

3343



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Организация автомобильных перевозок
и дорожного движения»

ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания

Минск 2008

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Организация автомобильных перевозок
и дорожного движения»

ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ
И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания
для студентов специальности 1-44 01 02
«Организация дорожного движения»

Минск 2008

625.42

УДК 656.13.08 (075.8)

~~ББК 39.33-08я7~~

Д 69

Составитель

Е.Н. Кот

Рецензенты:

В.А. Курейчик, В.К. Хатковский

Методические указания содержат программу дисциплины «Дорожные условия и безопасность движения», а также исходные данные и методику выполнения курсовой работы.

ВВЕДЕНИЕ

Цель курса «Дорожные условия и безопасность движения» – дать студентам четкое представление о характеристиках транспортных путей сообщения, их влиянии на условия выполнения перевозок грузов и пассажиров, а также о способах обеспечения безопасности движения путем совершенствования дорожных условий.

Функционирование транспортной системы в условиях перехода от плановой экономики, увеличение уровня автомобилизации и интенсивности использования транспортных средств повышают требования к организации перевозок с тщательным учетом условий движения. Себестоимость перевозок и безопасность их осуществления в значительной степени определяются характеристиками инфраструктуры, в том числе параметрами путей сообщения. С другой стороны, движение подвижного состава с нерасчетными характеристиками вызывает ускоренный износ или разрушение путей сообщения, а в некоторых случаях – тяжелые последствия при возникновении аварийных ситуаций.

Инженер, работающий в области дорожного движения, должен хорошо знать транспортно-эксплуатационные качества путей сообщений (прежде всего для профилирующего вида транспорта), уметь их оценивать и учитывать дорожные условия при организации перевозок и процесса движения транспортных средств и пешеходов, владеть способами обеспечения безопасности движения путем улучшения характеристик инфраструктуры.

Изложение курса «Дорожные условия и безопасность движения» основывается на знаниях, ранее полученных студентами при изучении дисциплин физико-математического цикла. Оно направлено на достоверную оценку влияния характеристик

путей сообщения на эксплуатационные показатели транспортных средств и уровень безопасности движения.

В связи с этим особое значение имеют лабораторные работы на сети путей сообщения и курсовая работа. При выполнении лабораторных работ изучающий может в реальных условиях оценить, как изменение характеристик путей сообщения отражается на режимах движения транспортных средств и показателях безопасности. При разработке курсовой работы студент выполняет комплексный анализ характеристик пути сообщения, оценивает его транспортные качества, выявляет опасные участки и разрабатывает мероприятия по улучшению дорожных условий для повышения эффективности и безопасности движения.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Лекционные занятия

1.1.1. Общие сведения о путях сообщения

Значение путей сообщения в развитии народно-хозяйственного комплекса Республики Беларусь. Требования подвижного состава к современным путям сообщения: экономичность, скорость, безопасность и удобство выполнения пассажирских и грузовых перевозок. Значение знания транспортно-эксплуатационных характеристик путей сообщения при организации перевозок и дорожного движения. Взаимодействие транспортного средства и пути сообщения и учет особенностей восприятия водителями транспортных средств условий движения, как научная база проектирования и эксплуатации путей сообщения.

Общая классификация путей сообщения различных видов транспорта: дорожного (автодорожного), железнодорожного, воздушного, водного, трубопроводного.

Классификация автодорожных путей сообщения (дорог) Республики Беларусь. Расчетные скорости движения по автомобильным дорогам Республики Беларусь, улицам и проездам населенных пунктов, их обоснование. Техничко-экономические показатели строительства и эксплуатации дорог. Современное состояние дорожного хозяйства Республики Беларусь.

Планы развития и совершенствования системы путей сообщения дорожного транспорта в Республике Беларусь – повышение характеристик магистральных дорог, реконструкция и развитие сети дорог общего пользования низших категорий, сооружение объездных дорог в обход населенных пунктов, развитие улично-дорожной сети городов и населенных пунктов сельского типа.

1.1.2. Элементы дорог и требования к ним

Полоса отвода. Земляное полотно и его элементы. Проложение дороги в насыпях и выемках. Проезжая часть, обочины, велосипедные и пешеходные дорожки, тротуары, тракторные пути. Дорожная одежда. Система отвода воды с дороги. Водопропускные сооружения – мосты и трубы, их габариты и расчетные нагрузки. Сооружения обслуживания движения.

Поперечные профили земляного полотна в насыпях, выемках и на косогорах. Поперечный профиль проезжей части. Разделительная полоса на автомобильных магистралях. Краевые полосы. Обочины. Обоснование ширины полосы движения. Скорость движения одиночных автомобилей и транспортных потоков в разных дорожных условиях. Пропускная способность полосы движения и обоснование числа полос движения на проезжей части. Крутизна откосов земляного полотна. Изображение поперечных профилей в проектах дорог.

Понятие трассы. Элементы трассы. Прямые и кривые. Обоснование величины радиусов кривых в плане. Переходные кривые. Виражи и уширения проезжей части на кривых. Расчетная видимость дороги в плане. Боковая видимость придорожной полосы. Приемы обеспечения видимости. План трассы дороги, его оформление.

Проектная линия. Необходимое возвышение дороги над прилегающей местностью из условий осушения и снеготаносимости. Рабочие отметки. Грунтовый профиль. Обоснование величины максимальных продольных уклонов. Смягчение переломов продольного профиля вогнутыми и выпуклыми вертикальными кривыми. Видимость в продольном профиле и обоснование требований к радиусам вертикальных кривых. Скорость движения автомобилей по вертикальным кривым. Изображение продольного профиля.

1.1.3. Принципы проложения трассы дорог на местности

Расположение трассы по отношению к формам рельефа. Ландшафтное проектирование и пространственная плавность трассы. Учет требований охраны окружающей среды при проектировании и строительстве дорог. Проложение дорог в районе населенных пунктов. Обходы городов, кольцевые дороги. Особенности трассирования дорог в равнинной и холмистой местности. Правила пересечения дорогами больших и малых водотоков, железных и автомобильных дорог. Принципы нанесения проектной линии в различных условиях рельефа.

1.1.4. Дорожные одежды

Назначение дорожной одежды и ее конструктивных слоев. Требования транспортных средств к дорожным одеждам. Классификация дорожных одежд. Конструкция наиболее распространенных типов дорожных одежд в Республике Беларусь. Расчет нежестких дорожных одежд.

Влияние характеристик дорожных одежд на транспортно-эксплуатационные показатели путей сообщения и уровень безопасности движения. Способы улучшения характеристик дорожных одежд.

1.1.5. Пересечения дорог

Особенности условий движения в местах пересечений дорог. Конфликтные точки. Показатели сложности транспортного узла. Типы транспортных развязок в одном уровне. Пересечения канализированного типа. Кольцевые развязки.

Пересечения и примыкания в разных уровнях. Габариты мостов и путепроводов. Расчетные нагрузки. Требования безопасности движения к конструкциям мостов и путепроводов. Схемы наиболее распространенных пересечений в разных

уровнях – клеверный лист, распределительное кольцо, сложные пересечения левоповоротного типа. Пересечения в разных уровнях с неполной развязкой транспортных потоков – ромб, неполный клеверный лист, принципы их индивидуального проектирования.

Железнодорожные переезды. Требования к расположению пересечений автомобильных и железных дорог. Необходимая видимость на переездах. Критерии перехода от пересечения в одном уровне к пересечениям в разных уровнях.

1.1.6. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог

Скорости движения одиночных автомобилей и транспортных потоков в различных дорожных условиях. Влияние элементов трассы, ровности и шероховатости покрытий на скорости движения и эксплуатационные показатели работы транспорта.

Интенсивность движения и пропускная способность дороги. Понятие об уровнях удобства.

Обследования дорог и мероприятия по повышению их транспортных качеств. Определение продольных уклонов, радиусов кривых в плане и продольном профиле. Оценка видимости. Способы оценки прочности дорожных одежд. Оценка ровности и коэффициентов сцепления покрытий.

1.1.7. Оценка обеспеченности безопасности движения

Роль дорожных условий в возникновении дорожно-транспортных происшествий. Выявление опасных мест по графику изменения скоростей движения по длине дороги («коэффициент безопасности»). Использование данных о геометрических элементах дороги («коэффициент аварийности»). Изменение степени обеспечения безопасности движения

в разные сезоны года («сезонные графики коэффициентов безопасности»). Учет данных статистики дорожно-транспортных происшествий при выявлении опасных участков дорог.

Безопасность движения на пересечениях. Способы повышения безопасности движения путем улучшения дорожных условий. Учет потерь от дорожно-транспортных происшествий.

1.1.8. Автомобильные дороги в особых условиях

Особенности автомобильных дорог в сложных природных условиях. Водно-тепловой режим поверхностных слоев грунта и конструкции земляного полотна. Грунтовые и речные наледи и борьба с ними. Дороги на болотах. Дороги в овражистой местности.

1.1.9. Автомобильные магистрали

Особенности проектирования автомобильных магистралей. Требования, предъявляемые к автомобильным магистралям. Классификация магистралей и их поперечные профили. Особенности трассы автомобильных магистралей. Пространственная плавность дороги. Оптимальные сочетания элементов трассы в плане и продольном профиле. Клотоидное трассирование. Зрительное ориентирование водителей. Проложение автомобильных магистралей в районе крупных населенных пунктов.

Требования к автомобильным дорогам, включенным в сеть международных дорог.

1.1.10. Улицы и проезды населенных пунктов

Функциональное зонирование городской территории. Принципы планировки городов. Планировочные схемы улично-

дорожной сети населенных пунктов. Особенности проектирования улиц и проездов населенных пунктов.

Элементы улиц: проезжая часть, трамвайное полотно, тротуары, велосипедные дорожки, зеленые насаждения. Требования различных городских транспортных средств к элементам улиц. Поперечные профили городских дорог и улиц и принципы их конструирования.

Подземные инженерные сети и принципы их размещения. Система отвода ливневых вод.

Особые случаи проектирования поперечных профилей на набережных, подходах к мостам, парковых улицах. Особенности проектирования улиц в продольном профиле. Планировка площадей. Улицы непрерывного движения.

Особенности конструкции дорожных одежд на городских улицах.

1.1.11. Сооружения обслуживания движения

Классификация сооружений обслуживания. Размещение и планировка площадок для стоянки и кратковременного отдыха водителей. Видовые площадки. Остановочные пункты маршрутных транспортных средств. Сооружения технического обслуживания автомобилей. Сооружения общественного питания. Места длительного отдыха и комплексы обслуживания. Придорожные гостиницы. Мотели, кемпинги, зоны длительного отдыха, комплексы обслуживания водителей. Общие рекомендации по проектированию и размещению сооружений обслуживания.

1.1.12. Условия эксплуатации автомобильных дорог, улиц и проездов населенных пунктов

Воздействие на дорогу движения и природных факторов. Износ дорожных покрытий. Ровность дорожных покрытий

и ее влияние на транспортные качества дороги. Способы оценки ровности.

Деформации дорожных одежд. Пучины на дорогах. Ограничения движения по дорогам в весенний период.

Заносимость дорог снегом. Снегозащитные ограждения и посадки, снегоочистка. Борьба с гололедицей.

Ремонтные работы и организация движения на ремонтируемых участках.

Уровни требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог, улиц и проездов населенных пунктов по условиям обеспечения безопасности движения.

1.2. Примерный перечень лабораторных занятий

1. Измерение ровности покрытия дорожной одежды с помощью трехметровой рейки.

2. Измерение ровности покрытия дорожной одежды косвенными методами.

3. Измерение коэффициента сцепления покрытия дорожной одежды.

4. Исследование влияния топологии путей сообщения на уровень развития региона.

5. Оценка пропускной способности участка улично-дорожной сети города.

6. Определение расстояний видимости на кривой в плане и выпуклой вертикальной кривой.

7. Определение расстояний видимости на пересечении дорог.

2. КУРСОВАЯ РАБОТА

Тема курсовой работы:

«Оценка условий движения по участку существующей дороги»

Цель выполнения работы – изучение методов определения транспортно-эксплуатационных показателей дороги и оценки ее пригодности к осуществлению заданного объема движения.

Перечень разделов курсовой работы:

1. Построение плана трассы и определение его характеристик.
2. Исследование характеристик поперечного профиля на соответствие требованиям нормативных документов.
3. Определение пропускной способности и уровня загрузки.
4. Оценка условий движения по кривым в плане методом коэффициентов безопасности.
5. Выявление опасных участков дороги методом коэффициентов аварийности.
6. Оценка необходимости усиления дорожной одежды методом допустимого упругого прогиба.
7. Разработка мероприятий по улучшению условий движения.

Исходные данные для курсовой работы:

1. Участок продольного профиля дороги.

Каждому студенту определяется для исследования участок существующей дороги протяженностью 3 км.

2. Линейный график дороги.

Исходные данные в линейном графике приведены для трех участков, каждый из которых соответствует одному километру дороги.

3. Конструкция дорожной одежды.

Приведен перечень слоев дорожной одежды (сверху вниз) с указанием материалов каждого слоя и толщины слоев. Указан вид грунта земляного полотна, на котором расположена

дорожная одежда, и его модуль упругости в летний (сухой) период года. Верхний слой дорожной одежды должен быть идентичным указанному в п.12 линейного графика.

2.1. Содержание курсовой работы

2.1.1. Построение плана трассы и определение его характеристик

Трассой называется положение геометрической оси дороги в пространстве. *План трассы* – это проекция трассы на горизонтальную плоскость.

Построение плана трассы выполняется по исходным данным, приведенным на продольном профиле дороги в графах «Прямые и кривые в плане» (либо «План линии», либо «Условный план трассы»), «Пикетъ», «Километры», «Развернутый план трассы с ситуацией». План трассы вычерчивается в масштабе 1:5000 (в 1 см 50 м) на листе формата А3 либо в масштабе 1:10000 (в 1 см 100 м) на листе формата А4.

Вначале из точки начала дороги проводится луч в направлении, определяемом румбом первого прямолинейного участка. Румбом называется угол между направлением участка дороги и линией «север-юг», отсчитываемый от 0 до 90 градусов в пределах одного из четырех секторов азимутального круга. Секторы обозначаются буквами (СВ – северо-восточный, ЮВ – юго-восточный, ЮЗ – юго-западный, СЗ – северо-западный). Если румб не указан, луч проводится в северном направлении (вверх). На луче откладывается отрезок, равный в масштабе длине первого прямолинейного участка, и таким образом определяется положение точки начала первой кривой в плане (Нк1). Если исследуемый участок дороги начинается не с начала километра, длину первого прямолинейного участка следует рассчитать, исходя из количества пикетов (участков длиной 100 м), размещенных на исследуемом отрезке,

и расстояния от ближайшего пикета до точки начала (конца) соседней кривой в плане, указанного возле этой точки.

От полученной точки Hk_1 далее по лучу откладывается расстояние, равное тангенсу кривой в плане (T_1), и определяется положение вершины угла поворота №1 (BV_1).

В вершине угла в необходимом направлении (вправо или влево) откладывается угол поворота (угол между продолжением первоначального направления трассы и ее новым направлением). Направление поворота определяется по данным графы продольного профиля «Прямые и кривые в плане» либо по данным графы «Развернутый план трассы». В графе «Прямые и кривые в плане» при движении слева направо повороту направо соответствует расположение дугообразного элемента, обозначающего кривую в плане выше среднего положения трассы, и наоборот, повороту налево соответствует расположение условного обозначения кривой в плане ниже среднего положения трассы. В графе «Развернутый план трассы» новое направление трассы показано стрелкой, выходящей из точки, обозначающей вершину угла поворота.

В новом направлении трассы от вершины угла вновь откладывается расстояние T_1 и определяется положение точки окончания первой кривой в плане (Kk_1), от которой далее по лучу откладывается расстояние, соответствующее длине второго прямолинейного участка. От полученной точки начала второй кривой в плане (Hk_2) откладывается тангенс второй кривой (T_2) для получения вершины угла поворота №2.

Далее процесс построения плана трассы аналогичен рассмотренному выше и продолжается до прибытия в точку конца дороги.

Для построения криволинейных участков определяется положение центров каждого из поворотов. Из точек Hk и Kk перпендикулярно трассе проводятся лучи. Точка их пересечения определяет положение центра поворота. Расстояние от

центра поворота до точек Нк и Кк будет соответствовать радиусу поворота.

После построения плана трассы он разбивается на пикеты. Расставляются указатели километров (в каждом километре 10 пикетов), обозначаются вершины углов поворота и их центры (обозначаются буквами О с соответствующими индексами), точки начала и конца кривых в плане, характеристики прямолинейных участков и углов поворота.

Далее вдоль трассы наносится ситуация по 50 м в каждую сторону от нее – расположение пересечений дорог, мостов, населенных пунктов, отдельных строений, линий электропередач, лесных массивов, полей и т.д. Сведения о наличии и размещении таких элементов содержатся в графе «Развернутый план трассы с ситуацией».

При отсутствии на продольном профиле, выданном в качестве исходного задания, населенных пунктов, пересечений дорог, мостов, остановочных пунктов автобусов указанные объекты должны быть размещены студентом самостоятельно с учетом следующих правил:

1. На дороге должен находиться один населенный пункт длиной 200–300 м (на любом из участков).

2. На **каждом километровом** участке должны располагаться (как минимум): одно пересечение (примыкание) дорог, один мост, один остановочный пункт автобуса. Конкретное место размещения каждого из указанных объектов определяется с учетом местных условий.

Масштаб изображения ситуации на плане трассы в поперечном направлении от оси дороги целесообразно принять М 1:10000 (в 1 см 100 м). Пример построения плана трассы приведен на рис. 1.

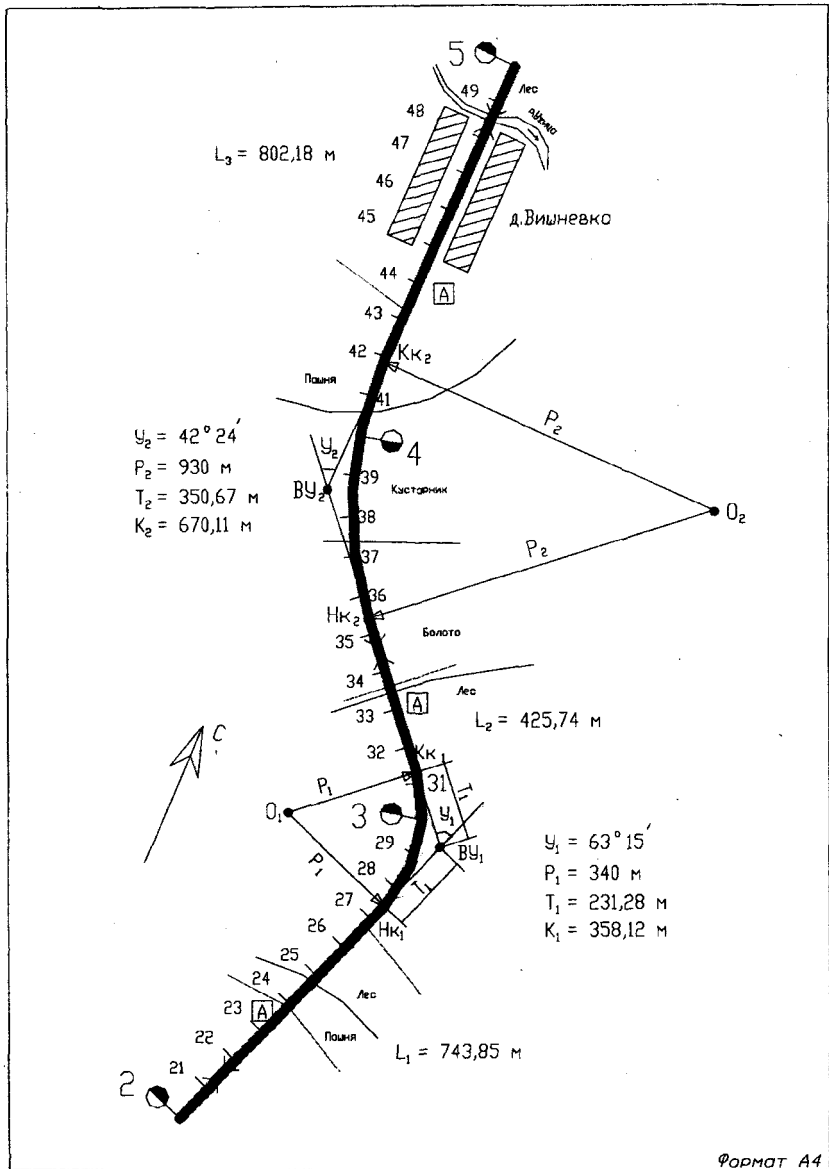


Рис. 1. План трассы

После выполнения графической части рассчитываются основные характеристики плана трассы:

1. Суммарная длина прямых участков.
2. Средняя протяженность прямолинейного участка (отношение суммарной длины прямых к количеству прямолинейных участков).
3. Суммарная длина кривых в плане.
4. Средняя протяженность кривой в плане (отношение суммарной длины кривых в плане к их количеству).
5. Количество углов поворота.
6. Удельное количество углов поворота на 1 км дороги.
7. Средняя величина угла поворота.
8. Коэффициент развития трассы (коэффициент извилистости $K_{\text{изв}}$) – отношение фактической длины дороги к кратчайшему расстоянию между ее начальным и конечным пунктами, измеренному по прямой линии, их соединяющей («воздушной линии»):

$$K_{\text{изв}} = \frac{L_{\text{ф}}}{L_{\text{в}}} \quad (1)$$

Полученное значение сравнивается со значениями, обычными для типичных видов рельефа на территории Республики Беларусь: равнинного (значение $K_{\text{изв}}$ до 1,1) либо слабохолмистого (1,1–1,15).

9. Минимальный радиус кривой в плане на каждом километре исследуемого участка. Полученные значения сравниваются со значениями, определенными нормативными документами в зависимости от категории дороги (прил. 1). Категория дороги определяется по интенсивности движения (п.1 линейного графика).

Выводы по разделу должны содержать результаты сравнения характеристик плана трассы с нормативными значениями.

Предложения по изменению характеристик плана трассы приводятся в разделе 7 курсовой работы (раздел 2.1.7 данного издания).

2.1.2. Исследование характеристик поперечного профиля на соответствие нормативным требованиям

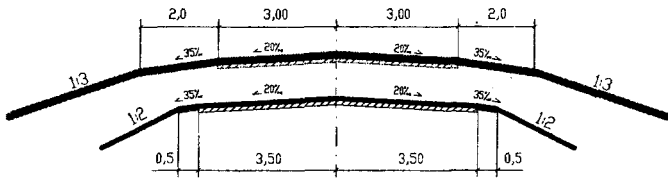
Поперечным профилем называется сечение дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной оси дороги.

Основные характеристики существующего поперечного профиля (ширина полосы движения, ширина обочины) для каждого километра исследуемого участка дороги приведены в линейном графике. Поперечные уклоны проезжей части выбираются в зависимости от вида покрытия дорожной одежды из диапазона 15–40‰ (чем лучше условия стока воды, тем меньшее значение поперечного уклона необходимо). Поперечные уклоны обочин должны быть на 10–15‰ больше поперечных уклонов проезжей части. Коэффициент заложения откосов земляного полотна (отношение высоты откоса к его горизонтальной проекции) для существующих поперечных профилей принимается равным 1:2.

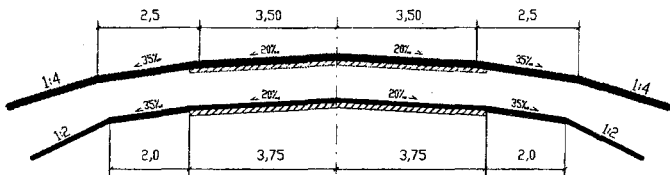
В зависимости от категории дороги для каждого ее километрового участка должен быть вычерчен требуемый поперечный профиль (красным цветом выше существующего поперечного профиля соответствующего участка). Вид покрытия проезжей части и поперечные уклоны при необходимости корректируются. Нормативный поперечный уклон откосов для участка II категории принимается 1:5, для участков III и IV категории – максимально допустимым по нормативу (прил. 1).

Существующие и нормативные поперечные профили должны быть вычерчены на листе формата А4 в масштабе М 1:100 (пример построения приведен на рис. 2). На всех поперечных профилях должны быть указаны размеры и уклоны геометрических элементов. Результаты сравнения характеристик поперечных профилей на всех участках дороги сводятся в таблицу.

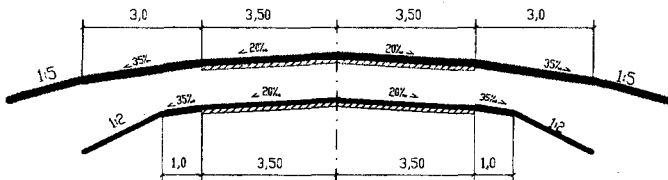
Участок 1 (IV категория)



Участок 2 (III категория)



Участок 3 (II категория)



Для каждого из участков:

вверху - профиль, соответствующий
нормативным требованиям;

внизу - существующий поперечный профиль

Формат А4

Рис. 2. Поперечные профили

Выводы по разделу должны содержать результаты сравнения характеристик поперечного профиля (ширины полосы движения, проезжей части, обочины, уклона откосов земляного полотна) с нормативными значениями. Предложения по изменению характеристик поперечного профиля приводятся в разделе 7 курсовой работы (раздел 2.1.7 данного издания).

2.1.3. Определение пропускной способности и уровня загрузки дороги

Уровень загрузки представляет собой отношение приведенной интенсивности движения к практической пропускной способности автомобильной дороги:

$$Z = \frac{Q_{\text{пр}}}{P_{\text{факт}}} \quad (2)$$

Приведенная интенсивность движения определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q^{\text{л}} K_{\text{п}}^{\text{л}} + Q^{\text{газ}} K_{\text{п}}^{\text{газ}} + Q^{\text{зил}} K_{\text{п}}^{\text{зил}} + Q^{\text{маз}} K_{\text{п}}^{\text{маз}} + Q^{\text{а-п}} K_{\text{а-п}}^{\text{а-п}}, \text{ ед./сут}, \quad (3)$$

где $Q^{\text{л}}, Q^{\text{газ}}, Q^{\text{зил}}, Q^{\text{маз}}, Q^{\text{а-п}}$ – интенсивности движения соответственно легковых автомобилей, грузовых типа ГАЗ, ЗИЛ, МАЗ, автопоездов, авт./сут;

$K_{\text{п}}^{\text{л}}, K_{\text{п}}^{\text{газ}}, K_{\text{п}}^{\text{зил}}, K_{\text{п}}^{\text{маз}}, K_{\text{п}}^{\text{а-п}}$ – коэффициенты приведения соответственно легковых автомобилей, грузовых типов ГАЗ, ЗИЛ, МАЗ, автопоездов к базовому автомобилю.

Для расчетов геометрических элементов улиц и дорог, оценки пропускной способности и уровня загрузки в качестве базового применяется легковой автомобиль.

Значения коэффициентов приведения различных типов транспортных средств к легковому автомобилю приведены в табл. 1. Коэффициент приведения к легковому автомобилю представляет собой отношение динамического габарита транспортного средства данного вида к динамическому габариту легкового автомобиля.

Таблица 1

Коэффициенты приведения для расчета пропускной способности

Вид транспортного средства	Коэффициент приведения к легковому автомобилю
Легковой	1,0
Грузовой типа ГАЗ-3307	1,5
Грузовой типа ЗИЛ-4331	2,0
Грузовой типа МАЗ-5337	2,5
Автопоезд	4,0

Интенсивность движения каждого типа транспортных средств на каждом участке дороги определяется на основании исходных данных, приведенных в линейном графике дороги (интенсивности движения на участке и доли транспортных средств каждого типа).

Пропускная способность какого-либо участка дороги определяется по следующей формуле:

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{итог}} ,$$

где P_{max} – максимальная практическая пропускная способность, авт./сут;

$\beta_{\text{итог}}$ – итоговый коэффициент снижения пропускной способности:

$$\beta_{\text{итог}} = \beta_1 \dots \beta_{15} ,$$

где $\beta_1 \dots \beta_{15}$ – частные коэффициенты снижения пропускной способности за счет влияния неблагоприятных дорожных условий.

При расчетах следует исходить из следующих значений максимальной пропускной способности загородных дорог (в легковых автомобилях в час):

- для двухполосных дорог – 2000 авт./ч в обоих направлениях;
- для трехполосных дорог – 4000 авт./ч в обоих направлениях;
- для дорог, имеющих 4 полосы движения, – 2000 авт./ч по одной полосе.

Значения частных коэффициентов снижения пропускной способности приведены в прил. 3.

Результаты определения коэффициентов снижения пропускной способности оформляются в виде линейных графиков (рис. 3). Для их построения анализируют план и профиль дороги по каждому из показателей и выписывают значения соответствующего частного коэффициента снижения пропускной способности. Перемножение по вертикали для каждого участка всех коэффициентов β дает итоговый коэффициент снижения пропускной способности $\beta_{\text{итог}}$. При определении $\beta_{\text{итог}}$ необходимо учесть размеры «зон влияния» каждого из учитываемых факторов (табл. 2).

По результатам расчетов строятся графики пропускной способности и уровня загрузки дороги движением. Пример построения графика приведен на рис. 3.

**Зоны влияния факторов, приводящих к снижению
пропускной способности**

Частный коэффициент	Наименование фактора	Зона влияния
β_1	Ширина полосы движения	В пределах каждого километра
β_2	Неподвижные препятствия на обочине	В пределах населенного пункта
β_3	Состав транспортного потока (доля автопоездов)	В пределах каждого километра
β_4	Продольный уклон	В пределах участка с продольным уклоном 2% и более
β_5	Расстояние видимости, м	На всей дороге (расстояние видимости принимается равным 350 м)
β_6	Кривые в плане	В пределах кривой в плане
β_7	Скорость движения	В пределах населенного пункта
β_8	Пересечения в одном уровне при доле ТС, выполняющих левый поворот, %	В зоне влияния перекрестка (по 100 м в каждую сторону от перекрестка)
β_9	Тип обочин	В пределах каждого километра
β_{10}	Тип покрытия	В пределах каждого километра
β_{11}	Боковые препятствия (остановочные пункты автобусов, площадки отдыха)	В зоне влияния объекта (по 50 м в каждую сторону)
β_{12}	Разметка проезжей части	В пределах каждого километра
β_{13}	Дорожные знаки ограничения скорости	В пределах участка ограничения
β_{14}	Ровность покрытия	В пределах каждого километра
β_{15}	Пешеходные дорожки в населенных пунктах	В пределах населенного пункта

Выводы по разделу должны содержать результаты расчета уровней загрузки и выявление участков, на которых он превышает значение 0,6, с анализом причин сложившегося положения.

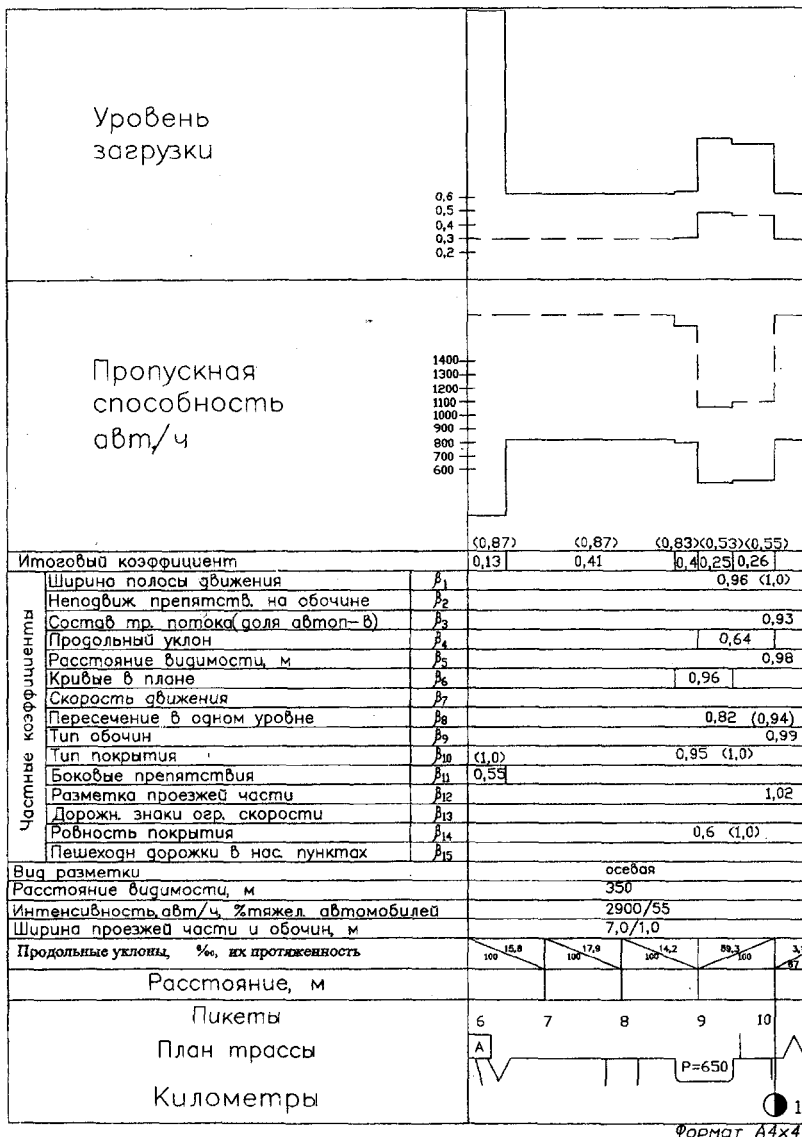


Рис. 3. Графики пропускной способности и уровня загрузки (фрагмент)

2.1.4. Оценка условий движения по кривым в плане методом коэффициентов безопасности

Коэффициент безопасности – безразмерный показатель, представляющий собой отношение максимально допустимой по условиям безопасности скорости движения транспортного средства по участку дороги к скорости въезда на этот участок с предыдущего:

$$K_{\text{без}} = \frac{V_{\text{доп}}}{V_{\text{въезда}}} \quad (6)$$

В зависимости от значения $K_{\text{без}}$ опасность участка оценивается в соответствии с табл. 3.

В курсовой работе методом коэффициентов безопасности необходимо оценить условия движения по кривым в плане.

Таблица 3

Степень опасности участков дорог в зависимости от $K_{\text{без}}$

Значение $K_{\text{без}}$	Степень опасности участка
$>0,8$	Безопасный
$0,6 \dots 0,8$	Малоопасный
$0,4 \dots 0,6$	Опасный
$<0,4$	Очень опасный

Допустимая скорость движения по кривой в плане зависит от радиуса кривой, наличия либо отсутствия виража, величины поперечного уклона и определяется по формуле

$$V_{\text{доп}} = \sqrt{127R \cdot (\mu \pm i_{\text{поп}})}, \text{ км/ч}, \quad (7)$$

где R – радиус кривой в плане, м;

μ – коэффициент поперечной силы ($\mu = 0,15 \dots 0,2$);

$i_{\text{поп}}$ – поперечный уклон наружной полосы проезжей части, доли единицы.

Знак «+» применяется при наличии виража, знак «-» – при двускатном поперечном профиле.

Значение допустимой скорости движения определяется для каждой кривой в плане как для поперечного профиля с виражом, так и для двускатного профиля.

В качестве скорости въезда для каждого участка используются:

- расчетная для данной категории дороги;
- разрешенная Правилами дорожного движения – 90 км/ч для дорог вне населенных пунктов, 60 км/ч – в населенных пунктах.

Результаты расчета $K_{без}$ для каждого из участков сводятся в таблицу. Выделяются участки, на которых $K_{без}$ менее 0,6. Для таких участков в выводах по разделу должны быть определены причины сложившегося положения.

Предложения по повышению безопасности на кривых в плане приводятся в разделе 7 курсовой работы (раздел 2.1.7 данного издания) и должны включать мероприятия строительного характера (устройство виражей с их величиной, увеличение радиусов кривых до конкретных значений) и первоочередные меры (ограничение максимальной скорости при въезде на кривую в плане и т.п.).

Для углов поворота с величиной более 5 градусов, не имеющих вписанных кривых в плане, предложения должны включать применение кривых с указанием радиуса, соответствующего нормативу.

2.1.5. Выявление опасных участков дороги методом коэффициентов аварийности

Степень опасности участков дороги по методике коэффициентов аварийности характеризуют итоговым коэффициентом аварийности, вычисленным как произведение частных коэффициентов, учитывающих влияние отдельных элементов плана, профиля и транспортно-эксплуатационных показателей дороги:

$$K_{\text{итог}} = K_1 \dots K_{15}, \quad (8)$$

где $K_1 \dots K_{15}$ – частные коэффициенты, представляющие собой отношение относительной пробеговой аварийности на участке дороги с характерным элементом плана или продольного профиля к относительной пробеговой аварийности на эталонном горизонтальном прямом участке дороги с проезжей частью шириной 7,5 м и укрепленными широкими обочинами:

$$K_i = \frac{A_{\text{проб}}^{\text{этал}}}{A_{\text{проб}}^{\text{этал}}}. \quad (9)$$

Относительная пробеговая аварийность – отношение количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) к суммарному пробегу транспортных средств по участку дороги (в млн авт.·км)

$$A_{\text{проб}} = \frac{N_{\text{ДТП}}}{L_{\text{автом}}} 10^6, \quad (10)$$

где $N_{\text{ДТП}}$ – среднегодовое количество ДТП на участке дороги;

$L_{\text{автом}}$ – суммарный пробег транспортных средств по участку дороги за год в обоих направлениях (в млн авт.·км).

Значения частных коэффициентов аварийности $K_1 \dots K_{15}$ приведены в прил. 2.

Результаты определения коэффициентов аварийности оформляют в виде линейных графиков. Для их построения анализируют план и профиль дороги по каждому из показателей и выписывают значения соответствующего частного коэффициента аварийности. Перемножение по вертикали для каждого участка всех коэффициентов аварийности дает итоговый коэффициент аварийности.

При определении $K_{\text{итог}}$ необходимо учесть размеры «зон влияния» каждого из учитываемых факторов (табл. 4).

При реконструкции дорог в условиях равнинного и холмистого рельефа рекомендуется предусматривать перестройку участков с итоговым коэффициентом аварийности более 25–40 в зависимости от местных условий. При проектировании новых дорог целесообразно перепроектировать участки, для которых коэффициент аварийности превышает 15–20.

По результатам расчетов строится график коэффициентов аварийности (фрагмент графика приведен на рис. 4). Выводы по разделу должны содержать перечень участков, на которых $K_{\text{итог}}$ превышает 20, с анализом причин (факторов).

Зоны влияния частных коэффициентов аварийности

Частный коэффициент	Наименование фактора	Зона влияния
K_1	Интенсивность движения	В пределах каждого километра
K_2	Ширина проезжей части	В пределах каждого километра
K_3	Ширина обочины	В пределах каждого километра
K_4	Продольный уклон	В пределах участка с уклоном 2% или более
K_5	Радиус кривых в плане	В пределах кривой в плане
K_6	Расстояние видимости	Принимается равным 350 м в продольном профиле для всей дороги
K_7	Ширина моста по сравнению с шириной проезжей части дороги	По 50 м в каждую сторону от середины моста
K_8	Длина прямых участков	На всей дороге
K_9	Пересечение в одном уровне с учетом интенсивности на второстепенной дороге	В зоне влияния перекрестка (по 100 м в каждую сторону от перекрестка)
K_{10}	Тип пересечения	В зоне влияния перекрестка (по 100 м в каждую сторону от перекрестка)
K_{11}	Видимость пересечения	В зоне влияния перекрестка (по 100 м в каждую сторону от перекрестка)
K_{12}	Число полос движения на проезжей части	В пределах участков с одинаковым числом полос
K_{13}	Расстояние от застройки	В пределах населенного пункта
K_{14}	Длина населенного пункта	В пределах населенного пункта
K_{15}	Коэффициент сцепления (состояние покрытия)	В пределах каждого километра

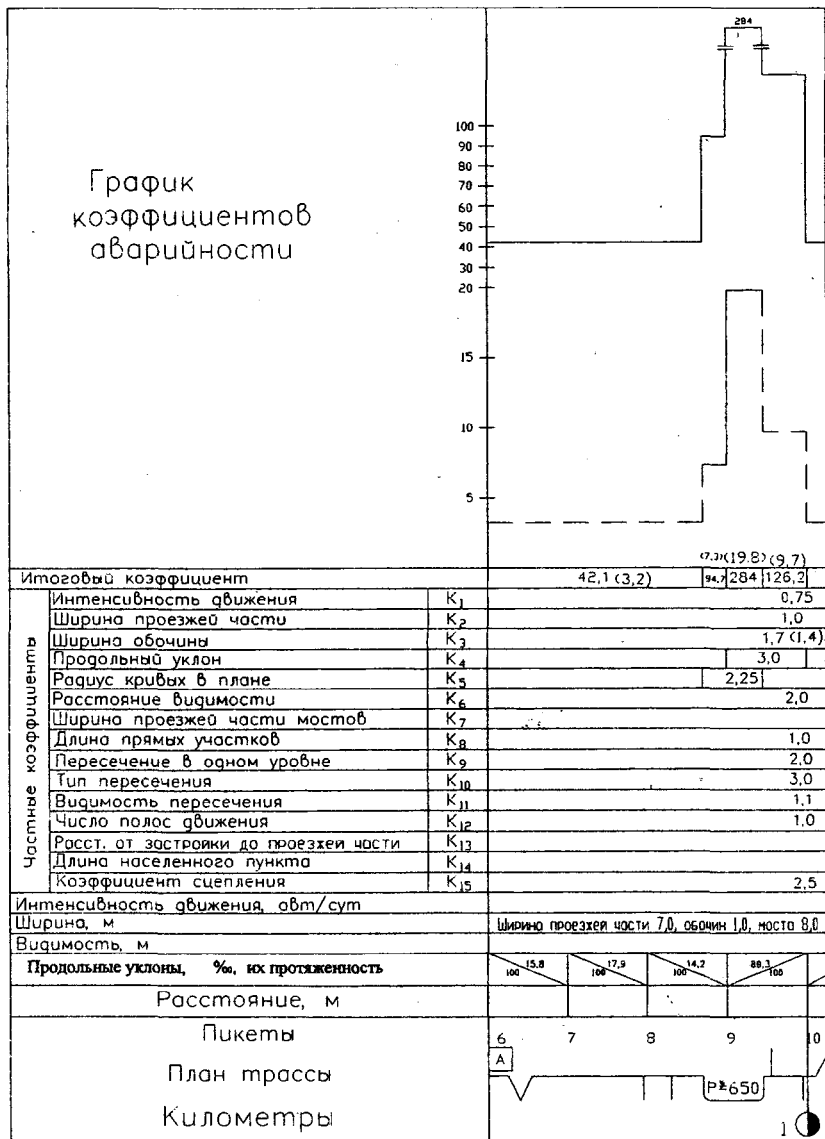


Рис. 4. Графики коэффициентов аварийности (фрагмент)

2.1.6. Оценка необходимости усиления дорожной одежды по критерию допустимого упругого прогиба

Исходными данными для оценки работоспособности дорожной одежды являются интенсивность и состав движущегося по ней транспортного потока, а также конструкция дорожной одежды (очередность и толщина отдельных слоев, характеристика их прочности), вид грунта земляного полотна (рис. 5).

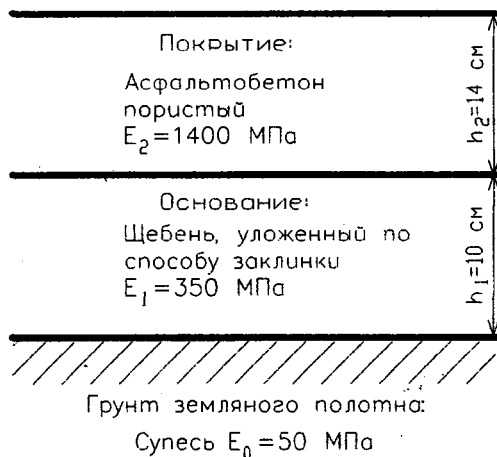


Рис. 5. Конструкция дорожной одежды

Оценка выполняется в следующей последовательности:

1. Определяется эквивалентный модуль упругости существующей конструкции дорожной одежды $E_{\text{экв}}$ путем расчета в соответствии с пособием [7, 9].

2. Определяется требуемый модуль упругости дорожной одежды $E_{\text{тр}}$, при котором обеспечивается пропуск заданного транспортного потока без ее повреждения. Проверяется полученное значение $E_{\text{тр}}$ на соответствие минимальным требованиям с учетом типа дорожной одежды (прил. 9, последний

столбец). Если $E_{тр} < E_{тр.мин}$, в качестве $E_{тр}$ принимается $E_{тр.мин}$, определенное из прил. 9.

3. Рассчитывается отношение $E_{экр}/E_{тр}$. Полученное значение сравнивается с нормативным значением коэффициента прочности $K_{пр}$ (прил. 9). Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию упругого прогиба, если

$$K_{пр} < E_{экр}/E_{тр}. \quad (11)$$

2.1.6.1. Определение эквивалентного модуля упругости $E_{экр}$

Расчет выполняют в два этапа (для двухслойной дорожной одежды), на каждом из которых определяют модуль упругости двухслойной системы, состоящей из разнородных материалов. Последовательность выполнения этапов – от нижних слоев дорожной одежды к верхним. Характеристики прочности (модули упругости) некоторых материалов, применяемых в дорожном строительстве, приведены в прил. 11.

На первом этапе определяют модуль упругости двухслойной системы, состоящей из грунта земляного полотна (нижний слой системы) и основания дорожной одежды (верхний слой). Определяют отношения

$$E_0/E_1 \text{ и } h_1/D,$$

где E_0 – модуль упругости нижнего слоя (грунта земляного полотна), МПа;

E_1 – модуль упругости верхнего слоя (основания дорожной одежды), МПа;

h_1 – толщина верхнего слоя, см;

D – диаметр круга, равновеликого по площади отпечатку колеса на дорогу, см.

Величина D зависит от расчетной (эквивалентной) нагрузки на ось, к которой приводятся все типы транспортных средств, движущихся по дороге, а также от вида нагрузки,

прикладываемой к дорожной одежде (движущейся или неподвижной). Расчетная нагрузка выбирается в зависимости от категории дороги по прил. 2 (для большинства категорий она составляет 115 кН), величина D – по прил. 8. Вид нагрузки зависит от места устройства дорожной одежды. Для полос движения принимается движущаяся нагрузка, для стоянок, участков перед железнодорожными переездами, остановочных площадок маршрутных транспортных средств – неподвижная.

После определения отношения E_0/E_1 и h_1/D полученные значения откладывают на осях номограммы (прил. 7), и проводят из них горизонтальную и вертикальную линии. В точке пересечения линий по наклонным линиям номограммы получают отношение $E_{\text{общ}}/E_1$, где $E_{\text{общ}}$ – общий модуль упругости двухслойной системы «грунт земляного полотна – основание дорожной одежды».

По известному модулю упругости основания дорожной одежды E_1 определяют $E_{\text{общ}}$.

На втором этапе расчета определяют модуль упругости двухслойной системы, характеристикой нижнего слоя которой является полученное на предыдущем этапе значение $E_{\text{общ}}$, а верхним слоем является покрытие дорожной одежды с характеристиками E_2 и h_2 . Последовательность расчетов аналогична первому этапу:

- определяются отношения $E_{\text{общ}}/E_2$ и h_2/D ;
- по номограмме определяется отношение $E_{\text{экв}}/E_2$, где $E_{\text{экв}}$ – эквивалентный (итоговый) модуль упругости двухслойной системы « $E_{\text{общ}}$ – покрытие дорожной одежды»;
- по известному модулю упругости покрытия дорожной одежды E_2 определяют $E_{\text{экв}}$.

Расчет $E_{\text{экв}}$ повторяют для расчетного (наиболее неблагоприятного весеннего) периода года, когда из-за повышенного увлажнения в наибольшей степени снижается прочность грунтового основания. Перед началом расчета необходимо

уменьшить прочность грунта земляного полотна. Степень снижения прочности зависит от вида грунта земляного полотна:

- для песчаных грунтов – на 10%;
- для супесей – на 20%;
- для суглинков – на 30%.

2.1.6.2. Определение требуемого модуля упругости $E_{тр}$

Величина требуемого модуля упругости дорожной конструкции вычисляется по эмпирической формуле:

$$E_{тр} = 98,65 [\lg(\sum N_p) - c], \text{ МПа}, \quad (12)$$

где $\sum N_p$ – суммарное число приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды, ед.;

c – эмпирический параметр (для расчетной нагрузки на ось 115 кН $c = 4,0$).

Суммарное число приложений расчетной нагрузки $\sum N_p$ к точке на поверхности дорожной одежды определяется по формуле

$$\sum N_p = 145 N_{пр}^{до} T_{сл} q k_n, \text{ ед.}, \quad (13)$$

где 145 – число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости дорожной одежды;

$N_{пр}^{до}$ – приведенная интенсивность движения по наиболее загруженной полосе проезжей части, прив. ед./сут;

$T_{сл}$ – расчетный срок службы материала покрытия дорожной одежды, лет (определяется по прил. 6);

q – показатель изменения интенсивности движения по годам (в курсовой работе принимается равным 1,02);

k_n – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения интенсивности от средней ожидаемой (для автомобильных

дорог I и II категорий $k_n = 1,4$; для III и IV категорий $k_n = 1,3$; для V и VI категорий $k_n = 1,2$).

Для расчета $N_{\text{пр}}^{\text{до}}$ заданную интенсивность движения на каждом участке дороги приводят к расчетной нагрузке на ось, используя коэффициенты приведения:

$$N_{\text{пр}}^{\text{до}} = f_{\text{пол}} \sum_1^m N_i S_{m_i}, \text{ прив. ед./сут}, \quad (14)$$

где $N_{\text{пр}}^{\text{до}}$ – приведенная интенсивность движения по наиболее загруженной полосе проезжей части, прив. ед./сут;

$f_{\text{пол}}$ – коэффициент многополосности, учитывающий распределение транспортного потока обоих направлений по полосам проезжей части (для дорог с 2 полосами для движения в обоих направлениях $f_{\text{пол}} = 0,55$, для трехполосных дорог – 0,5, для четырехполосных – 0,35);

N_i – фактическая интенсивность движения в обоих направлениях i -го вида транспортных средств, авт./сут;

S_{m_i} – коэффициент приведения i -го вида транспортных средств, применяемый при расчете дорожной одежды (прил. 10), при этом для автопоездов коэффициенты приведения тягача и прицепа (полуприцепа) суммируются;

m – количество градаций состава транспортного потока (видов, групп, марок транспортных средств, на которые распределен транспортный поток).

Полученное значение $E_{\text{тр}}$ проверяется на соответствие минимальному нормативному значению (прил. 9). Если $E_{\text{тр}} < E_{\text{тр. мин}}$, в качестве $E_{\text{тр}}$ принимается значение $E_{\text{тр. мин}}$.

2.1.6.3. Определение коэффициента прочности $K_{пр}$

Для каждого участка дороги определяется отношение $E_{экв}/E_{тр}$. Полученное значение сравнивается с нормативным значением коэффициента прочности $K_{пр}$ (прил. 9).

Результаты расчетов сводятся в таблицу, в которой для каждого участка дороги приводятся значения $E_{экв}$ в летний и расчетный (весенний) период, $N_{пр}^{до}$, $E_{тр}$, $E_{экв}/E_{тр}$ (в оба периода), $K_{пр}$.

Вывод по разделу должен содержать информацию, удовлетворяет ли дорожная одежда на каждом из участков требованиям надежности и прочности по критерию упругого прогиба.

2.1.7. Разработка мероприятий по улучшению условий движения

Используя выводы по каждому из разделов курсовой работы, необходимо разработать мероприятия, направленные на устранение обнаруженных недостатков. Мероприятия должны быть представлены в виде перечня по каждому из разделов, а также отражены в графической части (на графиках пропускной способности и уровня загрузки, графике коэффициентов аварийности). Для всех мероприятий должны быть указаны места выполнения (с точностью до пикета) и степень изменения параметра дороги.

Примеры описания разработанных мероприятий:

«перекресток на ПК 28 реконструировать в кольцевое пересечение в одном уровне;

на 2-м участке (ПК 30 – ПК 40) увеличить ширину обочины с 1,5 до 2,5 м;

на 1-м участке (ПК 20 – ПК 30) ровность покрытия улучшить до хорошей».

Сначала следует предлагать к реализации мероприятия, требующие наименьших средств для реализации, и только, когда при их использовании не удастся достичь требуемых показателей, рассматривать более дорогостоящие варианты (развязки в разных уровнях вместо перекрестков в одном уровне, удаление проезжей части от застройки в населенном пункте и т.п.). Не допускаются мероприятия, связанные с ограничением характеристик транспортного потока (ограничение левого поворота на перекрестках, уменьшение доли грузовых автомобилей или автопоездов в составе транспортного потока и т.п.).

Если по результатам расчета уровня загрузки не удастся обеспечить его требуемое значение, в разделе 7 курсовой работы указывается, что на участке дороги между определенными пикетами требуется реконструкция дороги для ее перевода в более высокую категорию, и приводится расчет нового значения пропускной способности. При переводе дороги в I категорию необходимо учитывать новое число полос движения, отдельные проезжие части, коэффициент роста пропускной способности проезжей части одного направления при увеличении числа полос движения на ней.

Если в результате выполнения п. 2.1.6 обнаружено, что соотношение (11) не выполняется, необходимо определить модуль упругости дорожной одежды $E_{экв}$ в весенний и летний период для каждого из участков дороги, обеспечивающий получение требуемого значения коэффициента прочности $K_{пр}$.

2.2. Оформление курсовой работы

Материал работы включает пояснительную записку с расчетами, а также следующие рисунки и графики:

- план трассы с окружающей обстановкой и рассчитанными показателями;
- поперечные профили земляного полотна (существующее состояние, требуемые корректировки);

- графики пропускной способности и уровня загрузки с частными коэффициентами снижения пропускной способности (для исходного состояния и с учетом реализации разработанных предложений);

- график итогового коэффициента аварийности с частными коэффициентами аварийности (для исходного состояния и с учетом реализации разработанных предложений);

- схема конструкции дорожной одежды с указанием очередности, толщины и материала слоев.

Расчетно-пояснительная записка курсовой работы должна быть написана на одной стороне стандартной бумаги формата А4 (297х210 мм), аккуратно, без помарок. Допускается компьютерный набор текста с последующей распечаткой.

Должны быть соблюдены следующие размеры полей: слева – 30 мм, справа – 10 мм, вверху – 15 мм и внизу – 20 мм.

Содержание расчетов должно быть четким, ясным, не допускающим повторений. В тексте не должно быть зачеркнутых и сокращенных слов (за исключением общепринятых сокращений).

Приводимые в расчетах схемы, рисунки должны быть пронумерованы. Принятые в формулах обозначения должны быть расшифрованы с указанием размерностей входящих в них параметров.

Весь графический материал выполняется на миллиметровой бумаге шириной (высотой) 297 мм и длиной по потребности (до 700 мм) тушью или карандашом и подшивается в пояснительную записку. Рисунки должны располагаться в конце раздела, к которому они относятся (кроме рисунка 5, приводимого в начале раздела). Горизонтальный масштаб линейных графиков должен соответствовать горизонтальному масштабу продольного профиля – 1:5000.

В конце курсовой работы приводится список литературных источников, использованных при ее выполнении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.А. Андреев. – М.: Транспорт, 1983. – 376 с.
2. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.
3. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог: учебное пособие / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1984.
4. Краткий автомобильный справочник НИАТ Министерства автомобильного транспорта РСФСР. – М.: Транспорт, 1982. – 464 с.
5. ТКП 45-3.03-19-2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2006. – 52 с.
6. Пособие П1-2001 к СНиП 2.05.02-85. Нормы проектирования автомобильных дорог низших категорий. – Минск: Белгипродор, 2001. – 52 с.
7. Пособие 3.03.01-96 к СНиП 2.05.02-85. Проектирование дорожных одежд нежесткого типа. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 1998. – 86 с.
8. СНБ 3.03.02-97. Улицы и дороги городов, поселков и сельских населенных пунктов. – Минск: Белстандарт, 1998. – 54 с.
9. ТКП 45-3.03-3-2004. Проектирование дорожных одежд улиц и дорог населенных пунктов. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2005. – 54 с.
10. СТБ 1300-2007. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – Минск: Госстандарт, 2007. – 112 с.
11. Правила дорожного движения. – Минск: НЦПИ, 2005. – 112 с.: ил.
12. Сильянов, В.В. Справочник по безопасности дорожного движения / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 2001. – 754 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Нормативные значения характеристик автомобильных дорог (ТКП 45-3.03-19-2006, П1 к СНиП 2.05.02-85)

1	Интенсивность движения в обоих направлениях, ед./сут	Более 8000*	Более 10000	5001–10000	2001–5000	201–2000	51–200	25–50	Менее 25
2	Категория дороги	I-a	I-б, I-в	II	III	IV	V	VI-a	VI-б
3	Расчетная скорость, км/ч	140	120	120	100	80	60	40	30
4	Число полос движения в обоих направлениях	4,6	4,6	2	2	2	2	1	1
5	Ширина полосы движения, м	3,75	3,5	3,5	3,5	3,0	2,75	–	–
6	Ширина проезжей части, м	2x7,5; 2x11,25	7,5	7,0	6,0	5,5	3,5	3,0	
7	Ширина обочины, м	3,75	3,0	3,0	2,5	2,0	1,25	1,5	0,75
8	Наименьшая ширина укрепленной полосы обочины, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	–	–	–
9	Наименьшая ширина центральной разделительной полосы, м	5	5	–	–	–	–	–	–
10	Наименьшая ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	0,75	0,5	–	–	–	–	–	–
11	Ширина земляного полотна между бровками, м	27,5; 35,0	25,0; 32,0	13,0	12,0	10,0	8,0	6,5	4,5
12	Минимальный радиус кривых в плане, м	1200	850	850	600	400	200	100	50
13	Максимальный продольный уклон, ‰	40	40	40	50	60	70	90	90

14	Минимальный радиус выпуклых вертикальных кривых, м	25000	15000	15000	8000	4000	1500	1000	600
15	Минимальный радиус вогнутых вертикальных кривых, м	8000	6000	6000	4000	2500	1500	1000	600
16	Максимальная крутизна откосов насыпей вертикальных кривых, м	1:4	1:3	1:3	1:2	1:2	1:2	1:2	1:1,5

* Дороги категории I-a (автомагистрали) проектируются для передвижения на большие расстояния (не менее 150 км) транспортных потоков с долей транзитных автомобилей более 50% без обслуживания прилегающих территорий.

Приложение 2

Нормативные значения расчетных нагрузок на ось транспортных средств (ТКП 45-3.03-19-2006, П1 к СНиП 2.05.02-85)

Категория дороги	I-a	I-б, I-в	II	III	IV	V	VI-a	VI-б
Расчетная нагрузка на одиночную ось двухосного автомобиля, кН (тс)	115 (11,5)	115 (11,5)	115 (11,5)	115 (11,5)	115 (11,5)	100 (10)	100 (10)	100 (10)

Частные коэффициенты снижения пропускной способности

1	Ширина полосы движения, м β_1	3,75 1	3,5 0,96	3,0 0,85			
2	Неподвижные препятствия на обочине (расстояние, м) β_2	2,5 1,0	2,0 0,99	1,5 0,95	1,0 0,90	0,5 0,83	0 0,78
3	Состав движения (доля автопоездов в потоке), % β_3	1 0,98	10 0,93	20 0,87	30 0,81		
4	Продольный уклон, ‰ β_4	20 0,92	30 0,91	40 0,83	50 0,75	60 0,64	
5	Расстояние видимости, м β_5	< 50 0,68	50–100 0,73	150–200 0,90	250–350 0,98		
6	Кривые в плане (радиус, м) β_6	> 600 1,00	450–250 0,96	< 100 0,85			
7	Скорость движения, км/ч β_7	60 1,0	50 0,98	30 0,88	20 0,76	10 0,44	
8	Пересечения в одном уровне при доле ТС, выполняющих левый поворот, % β_8	0 0,94	20 0,82	40 0,70	60 0,57	80 0,47	
9	Тип обочин β_9	укрепленные щебнем 0,99	укрепленные засевом трав 0,95	сухие неукрепл. 0,90			
10	Тип покрытия β_{10}	усоверщ. цем.-бет., асф.-бет. 0,9–1,0	«черное шоссе» 0,80	брусчатая мостовая 0,50	булыжная мостовая 0,42	гравийное, щебеночное 0,35	
11	Боковые препятствия (остановочные пункты автобусов, площадки отдыха) β_{11}	в стороне от дороги 1	на уширении проезжей части 0,64	на обочине 0,55			

12	Разметка проезжей части	осевая	дополнительная полоса на			
	β_{12}	1,02	подъемах 1,3-1,5			
13	Дорожные знаки ограничения скорости, км/ч	60	50	30	20	10
	β_{13}	1,00	0,98	0,88	0,76	0,44
14	Ровность покрытия	отл.	хор.	удовл.	неуд.	
	β_{14}	1,0	0,90	0,75	0,6	
15	Пешеходные дорожки в населенных пунктах			есть	отсутствуют	
	β_{15}			1,0	0,85	

Приложение 4

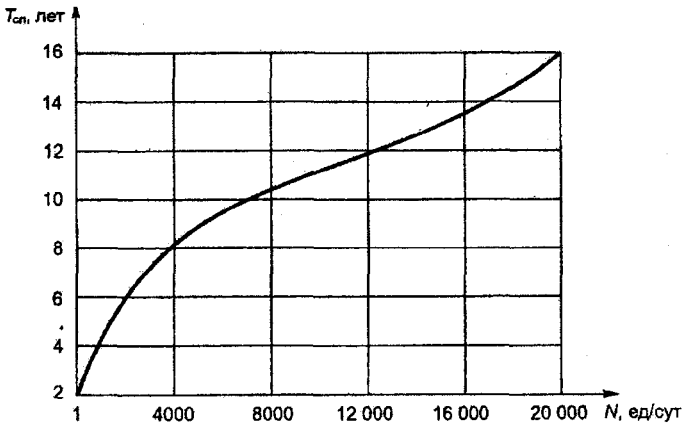
Частные коэффициенты аварийности

1	Интенсивность движения, авт./сут	500	1000	3000	5000	6000	7000	9000	
	K_1	0,4	0,5	0,75	1,00	1,15	1,3	1,70	
2	Ширина проезжей части, м	4,5	5,5	6	7,5	9,0	10,5		
	K_2 (при укрепл. обочинах)	2,20	1,50	1,35	1,00	0,80	0,70		
	K_2 (при неукрепл. обочинах)	4,00	2,75	2,50	1,50	1,00	0,90		
3	Ширина обочины, м	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0		
	K_3	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0		
4	Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80			
	K_4 (с разделит. полосой)	1,0	1,0	1,25	1,4	1,5			
	K_4 (без разделит. полосы)	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0			
5	Радиус кривых в плане, м	<50	100	150	200-300	400-600	600-1000	1000-2000	>2000
	K_5	10	5,4	4,0	2,25	1,6	1,4	1,25	1,0
6	Расстояние видимости, м	50	100	150	200	250	350	400	=>500
	K_6 в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
	K_6 в продольном профиле	5,0	4,0	3,4	2,50	2,4	2,0	1,4	1,0

7	Ширина проезжей части мостов по отношению к ПЧ дороги K_7	меньше на 1 м		равна	больше на 1 м	больше на 2 м	
		6,0		3,0	2,0	1,5	
8	Длина прямых участков, км K_8	3	5	10	15	20	25
		1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0
9	Пересечения в одном уровне при Q по главной дороге, авт./сут K_9	<1600		1600–3500	3500–5000	5000–7000	
		1,5		2,0	3,0	4,0	
10	Тип пересечения с примык. дорогой K_{10}	в разных уровнях	кольцевое в одном уровне		в одном уровне при Q на второй степени в % от суммарной Q		
		0,35	0,7		≤ 10	≥ 20	
				1,5	3,0	4,0	
11	Видимость пересечения, м K_{11}	> 60	60–40	40–30	30–20	< 20	
		1,0	1,1	1,65	2,5	10	
12	Число полос движения на проезжей части K_{12}	2 без	3 раз-мет.	3 с раз-меткой	4 без разделит. полосы	4 с разделит. полосой	
		1,0	1,5	0,9	0,8	0,65	
13	Расстояние от застройки до проезжей части, м, и ее характеристика K_{13}	15–20, есть тротуары	5–10, есть тротуары	до 5, есть тротуары	до 5, тротуаров нет		
		2,5	5,0	7,5	10,0		
14	Длина населенного пункта, км K_{14}	до 0,5	1	2	3	5	6
		1	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0
15	Характеристика состояния покрытия K_{15}	голо-леда	мокрое, грязное	мокрое чистое	чистое, сухое	шероховатое	очень шероховатое
		ца				тое	
		3,0	2,5	2,0	1,3	1,0	0,75

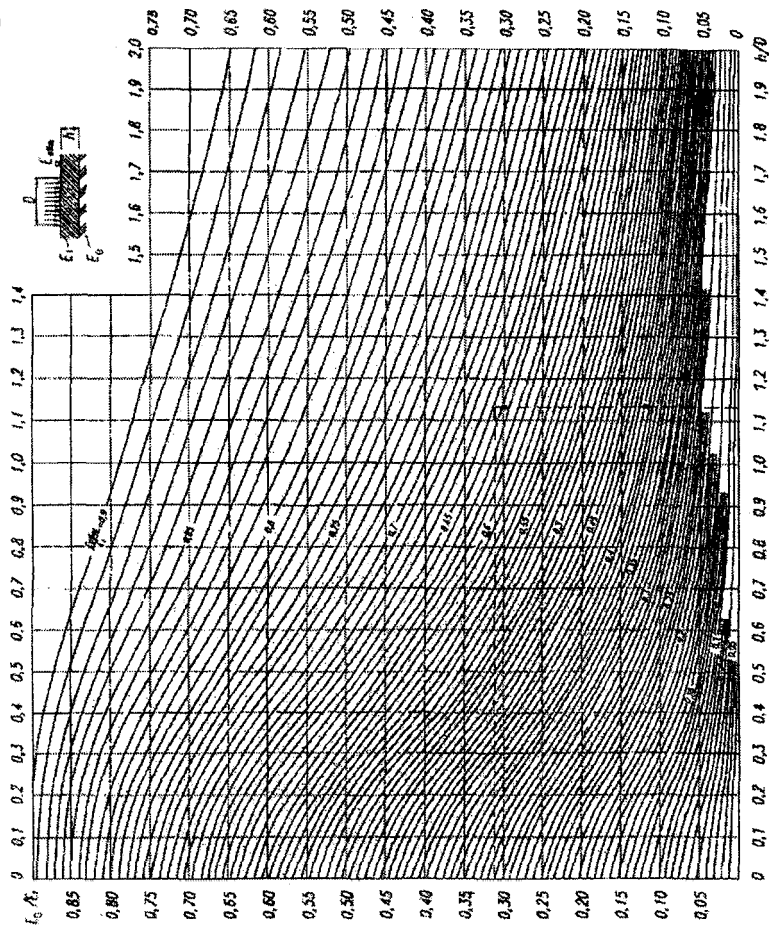
Типы дорожных одежд и область их применения

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 состояниях	I-а, I-б, I-в, II, III
	Асфальтобетон из смесей марки II, укладываемых в горячем и теплом состояниях	III, IV
Облегченный	Асфальтобетон из плотных смесей марки I, укладываемых в холодном состоянии	III, IV
	Асфальтобетон из смесей марки III или марки II, укладываемых в горячем, теплом или холодном состоянии; каменные материалы, обработанные органическими вяжущими, органоминеральные 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	
Низший	Грунты, укрепленные или улучшенные различными местными материалами	V, VI-а, VI-б



Зависимость расчетного срока службы материала покрытия от интенсивности транспортных средств (суммарно в обоих направлениях), приведенной к расчетной нагрузке

Приложение 7



Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы. Единиц

**Характеристики нагрузок при расчете нежестких
дорожных одежд**

Номинальная статическая нагрузка на ось P , кН	Нормированная нагрузка, передаваемая дорожной одежде колесом автомобиля, кН		Расчетный диаметр следа колеса автомобиля D , см	
	неподвижного $Q_{н\text{ норм}}$	движущегося $Q_{д\text{ норм}}$	неподвижного	движущегося
115	63	82	34	38
100	50	65	33	37
60	30	39	28	32

Нормативные показатели надежности дорожных одежд

Тип дорожной одежды	Категория дорог	Уровень надежности K_n	Коэффициент прочности $K_{пр}$	Требуемый (минимально допустимый) модуль упругости дорожной одежды $E_{тр\text{ мин}}$, МПа	
Капитальный	I	0,95	0,95	230	
	II	0,95	0,95	220	
	III	0,90	0,85	180	
	Облегченный	II	0,85	0,80	180
		III	0,85	0,80	160
Переходный	IV	0,85	0,80	125	
	V	0,85	0,80	100	
	Низший	IV	0,60	0,60	65
		V	0,60	0,60	50
		IV, V, VI-a, VI-б	0,60	0,60	—

Коэффициенты приведения транспортных средств к расчетному автомобилю с нагрузкой на ось 115 кН

Вид транспортного средства	Коэффициент приведения S_m в зависимости от типа дорожной одежды		
	капиталь- ный	облегчен- ный	переход- ный, низ- ший
Легковые автомобили	0	0	0
Микроавтобусы и грузовые автомо- били с грузоподъемностью до 2 т	0,016	0,03	0,06
Грузовые автомобили с грузоподъ- емностью			
2–5 т (ГАЗ-3307 и т.п.)	0,037	0,07	0,20
5–8 т (ЗИЛ-4331 и т.п.)	0,208	0,52	0,68
8–12 т	0,511	0,78	1,00
в т.ч.: двухосные (МАЗ-5340 и т.п.)	0,443	0,67	1,00
трехосные (КамАЗ-5320 и т.п.)	0,578	0,84	1,23
Автопоезда с полуприцепом	1,498	1,58	1,94
Автопоезда с прицепом	1,387	1,47	1,83
Автобусы			
типа ПАЗ	0,028	0,09	0,24
типа ЛАЗ	0,293	0,43	0,61
типа Икарус	0,444	0,62	0,74
типа МАЗ	1,000	1,17	1,26

Характеристики прочности некоторых материалов, применяемых при устройстве дорожных одежд

Вид материала	Модуль упругости E , МПа
Плотный асфальтобетон с использованием битума марки БНД 90-130 (смеси марки I)	2400
Пористый и высокопористый асфальтобетон с использованием битума марки БНД 90-130 (смеси марок II и III)	1400
Щебень, обработанный органическим вяжущим по способу смешения в установке	1000
Щебень и гравий, обработанные цементом	900
Щебень, обработанный вязким битумом по способу пропитки	600
Мостовая брусчатая	500
Мостовая булыжная	400
Щебень (гравий), уложенный по способу заклинки	350
Слой из шлаков Белорусского металлургического завода, устроенный по способу плотных смесей	350
Слой из шлакового щебня, подобранного по крупности	200
Слой из доломитовой песчано-щебеночной смеси, устроенный по способу плотных смесей	150
Щебень	260
Супесь легкая крупная, укрепленная вязким битумом или эмульсией на его основе	250
То же, укрепленная цементом	250
Супесь легкая пылеватая, укрепленная вязким битумом или эмульсией на его основе	220
То же, укрепленная цементом	300
Супесь тяжелая, суглинок легкий, укрепленные вязким битумом или эмульсией на его основе	200
То же, укрепленные цементом	150
Песок крупнозернистый	130
Песок среднезернистый	120
Песок мелкий	100
Песок мелкий пылеватый	75
Супесь легкая	65
Супесь пылеватая, суглинок легкий пылеватый	45

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Программа дисциплины	5
1.1. Лекционные занятия	5
1.2. Примерный перечень лабораторных занятий	11
2. Курсовая работа	12
2.1. Содержание курсовой работы	13
2.2. Оформление курсовой работы	37
Литература	39
Приложения	40

Учебное издание

**ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ
И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ**

Методические указания
для студентов специальности 1-44 01 02
«Организация дорожного движения»

Составитель
КОТ Евгений Николаевич

Редактор Л.Н. Шалаева
Компьютерная верстка Л.Н. Шалаевой

Подписано в печать 20.03.2008

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,00. Уч.-изд. л. 2,36. Тираж 100. Заказ 747.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Независимости, 65.