтальной планировки, конфигурация и назначение размеров, увязка с технологическим процессом.
55. Назовите основные виды изысканий и их назначение.
56. С какой целью выполняются экономические изыскания внутрихозяйственных дорог?
57. Состав и содержание работ экономических изысканий.
58. Какие работы выполняются при детальном техническом изыскании?

59. Цель и задачи гидрологических, почвенных, геологических и гидро-геологических изысканий.
60. Особенности технических изысканий по реконструкции дорог.
61. Назовите основные нормативы на проектирование.
62. Стадии проектирования и состав проектно-сметной документации.
63. Исходные данные на проектирование.
64. Как подобрать землеройные машины?
65. Как выполняется устройство дорожных одежд?
66. Как выполняется операционный контроль качества?
67. Кто выполняет приемку законченных работ?
68. Типовые технологические схемы выполнения строительных работ.
69. Особенности устройства земляного полотна в зимнее время.
70. Назовите основные деформации и разрушение дорожных покрытий и одежд.
71. Приведите классификацию дорожно-ремонтных работ.
72. Назовите виды работ по содержанию дорог.
73. Что такое реконструкция дорог?
74. Назовите методы и способы охраны и защиты компонентов природной среды.
75. Природоохранные мероприятия при трассировании автомобильных дорог.
76. Назовите меры борьбы с шумом.
77. Принципы выбора участков под промышленные площадки дорожного строительства.
78. Какие особенности рекультивации земель?

## **4.2 ВОПРОСЫ ПО КОНТРОЛЮ ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ**

### **В О П Р О С Ы**

#### **для подготовки студентов к коллоквиуму №1**

1. Каковы перспективы развития дорожного строительства в Республике Беларусь?
2. Роль благоустроенных дорог и площадок в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур?
3. Дайте определение и перечислите особенности автомобильных дорог.
4. Назовите основные элементы автомобильной дороги.
5. Какие требования предъявляются к современным автомобильным дорогам?
6. По какому признаку относят дороги определенной группы к той или иной категории?
7. Перечислите основные нормы проектирования внутрихозяйственных дорог.
8. Перечислите условия влияющие на выбор трассы автомобильной доро-

ги.

9. Что такое трасса и план трассы автомобильной дороги?
10. Каковы основные элементы кривых в плане и как их определяют.
11. Как принимается видимость дороги в плане и основные приемы ее обеспечения?
12. Перечислите основные элементы продольного профиля.
13. Как назначается величина продольного уклона.
14. Как определяется величина наибольшего продольного уклона?
15. Как определяется видимость в продольном профиле.
16. На каких участках продольного профиля устраивают кюветы, кюветы-резервы и резервы?

## **ВОПРОСЫ**

### **для подготовки студентов к коллоквиуму №2**

1. Конструкция поперечного профиля, его основные элементы и их назначение.
2. Зарисуйте основные типы поперечных профилей внутрихозяйственных дорог.
3. При каких условиях устраивают нагорные канавы и кюветы.
4. Назовите типы и элементы земляного полотна.
5. Основные требования, предъявляемые к грунтам для устройства земляного полотна.
6. Конструкции различных типов креплений откосов, их назначение.
7. Перечислите типы, конструкции и назначение дренажных устройств тела земляного полотна и его основания.
8. Какие конструктивные, мероприятия предусматриваются для предотвращения действия грунтовых вод на земляное полотно?
9. Перечислите основные конструктивные слои дорожной одежды, зарисуйте схему конструкции.
10. Типы дорожных одежд и их классификация.
11. Что называют покрытием, основанием, дополнительным слоем основания?
12. Зарисуйте схемы распределения давления от колеса в многослойной дорожной одежде.
13. Перечислите методы подготовки и улучшения основания дорожных одежд.
14. Как влияют характеристики материала основания на конструкции дорожной одежды?
15. Каков порядок расчета нежестких одежд по допускаемому упругому прогибу?
16. Какие требования предъявляются к конструкции дорожных одежд?
17. Какие переходы через водотоки устраивают при автомобильных дорогах, какие функции они выполняют и с учетом каких факторов выбирается их тип.

18. Приведите классификацию, типы и основные элементы водопропускных труб.

19. Основные требования, предъявляемые к пересечениям и примыканиям.

20. Перечислите основные требования к элементам плана, продольного и поперечного профилей.

21. Требования, предъявляемые к пересечениям автомобильных дорог с железными дорогами.

22. Когда устраивают съезды с автодорог, транспортные развязки, площадки разезда, разворотные площадки, объезды?

23. Назначение элементов обустройства и требования предъявляемые к ним.

## **ВОПРОСЫ**

### **для подготовки студентов к коллоквиуму №3**

1. Как классифицируются сельскохозяйственные площадки.
2. Какие требования предъявляются к конструкции сельскохозяйственных площадок?
3. Сущность горизонтальной планировки, конфигурация и назначение размеров, увязка с технологическим процессом.
4. Перечислите основные виды изысканий и их назначение.
5. С какой целью выполняются экономические изыскания внутрихозяйственных дорог?
6. Состав и содержание работ экономических изысканий.
7. Какие работы выполняются при детальном техническом изыскании?
8. Особенности технических изысканий по реконструкции дорог.
9. Стадии проектирования и состав проектно-сметной документации.
10. Как выполняется устройство дорожных одежд?
11. Как выполняется операционный контроль качества?
12. Особенности устройства земляного полотна в зимнее время.
13. Перечислите основные деформации и разрушение дорожных покрытий и одежд.
14. Приведите классификацию дорожно-ремонтных работ.
15. Укажите виды работ по содержанию дорог.
16. Поясните, что такое «реконструкция дорог» и что она в себя включает.
17. Перечислите методы и способы охраны и защиты компонентов природной среды.
18. Природоохранные мероприятия при трассировании автомобильных дорог.
19. Назовите меры борьбы с шумом.
20. Принципы выбора участков под промышленные площадки дорожного строительства.
21. Какие особенности рекультивации земель.

### 4.3 КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Итоговая оценка учебных достижений студента на зачете и при защите курсового проекта производится по десятибалльной шкале.

«1» - Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (фактов, терминов, явлений, инструктивных указаний, действий и т.д.);

«2» - Различение объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде, и осуществление соответствующих практических действий;

«3» - Воспроизведение части программного учебного материала по памяти (фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения), осуществление умственных и практических действий по образцу;

«4» - Воспроизведение большей части программного учебного материала по памяти (определений, описание в устной или письменной формах объектов изучения с указанием общих и отличительных внешних признаков без их объяснения), осуществление умственных и практических действий по образцу;

«5» - Осознанное воспроизведение значительной части программного учебного материала (описание объектов изучения с указанием общих и отличительных существенных признаков без их объяснения), осуществление умственных и практических действий по известным правилам или образцу;

«6» - Осознанное воспроизведение в полном объеме программного учебного материала (описание объектов изучения с элементами объяснения, раскрывающими структурные связи и отношения), применение знаний в знакомой ситуации по образцу путем выполнения устных, письменных или практических упражнений, задач, заданий;

«7» - Владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (описание и объяснение объектов изучения, выявление и обоснование закономерных связей, приведение примеров из практики, выполнение упражнений задач и заданий по образцу, на основе предписаний);

«8» - Владение и оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение объектов изучения, раскрытие сущности, обоснование и доказательство, подтверждение аргументами и фактами, формулирование выводов, самостоятельное выполнение заданий);

«9» - Оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (применение учебного материала как на основе известных

правил, предписаний, так и поиск нового знания, способа решения учебных задач, выдвижение предположений и гипотез, наличие действий и операций творческого характера при выполнении заданий);

«10» - Свободное оперирование программным учебным материалом, применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельные действия по описанию, объяснению объектов изучения, формулированию правил, построению алгоритмов для выполнения заданий, демонстрация рациональных способов решения задач, выполнение творческих работ и заданий).

Оценка промежуточных учебных достижений студентов в соответствии с выбранной кафедрой шкалой оценок.

#### **4.4 ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Оценка учебных дисциплин студента на экзамене и при защите курсового проекта производится по десятибалльной шкале. Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с избранной шкалой оценок в ВУЗе.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату (АК-1, АК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5);
- проведение текущих контрольных опросов и письменных работ по отдельным темам (ПК-1 – ПК-5);
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий (АК-3, ПК-1, ПК-3);
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий (АК-1, АК-3, АК-5, ПК-1, ПК-4, ПК-5);
- защита курсового проекта (АК-1 – АК-5, ПК-1 – ПК-5);
- сдача экзамена по дисциплине (АК-1 – АК-4, ПК-3 – ПК-5).

#### 4.5 ПЕРЕЧНИ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечни тем и контрольных мероприятий управляемой самостоятельной работы студентов

№ тем	Название тем	Контрольные мероприятия
1	2	3
1.	Введение. Общие сведения о дорогах	опрос
2.	Классификация автомобильных дорог	выполнение раздела курсового проекта
3.	Размещение и элементы дороги в плане	то же
4.	Элементы продольного профиля дороги	то же
5.	Элементы поперечного профиля дороги	то же
6.	Конструкция земляного полотна	то же
7.	Конструкции дорожных одежд	то же
8.	Переходы через водотоки	то же
9.	Пересечения и примыкания	то же
10.	Обустройство дорог и защитные дорожные сооружения	то же
11.	Дороги и улицы сельских населенных пунктов	то же
12.	Площадки агропромышленного назначения	то же
13.	Изыскания и проектирование внутрихозяйственных дорог	то же
14.	Охрана окружающей природной среды	то же

#### 4.6. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ У СТУДЕНТОВ

1. Внутрихозяйственная дорога – это комплекс линейных и сосредоточенных транспортных сооружений.

- а) нет
- б) только линейных
- в) только сосредоточенных
- г) да

2. В 18 веке аллеями называлась

- а) серпантин
- б) тропка
- в) прямолинейная широкая дорога
- г) тропинка с посаженными вдоль нее деревьями



3. Мощение дорог дорог камнем впервые появилось на территории Республики Беларусь (век).

- а) 12
- б) 17
- в) 10
- г) 20

4. Почтовый двор в 18 веке - это место, где содержали перекладные лошади и строились кирпичные здания для ямщиков, пассажиров

- а) кухонь-столовых.
- б) нет
- в) только для ямщиков
- г) да

5. Мощение дорог дорог камнем впервые появилось на территории Республики Беларусь (век)

- а) 12
- б) 17
- в) 10
- г) 20

6. К элементам автомобильной дороги относится

- а) двп
- б) магистральный канал
- в) проезжая часть
- г) дсп

7. К элементам автомобильной дороги относится

- а) снп
- б) трубчатый канал
- в) квп
- г) обочина

8. К элементам автомобильной дороги относится

- а) тротуар
- б) лотковый канал
- в) чек
- г) тангенсальный канал

9. Плотность сети автомобильных дорог – отношение общей учитываемой протяженности всех дорог определенного региона к площади этого региона.

- а) только каменных дорог
- б) нет
- в) только булыжных дорог
- г) да

10. Проезжая часть дорог предназначена
- а) для стоянки автомобилей
  - б) для передвижения хранения автомобилей
  - в) для движения животных
  - г) для движения автомобилей
11. По чём передвигаются легковые автомобили на проезжей части
- а) по обочине
  - б) по рисберме
  - в) по дорожной одежде
  - г) по бровке
12. По чём передвигаются грузовые автомобили на проезжей части
- а) по обочине
  - б) по рисберме
  - в) по дорожной одежде
  - г) по бровке
13. Дорожная одежда рассчитывается
- а) на выветривание
  - б) на растяжение
  - в) на нагрузку от движущихся автомобилей
  - г) на эрозию
14. Дорожная одежда состоит из следующих слоёв
- а) покрытия, основания и дополнительного слоя основания
  - б) бровок и рисок
  - в) кромки и асфальтобетона
  - г) чеков и асфальтоцемента
15. Дорожные одежды устраиваются из
- а) асфальтобетона
  - б) битумной смолы
  - в) глея
  - г) битумной мастики
16. Дорожное покрытие – это
- а) часть обочины
  - б) нижняя часть дорожной одежды
  - в) верхняя часть дорожной одежды
  - г) часть кювета
17. Дорожное покрытие воспринимает
- а) ветровые нагрузки

- б) водные нагрузки
- в) вес вышележащих слоев
- г) непосредственно воздействие колёс автомобилей

18. Дорожное основание -

- а) бровка
- б) бланширователь
- в) несущий слой дорожной одежды
- г) часть кювета

19. Дренирующий слой основания автомобильной дороги предназначен для

- а) сбора воды
- б) сбора и отвода вод
- в) отвода воды
- г) проветривания

20. Дренирующий слой основания автомобильной дороги устраивается из

- а) дренажных трубок
- б) плохо фильтрующих материалов
- в) хорошо фильтрующих материалов
- г) камней

21. Дренирующий слой основания автомобильной дороги может устраиваться из

- а) песка крупного
- б) глины
- в) суглинка плотного
- г) торфа

22. Дренирующий слой основания автомобильной дороги может устраиваться из

- а) песка крупного
- б) песка мелкого
- в) набухающего суглинка
- г) керамзита

23. Дренирующий слой основания автомобильной дороги предназначен для

- а) предохранения верхней части земляного полотна от переувлажнения
- б) увлажнения земляного полотна
- в) укрепления земляного полотна
- г) разуплотнения земляного полотна

24. Обочина предназначена для

- а) повышения безопасности движения
- б) отвода воды

- в) снижения безопасности движения
- г) съезда в кювет

25. Обочина предназначена для

- а) временной остановки автомобилей
- б) отвода воды
- в) снижения безопасности движения
- г) съезда в кювет

26. Обочина предназначена для

- а) временного хранения материалов для ремонта
- б) складирования, хранения и производства строительных материалов
- в) отвода воды
- г) снижения безопасности движения

27. На обочине можно временно хранить

- а) асфальтобетон
- б) торф
- в) кустарник
- г) удобрения

28. На обочине можно временно хранить

- А) песок
- Б) торф
- В) удобрения
- Г) кустарник

29. На обочине временно можно хранить

- А) щебень
- Б) торф
- В) удобрения
- Г) кустарник

30. На обочине временно можно хранить

- А) гравий
- Б) торф
- В) кустарник
- Г) удобрения

31. Бровка- это

- А) линия пересечения
- Б) край проезжей части
- В) центральная ось
- Г) выемка вдоль дороги

32. Кромка- это
- А) край дорожной одежды, примыкающий к грунтовой обочине
  - Б) край проезжей части
  - В) центральная ось
  - Г) выемка вдоль дороги
33. Трубный дренаж необходим для
- А) осушения верхней части земляного полотна
  - Б) увлажнения верхней части земляного полотна
  - В) сбора воды
  - Г) подвода воды к дороге
34. Неглубокие придорожные выработки вдоль дороги называются
- А) резервами
  - Б) кюветами
  - В) ямами
  - Г) выемками
35. Край дорожной одежды, примыкающий к грунтовой обочине называется
- А) кромка
  - Б) аллея
  - В) трасса
  - Г) резерв
36. Линия пересечения поверхности обочины с поверхностью откоса земляного полотна называется
- А) бровка
  - Б) аллея
  - В) кювет
  - Г) резерв
37. Часть дорожного полотна от его бровки до края проезжей части, предназначена для повышения безопасности движения, для временной остановки машин и временного хранения материалов для ремонта называется
- А) обочина
  - Б) трасса
  - В) дорожное полотно
  - Г) проезжая часть
38. Комплекс сооружений располагаемых на земляном полотне называется
- А) дорожное полотно
  - Б) дорожное покрытие
  - В) проезжая часть
  - Г) кювет

39. Ширина дорожного полотна измеряется между
- А) бровками
  - Б) трассами
  - В) аллеями
  - Г) красными линиями
40. Ширина дорожного полотна может иметь размеры
- А) 10 м
  - Б) 100 м
  - В) 200 м
  - Г) 500 м
41. Комплекс сооружений из грунта, входящих в состав дороги называется
- А) земляное полотно
  - Б) дорожное полотно
  - В) проезжая часть
  - Г) резерв
42. Комплекс инженерных сооружений и устройств, предназначенных для безопасного движения транспорта при любых погодных условиях - это
- А) автомобильная дорога
  - Б) трасса
  - В) кюветы
  - Г) резервы
43. Автомобильная дорога предусматривает движение транспорта
- А) При любых погодных условиях
  - Б) В сухую погоду
  - В) Во влажную погоду
  - Г) Только летом
44. Автомобильная дорога предусматривает движение транспорта
- А) При любых погодных условиях
  - Б) В летние месяцы
  - В) В зимние месяцы
  - Г) В осенние месяцы
45. Внутрихозяйственные автомобильные дороги относятся к дорогам
- А) низких категорий
  - Б) полевым
  - В) сельским
  - Г) автомагистралям
46. Внутрихозяйственная автомобильная дорога должна

- А) Гарантировать удобное и безопасное движение с требуемыми расчетными скоростями
- Б) Быть безопасной
- В) Обеспечивать движение с требуемыми расчетными скоростями
- Г) Быть гладкой

47. Внутрихозяйственная автомобильная дорога должна

- А) Обеспечивать низкую себестоимость перевозок грузов и пассажиров
- Б) Быть ровной
- В) Быть гладкой
- Г) Быть окрашенной

48. Внутрихозяйственная автомобильная дорога должна

- А) Обеспечивать пропуск всех необходимых транспортных средств
- Б) Быть ровной
- В) Быть гладкой
- Г) Быть окрашенной

49. Внутрихозяйственная автомобильная дорога должна

- А) Способствовать наименьшему изнашиванию автомобилей
- Б) Быть ровной
- В) Быть гладкой
- Г) Быть окрашенной

50. Внутрихозяйственные дороги предназначены для

- А) обеспечения надежных внутрихозяйственных транспортных и пешеходных связей
- Б) движения только легковых транспортных средств
- В) движения только грузовых транспортных средств
- Г) движения пешеходов

51. Полевая дорога – это

- А) участок земли, отведенный под передвижение с/х техники
- Б) главная дорога на селе
- В) трасса
- Г) дорога, покрытая асфальтом

52. Внутрихозяйственная дорога отличается от полевой тем, что

- А) она имеет дорожные одежды
- Б) не имеет дорожные одежды
- В) она относится к магистрали
- Г) не относится к дорожной одежде

53. Внутрихозяйственная дорога отличается от полевой тем, что

- А) имеет обочины

- Б) не имеет дорожные одежды
- В) она относится к магистрали
- Г) не относится к дорожной одежде

54. Внутрихозяйственная дорога отличается от полевой тем, что

- А) расположена выше придорожных канав
- Б) не имеет дорожные одежды
- В) она относится к магистрали
- Г) не относится к дорожной одежде

55. Внутри хозяйственная дорога отличается от полевой тем, что

- А) обеспечивает проезд техники при любых погодных условиях
- Б) не имеет дорожные одежды
- В) она относится к магистрали
- Г) не относится к дорожной одежде

56. Основные виды подвижного состава автомобильных дорог являются

- А) автобусы, легковые и грузовые автомобили
- Б) автобусы
- В) легковые
- Г) грузовые

57) Произведения количества перевозимых грузов в тонах на расстояние перевозок в километрах

- а) грузооборот
- б) расстояние
- в) интенсивность движения
- г) грузоподъемность

58) Произведение количества перевозимых пассажиров на расстоянии перевозок в километрах

- а) пассажирооборот
- б) расстояние
- в) интенсивность
- г) грузоподъемность

59) Количество транспортных средств, проезжающих по дороге в единицу времени

- а) интенсивность движения
- б) расстояние
- в) инвертность
- г) грузоподъемность

60) Увеличение числа разъездов, уменьшение уклонов

- а) увеличивает пропускную способность дороги



- б) уменьшает пропускную способность дороги
- в) не влияет на пропускную способность
- г) уменьшает только ночью

- 61) Улучшение видимости на дороге
- а) увеличивает пропускную способность дороги
  - б) уменьшает пропускную способность дороги
  - в) не влияет на пропускную способность
  - г) уменьшает только ночью

- 62) На внутрихозяйственных автомобильных дорогах категории I-с расчетная скорость движения :
- а) 70 км/ч
  - б) 100 км/ч
  - в) 120 км/ч
  - г) 150 км/ч

- 63) По внутрихозяйственным дорогам категории I-с могут передвигаться
- а) грузовой транспорт
  - б) железнодорожный транспорт
  - в) речной транспорт
  - г) морской транспорт

- 64) Отдельные поля севооборотов с внутрихозяйственными дорогами соединяют
- а) полевые дороги
  - б) внутрихозяйственные дороги
  - в) аллеи
  - г) трассы

- 65) Для вывозки урожая с с/х полей предназначены
- а) полевые дороги
  - б) внутрихозяйственные дороги
  - в) аллеи
  - г) трассы

- 66) Для ремонта, осмотра, водотоков и сооружений на мелиоративных системах предназначены
- а) эксплуатационные дороги
  - б) внутрихозяйственные дороги
  - в) аллеи
  - г) трассы

- 67) Ширина проезжей части эксплуатационных дорог
- а) 3м

- б) 15м
- в) 20м
- г) 25м

68) Для перехода скота на пастбище, выгулы и водопой предназначены

- а) скотопрогоны
- б) внутрихозяйственные дороги
- в) дороги I-с
- г) дороги II-с

69) Для движения тракторов, тракторных поездов предназначены

- а) тракторные дороги
- б) внутрихозяйственные дороги
- в) дороги I-с
- г) дороги II-с

70) Тракторные дороги, как правило, проектируют

- а) грунтовыми
- б) асфальтными
- в) песчаными
- г) из булыжника

71) Дороги в пределах животноводческих комплексов, ферм и подобных объектов называются

- а) внутриплощадочными
- б) внутрихозяйственные дороги
- в) аллеи
- г) трассы

72) Внутрихозяйственные дороги должны

- а) располагаться в комплексе с размещением полей севооборотов
- б) быть не связанными с полями севооборотов
- в) пересекать поля севооборотов под углом 90 градусов
- г) пересекать поля севооборотов

73) При выборе трассы дороги, действующие овраги необходимо

- а) обходить
- б) пересекать
- в) проходить через них
- г) разрабатывать

74) При размещении внутрихозяйственной дорожной сети существующие дороги необходимо

- а) максимально сохранять
- б) изменять

- в) не изменять
- г) демонтировать

75) Число углов поворота и среднее значение угла поворота характеризует

- а) плавность трассы
- б) пологость трассы
- в) вытянутость трассы
- г) крутизну трассы

76) Протяженность участков трассы по болотам, оползням и т.д. характеризует

- а) устойчивость трассы
- б) прочность трассы
- в) долговечность
- г) морозостойкость

77) Обеспечение большой видимости на дороге необходимо для

- а) безопасности движения
- б) снижения скорости движения
- в) увеличения скорости движения
- г) перевозки крупногабаритных грузов

78) Расчетное расстояние видимости зависит от

- а) расчетной скорости, типа и состояния поверхности
- б) расчетной скорости
- в) типа поверхности
- г) состояния поверхности

79) Расстояние, достаточное для своевременной остановки автомобиля перед препятствием или его объезда, называется

- а) расчетным расстоянием видимости
- б) тормозным путем
- в) временем реакции водителя
- г) временем срабатывания тормозной системы

80) Дорожная полоса земель служит для

- а) размещения на ней всех элементов дороги
- б) посева трав
- в) укрепление откосов
- г) отвода воды

81) Дорожную полосу земель стремятся размещать на

- а) малоценных землях
- б) пашнях
- в) пастбищах

г) охранных территориях

82) Развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость называют

- а) продольным профилем дороги улицы
- б) поперечным профилем
- в) планом трассы
- г) планом кривой

83) Линию естественной поверхности земли по оси дороги называют

- а) черным профилем
- б) видом
- в) поперечным сечением
- г) планом трассы

84) Земляное полотно должно быть

- а) прочным
- б) слегка деформированным
- в) не прочным
- г) не надежным

85) Земляное полотно должно быть

- а) устойчивым и стабильным
- б) слегка деформированным
- в) не прочным
- г) не надежным

86) Земляное полотно устраивают в виде

- а) насыпей или в выемках
- б) мостов
- в) труб – переездов
- г) серпантинов

87) Для возведения насыпей применяют

- а) супесь легкую
- б) ил
- в) мелкий песок с примесью торфа
- г) мелкий песок с примесью ила

88) Для возведения насыпей не применяют

- а) жирные глины с примесью ила
- б) щебенистый грунт
- в) песок крупный
- г) песок средний

89) Для возведения насыпей не применяют

- а) торф
- б) щебенистый грунт
- в) песок крупный
- г) песок средний

90) Для возведения насыпей не применяют

- а) мелкий песок с примесью ила или торфа
- б) щебенистый грунт
- в) песок крупный
- г) песок средний

91. При устройстве земляного полотна грунты необходимо

- А) уплотнять
- Б) разрыхлять
- В) перемешивать с торфом
- Г) дисковать

92. Земляное полотно служит для дорожной одежды

- А) фундаментом
- Б) бровкой
- В) бордюром
- Г) обочиной

93. Крутизна откосов земляного полотна характеризуется

- А) коэффициентом заложения
- Б) объемным коэффициентом
- В) коэффициентом фильтрации
- Г) пустотностью

94. Атмосферные осадки с верхней части земляного полотна необходимо

- А) отводить
- Б) аккумулировать
- В) сохранять
- Г) собирать

95. При воздействии атмосферных осадков на верхнюю часть земляного полотна и дорожные одежды необходимо предусматривать

- А) гидроизолирующие и дренирующие слои
- Б) торфяные слои
- В) иловые слои
- Г) зеркальные слои

96. При воздействии поверхностных вод на верхнюю часть земляного полотна и дорожные одежды необходимо предусматривать

- А) капилляропрерывающие и гидроизолирующие слои
- Б) иловые слои
- В) торфяные слои
- Г) сапропелевые слои

97. При воздействии подземных вод на верхнюю часть земляного полотна и дорожные одежды необходимо предусматривать

- А) дренаж
- Б) бордюры
- В) бровку
- Г) обочину

98. При устройстве земляного полотна на слабых грунтах необходимо

- А) удалять слабый грунт и заменять его другим
- Б) торфовать
- В) иловать
- Г) смешивать с сапропелями

99. При устройстве земляного полотна на слабых грунтах необходимо применять

- А) эстакады
- Б) бровки
- В) обочины
- Г) лесополосы

100. Возвышения бровки земляного полотна под уровнем грунтовых вод

- А) уменьшает поднятие капиллярной воды верхнюю часть полотна
- Б) повышает давление на грунт
- В) придает эстетический вид дорожному полотну
- Г) называется насыпью

101. Насыпи по внешним признакам проявления деформации бывают

- А) просадки, осадки, провалы
- Б) фильтрации, дезинестрации
- В) кавитации, фильтрации
- Г) сплавы, кавитации

102. Земляное полотно, возведенное на слабых грунтах

- А) проседает вследствие его деформации
- Б) прочное
- В) не дает просадки
- Г) долговечное

103. При увлажнении прочность грунта земляного полотна выполненного из суглинка

- А) понижается
- Б) повышается
- В) не изменится
- Г) изменяется не существенно

104. В местах, где автомобильная дорога пересекает реку, устанавливают систему сооружений называемую

- А) переходом водотока
- Б) паромом
- В) проезжей части
- Г) плотиной

105. Сооружение, проводящее дорогу над водным препятствием, называется

- А) мост
- Б) паромом
- В) проезжей части
- Г) плотиной

106. Сооружение, предназначенное для пропуска ливневых вод или небольших постоянно действующих водотоков и имеющее над собой земляную насыпь, называется

- А) трубой-переездом
- Б) паромом
- В) проезжей частью
- Г) плотиной

107. Сооружение, проводящее дорогу под водным препятствием называется

- А) тоннель
- Б) паромом
- В) проезжей части
- Г) плотиной

108. Подвижные устройства, перевозящие транспортные средства через водные препятствия называется

- А) паром
- Б) автопоезд
- В) баржа
- Г) пароход

109. Сооружение, обеспечивающее движения транспортных средств по дну водотока называется

- А) брод
- Б) плотина
- В) бровка
- Г) обочина

110. Пересечение и примыкание автомобильных дорог рекомендуется проектировать

- А) на прямолинейных в плане участках
- Б) криволинейных
- В) серпантинах
- Г) закруглениях

111. Дорожная одежда предназначена для

- А) создания прочной и ровной поверхности в проезжей части автомобильной дороги
- Б) передвижения транспорта
- В) складирования материала ремонта
- Г) отвода воды

112. Конструкция дорожной одежды должна включать в себя

- А) слой износа
- Б) слой скольжения
- В) слой движения
- Г) слой передвижения

113. Дорожная одежда должна иметь

- А) достаточно шероховатую поверхность
- Б) быть гладкой
- В) быть зеркальной
- Г) быть чёрной

114. Цементно-бетонные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки – это дорожные одежды

- А) капитальные
- Б) временные
- В) сезонные
- Г) полевые

115. Гравийные и щебёночные, укрепленные вяжущим по дороге – это дорожные одежды

- А) облегченные
- Б) временные
- В) сезонные
- Г) полевые

116. Гравийные и щебёночные без укрепления – это дорожные одежды

- А) переходные
- Б) временные
- В) сезонные



Г) полевые

117. Дорожные одежды, устраиваемые из грунтовых оптимальных смесей – это дорожные одежды

- А) низкие
- Б) сезонные
- В) голевые
- Г) сельскохозяйственного назначения

118. Дорожные одежды бывают

- А) жёсткие и нежёсткие
- Б) полевые
- В) сезонные
- Г) сельскохозяйственного назначения

119. Верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая усилия от колёс автомобилей называется

- А) покрытием
- Б) зеркальной поверхностью
- В) обочиной
- Г) бровкой

120) Произведения количества перевозимых грузов в тонах на расстояние перевозок в километрах

- а) грузооборот
- б) расстояние
- в) интенсивность
- г) грузоподъемность

121) Произведение количества перевозимых пассажиров на расстоянии перевозок в километрах

- а) пассажирооборот
- б) расстояние
- в) интенсивность
- г) грузоподъемность

122) В слоях дорожной одежды необходимо использовать

- а) местные строительные материалы
- б) ил и торф
- в) только ил
- г) только торф

123) Несущая прочная часть одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределения и снижения давления на расположенные ниже слои или грунт, называется

- а) основанием
- б) обочиной
- в) бровкой
- г) бордюром

124) Слои, которые устраивают между основанием и подстилающим грунтом, называются

- а) дополнительным слоем основания
- б) зеркалом
- в) зеркальным слоем
- г) обочинным слоем

125) Дорожная одежда и земляное полотно составляют

- а) дорожную конструкцию
- б) бровку
- в) обочину
- г) эстакаду

126) Колейное покрытие может устраиваться

- а) из железобетонных плит шириной 1 м
- б) из торфа
- в) из ила
- г) из мелкого песка с илом

127) При конструировании дорожной одежды определяется

- а) толщины слоёв и материала, из которых они будут устраиваться
- б) названия слоёв
- в) материалы
- г) истинная плотность материалов

128) Защита от транспортного шума может быть обеспечена путём создания вдоль дорог

- а) полосы зеленых насаждений
- б) бордюров
- в) бровок
- г) эстакад

129) Прямолинейная ширина дороги называется

- а) аллея
- б) эстакада
- в) трасса
- г) бровка

130) Автомобильная дорога Брест-Москва называется

- а) М1/Е30

- б) 656
- в) В25
- г) С427

131) При проезде тяжеловесных и крупногабаритных автотранспортных средств по автомобильной дороге М1/Е30 (Брест – Москва) плата

- а) взимается
- б) не взимается
- в) взимается только с граждан СНГ
- г) взимается только с граждан США

132. Республиканские унитарные предприятия автомобильных дорог сокращённо называются

- А) Автодор
- Б) Автокад
- В) Автомир
- Г) АвтоПМК

133. Республиканские магистральные дороги имеют в своём обозначении индекс

- А) М
- Б) ДСП
- В) РС
- Г) ДВП

134. Республиканские дороги имеют в своём обозначении индекс

- А) Р
- Б) ДСП
- В) ДВП
- Г) ПМК

135. На окружающую среду автомобильные дороги

- А) влияют
- Б) не влияют
- В) влияют незначительно
- Г) не влияют или влияют незначительно

136. При строительстве автомобильных дорог обочины

- А) необходимо укреплять
- Б) красить масляной краской
- В) красить вододисперсионной краской
- Г) бланшировать

137. Обочина может быть укреплена

- А) посадкой травы или укладкой ж/б плит

- Б) гипсом
- В) торфом
- Г) мелким песком

138. В пределах водоохранных зон песчано-солевые смеси для борьбы с гололёдом применять

- А) нельзя
- Б) можно
- В) можно только в январе
- Г) можно только зимой

139. Съезды с автомобильной дороги на местные дороги должны быть

- А) укреплённые
- Б) окрашенные краской
- В) посыпанные торфом
- Г) посыпанные илом

140. Защитные лесополосы вдоль автомобильных дорог предназначены

- А) для защиты от снежных заносов
- Б) для обозначения направления трассы
- В) для обозначения поворотов
- Г) для обозначения направления дороги

141. Лесополосы вдоль автомобильных дорог предназначены для

- А) выполнения санитарно-гигиенических и эстетических функций
- Б) для обозначения направления дороги
- В) для обозначения направления трассы
- Г) для обозначения поворотов

142. Посадочные площадки в местах автобусных остановок предназначены для

- А) посадки пассажиров
- Б) выгрузки ДВП и ДСП
- В) погрузки КРС
- Г) выгрузки КРС

143. Для обеспечения безопасности движения, регулирования его и ориентировки водителя в пути автомобильные дороги должны быть оборудованы

- А) дорожными знаками
- Б) бровками
- В) лесополосами
- Г) лесопосадками

144. Для предотвращения аварийных съездов транспортных средств и сельскохозяйственных машин с земляного полотна предусматриваются

- А) ограждения барьерного типа
- Б) бровки
- В) обочины
- Г) лесопосадки

145. Автобусные остановки располагаются на

- А) прямых участках дороги
- Б) поворотах
- В) около примыканий
- Г) около пересечений с ж/д путями

146. На тупиковых дорогах площадки для разворота машин

- А) предусматривают
- Б) нет
- В) только обочины
- Г) только бровки

147. Полевые дороги

- А) планируют автогрейдером
- Б) посыпают щебнем
- В) посыпают гравием
- Г) поливают битумом дорожным

148. На автомобильных дорогах дорожные одежды могут быть из

- А) асфальтобетона
- Б) ила
- В) торфа
- Г) ила или торфа

149. Крутизна откосов земляного полотна характеризуется

- А) коэффициентом заложения
- Б) аморфностью
- В) коэффициентом фильтрации
- Г) пустотностью

150) Ширина проезжей части эксплуатационных дорог составляет

- а) 3м
- б) 20м
- в) 30м
- г) 35м

#### **4.7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ И ПРОВЕДЕНИЮ АТТЕСТАЦИИ**

При преподавании дисциплины предусматривается использование блочно-модульной технологии обучения с рейтинговым контролем знаний студентов.

Тематический план учебных занятий разделяется на модули (не менее 2-х в семестр), в рамках которых выделяются тематические блоки, включающие определенный объем лекционных и практических занятий (по 20-25 часов). По окончании изучения блока или модуля дисциплины проводится контрольный опрос или работа с выставлением промежуточной оценки по десятибалльной шкале. К сдаче блока или модуля допускаются студенты, отработавшие пропуски учебных занятий, прослушавшие лекционный курс по данной теме и выполнившие объем практических работ. Студенты, не сдавшие предыдущий блок или модуль, к сдаче следующего не допускаются.

Текущий контроль за выполнением курсового проекта выполняется путем контроля сдачи на проверку в установленные сроки соответствующих разделов проекта.

## 5 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 5.1 Литература основная

1. С л а в у ц к и й, А.К. Сельскохозяйственные дороги и площадки / А.К. Славуцкий, В.П. Носов. 2-ое изд. М.: Агропромиздат, 1986.
2. Б о й ч у к, В.С. Проектирование сельскохозяйственных дорог и площадок / В.С. Бойчук. М.: Агропромиздат, 1989.
3. СНиП 2.05-11-83. Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях и организациях. Госстрой СССР. М.: 1984.
4. ТКП 45-3.03-19-2006. Автомобильные дороги. Минстройархитектуры. Минск. 2006.
5. Б а б к о в, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. Ч.1; Учебник для ВУЗов. Изд. 2-ое. Транспорт, 1987.
6. Б а б к о в, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. Ч. 2; Учебник для ВУЗов. Изд. 2-ое. Транспорт, 1987.
7. Б у с е л, А.В. Ремонт автомобильных дорог / А.В. Бусел. Учеб. пособие. Мн.: Арт Дизайн, 2004.
8. Ш у л я к о в, Л.В. Внутрихозяйственные дороги и площадки / Л.В. Шуляков, В.Н. Основин. Учебн. пособие: Мн.: Ураджай, 1999.
- 9 Дубяго Д.С., Шуляков Л.В. Внутрихозяйственные автомобильные дороги. Методические указания по выполнению курсового проекта / БГСХА. – Горки, 2010. – 120 шт.

### 5.2 Литература дополнительная

10. Дороги местного значения. Под ред. Г.А.Кузнецова. М.: Агропромиздат, 1986.
11. Шуляков Л.В., Основин В.Н. Грунтоведение и строительные материалы. Лабораторный практикум. Горки, 1986.
12. Л е о н о в и ч, И.И. Испытание дорожно-строительных материалов / И.И. Леонович, В. А. Стрижевский, К.Ф. Шумчик. Учебн. пособие. Мн.: Выш. шк., 1991.
13. Л е о н о в и ч, И.И. Дорожная климатология / И.И. Леонович. Учебник: Мн.: БНТУ, 2005.
14. Основин В.Н., Шуляков Л.В., Дубяго Д.С. Справочник по строительным материалам и изделиям. Изд. 5-е. – Ростов на Дону: Феникс, 2006.
5. Шуляков Л.В., Основин В.Н. Общие сведения об автомобильных дорогах: Учебное пособие, БГСХА. – Горки: 2002.
16. Шуляков Л.В., Основин В.Н. Классификация автомобильных дорог: Учебное пособие / БГСХА. – Горки. 2002.

17. Шуляков Л.В. Развитие, состояние и перспективы дорожного строительства в Республике Беларусь: Лекция. – Горки: БГСХА, 2004.
18. Шуляков Л.В., Белясов В.И., Основин В.Н. Внутрихозяйственные автомобильные дороги. Программа учебной практики / БГСХА. – Горки, 2005.
19. Шуляков Л.В. Дорожно-экологический мониторинг: Лекция. – Горки: БГСХА, 2006.
20. Шуляков Л.В. Воздействие транспортного шума на окружающую среду: Лекция. – Горки: БГСХА, 2006.
21. Шуляков Л.В. Проектирование дорожных одежд: Лекция. – Горки: БГСХА, 2007.
22. Бабаскин Ю.Г., Вербило И.Н. Технология дорожного строительства: Учеб. пособие. – Мн.: БНТУ, 2003.