

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ

Методические указания по выполнению курсовой работы  
по дисциплине «Основы проектирования автомобильных дорог»  
для студентов, обучающихся по специальности 270205  
«Автомобильные дороги и аэродромы» дневной формы обучения



УДК 625.7/.8  
ББК Н820.9я73-5  
П791

Рекомендовано Редакционно-издательским советом ТГТУ

Рецензент

Доктор технических наук, профессор  
кафедры «Конструкции зданий и сооружений» ТГТУ  
***В.П. Ярцев***

Составители:

***К.А. Андрианов, А.Г. Воронков, В.И. Леденёв***

П791 Проектирование городской улицы : метод. указания / сост. :  
К.А. Андрианов, А.Г. Воронков, В.И. Леденёв. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 24 с. – 30 экз.

Изложена методика выполнения курсовой работы на тему «Проектирование городской улицы» по курсу «Основы проектирования автомобильных дорог». Представлены последовательность определения категорий городских улиц, расчёт и обоснование их технических нормативов, даётся методика проектирования плана, продольного и поперечного профилей, разработки проекта вертикальной планировки пересечения методом «проектных горизонталей», подсчёта объёмов земляных работ методом «картограмм», назначения и расчёта конструкции дорожной одежды жёсткого типа.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» дневной формы обучения.

УДК 625.7/.8  
ББК Н820.9я73-5

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет» (ТГТУ), 2008

Учебное издание

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ

Методические указания

Составители:

АНДРИАНОВ Константин Анатольевич,  
ВОРОНКОВ Алексей Геннадьевич,  
ЛЕДЕНЁВ Владимир Иванович

Редактор О.М. Гурьянова  
Инженер по компьютерному макетированию Т.А. Сынкova

Подписано в печать 1.12.2008.  
Формат 60 × 84 / 16. 1,4 усл. печ. л.  
Тираж 30 экз. Заказ № 547

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета,  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания разработаны для обобщения и закрепления теоретических знаний, полученных студентами при изучении курса «Основы проектирования автомобильных дорог» по разделу «Проектирование городских дорог и улиц», а также систематизации работы студентов при выполнении курсовой работы, облегчения по подбору необходимых справочных данных.

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 1.1. Цель и задачи курсовой работы

Курсовая работа ставит своей целью освоение принципов проектирования городских дорог и улиц в условиях застроенной территории.

В процессе выполнения работы студент должен освоить навыки и методы проектирования городских дорог и улиц, использовать в своей работе техническую, нормативную и справочную литературу, показать умение самостоятельной творческой работы при решении конкретных инженерных задач с учётом новейших достижений науки и техники.

К выполнению курсовой работы следует приступать после тщательного изучения соответствующих разделов курса «Основы проектирования автомобильных дорог» [1, 2] и норм проектирования [8, 9].

#### 1.2. Состав и оформление работы

Курсовая работа должна содержать следующие материалы:

- задание на выполнение курсовой работы;
- пояснительную записку с необходимыми расчётами и обоснованиями принимаемых решений;
- графический материал, содержащий план улично-дорожной сети, с нанесёнными на нём планами трасс, продольный и поперечные профили проезжей части проектируемых улиц, схему принятой конструкции дорожной одежды, вертикальную планировку и картограмму объёмов земляных работ перекрёстка.

Состав курсовой работы приведён в задании на проектирование.

Пояснительная записка должна быть написана на одной стороне листов формата А4 с угловыми штампами и по содержанию соответствовать последовательности изложения, приведённой в задании к курсовой работе.

Весь графический материал вычерчивается на миллиметровой бумаге или ватмане стандартных форматов А1 – А4 с угловыми штампами в два цвета: чёрный и красный.

При оформлении материалов курсовой работы необходимо учитывать требования ГОСТов и ЕСКД.

### 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЛИЦ

В этом разделе даётся краткое описание географического положения, природных условий и экономическая характеристика района проектирования (города и области) дороги, приведённого в задании к курсовой работе.

Приводятся общие климатические характеристики, максимальная и минимальная температуры воздуха, глубина промерзания грунтов, количество осадков, строятся розы ветров по повторяемости и скорости ветра для осенне-зимнего периода, указывается дорожно-климатическая зона и т.п. Климатические характеристики приведены в [10 – 13]. Строится дорожно-климатический график (см. [2]).

Описываются рельеф, грунтово-геологическое строение местности, гидрологические условия района проектирования.

Следует описать обеспеченность местными дорожно-строительными материалами, которые возможно использовать при строительстве городской улицы. При отсутствии таких материалов в этом районе необходимо указать наличие их месторождений в соседних областях.

Необходимо оценить состояние и перспективы развития автодорожного транспорта, наметить основные транспортные связи города и выходы улично-дорожной сети на внешние автомобильные дороги.

### 3. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЛИЦ

#### 3.1. Установление категорий проектируемых улиц

В курсовой работе необходимо установить категории, заданные для проектирования улиц (основной и пересекаемой) в соответствии с их функциональным назначением и величиной перспективной приведённой интенсивности движения на расчётный год эксплуатации  $N_{\text{пер-привед}}$ , используя [8, 9] и приложение (табл. П.1.1).

Для определения  $N_{\text{пер-привед}}$  вначале находят для проектируемых улиц перспективные интенсивности движения на расчётный год эксплуатации

$$N_{\text{пер}} = NK_{\text{пр}}^t, \text{ ед./ч}, \quad (3.1)$$

где  $N$  – заданная исходная интенсивность движения для проектируемых (основной и пересекаемой) улиц, авт./ч;  $K_{\text{пр}}^t$  – коэффициент прироста интенсивности движения (приведён в задании);  $t$  – расчётный год эксплуатации (принимается 15 – 20 лет).

Перспективные интенсивности движения, приведённые к легковому автомобилю для заданных улиц, определяются по формуле

$$N_{\text{пер-привед}} = N_{\text{пер}} \sum_{i=1}^n \left( \frac{S_i}{100} K_i \right), \text{ привед. ед./ч,} \quad (3.2)$$

где  $S_i$  – доля транспортных средств  $i$ -го типа в составе транспортного потока, % (см. задание к курсовой работе);  $n$  – количество транспортных средств в составе потока;  $K_i$  – коэффициент приведения  $i$ -го типа транспортного средства (см. [9, табл. 6], [10, табл. 2]).

В курсовой работе необходимо обосновать выбранные для проектируемых улиц категории, указать их назначение.

### 3.2. Определение технических характеристик проектируемых улиц

Основные технические характеристики улиц определяются расчётом и назначаются в соответствии с требованиями норм [8, 9]. Состав и количество элементов поперечного профиля, их взаимное расположение определяются особенностями прилегающей застройки, рельефом местности, интенсивностью транспортного и пешеходного движения, видами транспорта, наличием инженерных коммуникаций и зелёных насаждений, с учётом санитарно-гигиенических требований и требований снижения отрицательного воздействия транспорта на окружающую среду.

*Ширина улиц в «красных линиях»* назначается в зависимости от принятой категории улицы с учётом типовых поперечных профилей (см. п. 4).

*Количество полос движения проезжей части в обоих направлениях* определяется по формуле

$$n_{\text{п.ч}} = \frac{N_{\text{пер-привед}}}{P_{\text{привед}}}, \text{ шт.,} \quad (3.3)$$

где  $N_{\text{пер-привед}}$ , авт./ч (см. выше);  $P_{\text{привед}}$  – приведённая пропускная способность одной полосы движения, авт./ч (см. [9, табл. 3, 4] или табл. П.1.1).

Принимаются минимум две полосы движения (по одной в каждом направлении), если по расчёту получается более четырёх полос движения в одном направлении, то необходимо устраивать боковой проезд на часть интенсивности движения, которая не вошла в основную (см. п. 3.14 [9]).

При интенсивности движения автобусов и троллейбусов более 40 ед./ч на магистральных улицах в городах с населением свыше 100 тыс. человек следует предусматривать крайнюю полосу шириной 4 м.

*Ширина центральных разделительных полос и разделительных полос между элементами поперечного профиля* принимаются в зависимости от категории улиц согласно [9, табл. 9 и п. 3.16 – 3.18].

*Ширина технических полос* определяется в зависимости от числа и типа размещаемых подземных и надземных сооружений и требований озеленения согласно [9, п. 12 и 13]. В курсовой работе допускается назначить ширину полосы из условия минимальной рекомендуемой: 5 – 10 м – для магистральных дорог скоростного движения; 8 – 12 м – для магистралей регулируемого движения и общегородских; 5 – 8 м – для районных магистралей.

*Ширина пешеходной части тротуаров* определяется по формуле

$$B = bn_{\text{тр}}, \text{ м,} \quad (3.4)$$

где  $b$  – ширина одной полосы пешеходного движения, равная 0,75 м;  $n_{\text{тр}}$  – требуемое количество полос тротуара, которое рассчитывается по формуле

$$n_{\text{тр}} = \frac{N_{\text{пеш}}}{P_{\text{пеш}}}, \text{ шт.,} \quad (3.5)$$

где  $N_{\text{пеш}}$  – интенсивность движения пешеходов, человек/ч (по заданию);  $P_{\text{пеш}}$  – пропускная способность одной полосы движения тротуара, человек/ч [9, табл. 21].

Ширина тротуара принимается не менее значений, указанных в [9, табл. 9].

Для обеспечения отвода поверхностных вод всем элементам улицы придаются *поперечные уклоны* в сторону лотков. Величины поперечных уклонов должны составлять: на полосах проезжей части – 15 – 25 ‰; на тротуарах – 10 – 15 ‰; на разделительных и озеленительных полосах с грунтовым покрытием – 5 – 15 ‰ [9, п. 4, табл. 40].

Технические нормативы для проектируемых (основной и пересекаемой) улиц заносятся в табл. 3.1.

### 3.1. Технические нормативы проектируемых улиц

№ п/п	Наименование технического норматива	Ед. изм.	По расчёту	Согласно [8, 9]	Приняты для проектирования
Основная (пересекаемая) улица					
1	Категория улицы	–	п. 3.1	табл. 7 [8], табл. 3 [9], табл. П.1.1	
2	Расчётная скорость	км/ч	–	табл. 8* [8], табл. 3,4 [9], табл. П.1.1	
3	Наименьший радиус кривых в плане	м	–	табл. 8* [8], табл. 8 [9], табл. П.1.1	

Продолжение табл. 3.1

№	Наименование	Ед.	По	Согласно	Приняты для
---	--------------	-----	----	----------	-------------

п/п	технического норматива	изм.	расчёту	[8, 9]	проектирования
4	Наибольший продольный уклон	%	–	табл. 8* [8], табл. 8 [9], табл. П.1.1	
5	Наименьшие радиусы вертикальных кривых: – выпуклых – вогнутых	м	–	табл. 8 [9]	
6	Расчётные расстояния видимости: – поверхности дороги – встречного автомобиля	м	–	табл. 8 [9]	
7	Ширина в «красных линиях»	м	п. 4	табл. 9, рис. 1 – 9 [9]	
8	Число полос движения	шт.	п. 3.2	табл. 8* [8], табл. 8 [9], табл. П.1.1	
9	Ширина полосы движения	м	п. 3.2	табл. 8* [8], табл. 8 [9], табл. П.1.1	
10	Ширина полосы безопасности по бокам проезжей части каждого направления	м	–	табл. 9 [9]	
11	Ширина разделительной полосы: – центральной – между боковыми и местными проездами и центральной проезжей частью – между проезжей частью и тротуаром	м	–	табл. 9 [9]	
12	Ширина: – тротуаров – обочин	м	п. 3.2 –	табл. 8* [8], табл. 8 [9], табл. П.1.1	

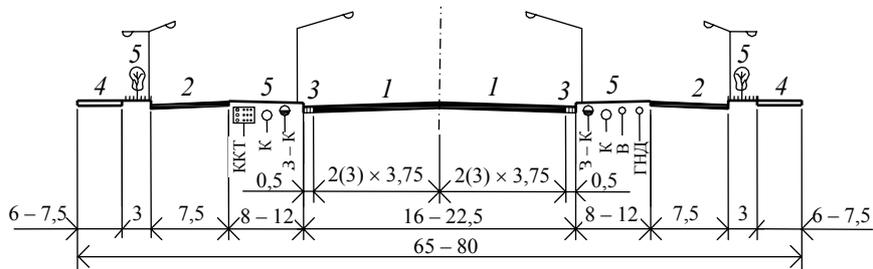
Продолжение табл. 3.1

№ п/п	Наименование технического норматива	Ед. изм.	По расчёту	Согласно [8, 9]	Приняты для проектирования
13	Ширина технической полосы	м	п. 3.2	п. 12, 13 [9]	
14	Поперечные уклоны: – проезжей части – тротуаров – технической полосы и озеленения	%	п. 3.2	п. 4, табл. 40 [9]	

#### 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ОСНОВНОЙ И ПЕРЕСЕКАЕМОЙ УЛИЦ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ УЛИЦ В «КРАСНЫХ ЛИНИЯХ»

В соответствии с принятыми в п. 3 техническими нормативами и назначением проектируемых улиц определяются размеры элементов поперечных профилей. Типовые поперечные профили улиц приведены в [9, рис. 1 – 9].

На профиле указывают наименование всех элементов и их ширину, величины и направления поперечных уклонов, высотное взаиморасположение элементов, показывают инженерные сети (приведены в задании), элементы озеленения и освещения, дорожные и тротуарные одежды. Пример оформления поперечного профиля приведён на рис. 1.



**Рис. 1. Пример типового поперечного профиля общегородской магистрали регулируемого движения (размеры всех элементов даны в метрах):**

1 – основная проезжая часть; 2 – боковые и местные проезды;

3 – предохранительные полосы; 4 – тротуары; 5 – разделительные полосы и полосы озеленения; ККТ – коллектор электрических и телефонных кабелей;

К – канализация; В – водопровод; В – К – водопровод и канализация;

ГНД – газопровод низкого давления

По построенным поперечным профилям для проектируемых улиц определяют их ширину в «красных линиях», которая зависит от ширины и количества элементов поперечного профиля и составляет для магистральных дорог – 50 – 75 м; магистральных улиц – 40 – 80 м; улиц и дорог местного значения – 15 – 25 м.

Поперечные профили основной и пересекаемой улиц вычерчиваются на миллиметровой бумаге или ватмане стандартного формата в масштабе 1 : 100 или любом другом, приведенном в ГОСТ [14, 15].

## 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА И ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ОСНОВНОЙ И ПЕРЕСЕКАЕМОЙ УЛИЦ

### 5.1. Проектирование плана улиц

На выданной схеме улично-дорожной сети разрабатываются планы трасс для основной и пересекаемой улиц, рассчитываются элементы планов и составляется ведомость углов поворота, прямых и кривых (форма ведомости приведена в ГОСТ [14]).

План основной улицы наносится красным цветом, пересекаемой – чёрным. На планах разбивается пикетаж, указывается пикетажное положение основных точек трассы (начало и конец улиц, вершины углов, начало и конец закруглений и переходных кривых), направления и длины прямых вставок. Пример оформления плана трассы и методика определения элементов круговых кривых приведены в [3, 4 и 9 (прил. 6)].

При проектировании плана трасс следует учитывать технические нормативы, приведенные в табл. 3.1.

Минимальные радиусы кривых в плане приведены в табл. 3.1, однако при малых углах поворота ( $1 - 6^\circ$ ) значения радиусов кривых принимаются согласно [9, табл. 24]. Для магистральных улиц и дорог рекомендуется принимать радиус горизонтальной кривой не менее 3000 м, при радиусах кривых менее 2000 м необходимо устройство переходных кривых, минимальная длина переходных кривых приведена в [9, табл. 25].

Радиусы сопрягающихся или близко расположенных кривых должны различаться не более чем в 1,3 раза.

Полосы проезжей части улиц на кривых в плане радиусом по оси проезжей части менее 750 м уширяются с внутренней стороны кривой на величину, указанную в [9, табл. 26], отгон уширения выполняется на переходной кривой.

Длины прямых и кривых участков в плане не должны различаться более чем в 2–3 раза. Не рекомендуется устройство коротких кривых в плане, расположенных между длинными прямыми, а также коротких вставок между кривыми. Такие вставки следует заменять кривыми больших радиусов.

### 5.2. Проектирование продольного профиля улиц

В курсовой работе для построения вертикальной планировки пересечения основной и пересекаемой улиц принят метод «проектных горизонталей», который рассмотрен в п. 6. Этот метод позволяет без предварительной разработки продольного профиля при помощи плана изобразить рельеф улицы, перекрестка и т.п. Поскольку студенты не имеют опыта работы с методом «проектных горизонталей», в курсовой работе сначала необходимо построить продольный профиль проектируемых улиц и на его основе разработать проект вертикальной планировки.

Проектная линия при двускатном поперечном профиле проектируется по оси или по лоткам или кюветам проезжей части, при односкатном – по внутренней кромке. Шаг проектирования (расстояние между переломами профиля) принимается не менее: 100 м – на скоростных дорогах, 50 м – на магистральных улицах, 20 – на местных улицах. Контрольными точками являются начало и конец проектируемых улиц, а также место их пересечения. При проектировании продольного профиля необходимо минимизировать объёмы земляных работ.

Технические нормативы для основной и пересекаемой улиц приведены в п. 3. При наличии в продольном профиле переломов вертикальные кривые вписываются в них при алгебраической разности продольных уклонов, превышающих значения [9, табл. 8]. Вертикальные кривые вписываются методом тангенсов [3] или методом Н.М. Антонова [5].

Если по условиям рельефа городской территории представляется технически возможным и экономически целесообразным, то принимают следующие параметры вертикальных кривых:

- радиус выпуклых кривых – 20 000 м, длина – 300 м;
- радиус вогнутых кривых – 8000 м, длина – 100 м.

Минимальные и максимальные значения продольных уклонов в зависимости от типа дорожного покрытия и категории улиц и дорог приведены в [9, табл. 32, 33].

Для улучшения зрительной плавности улицы или дороги кривые в плане и продольном профиле рекомендуется совмещать. Начало кривой в плане следует располагать перед вершиной выпуклой вертикальной кривой на расстоянии не менее

указанного в [9, табл. 42]. Повороты влево назначают перед выпуклостью продольного профиля, а вправо – за ней. Радиус вертикальной кривой не должен превышать более чем в 6 раз радиус кривой в плане. Недопустимо размещение кривых в плане в промежутке между вертикальными кривыми.

Следует избегать сочетания элементов, создающих впечатление провалов (для водителя неясно дальнейшее направление движения), такими местами являются:

- короткие вогнутые вертикальные кривые («впадины»);
- выпуклые вертикальные кривые малых радиусов на прямых участках;
- затяжные подъёмы, оканчивающиеся короткой выпуклой вертикальной кривой на прямой в плане.

Продольные профили основной и пересекаемой улиц вычерчиваются на миллиметровой бумаге или ватмане стандартного формата. Рекомендуемые масштабы: по горизонтали – 1 : 2000, по вертикали – 1 : 200, грунтовый по вертикали – 1 : 100, дополнительные масштабы, а также пример оформления продольного профиля (дороги на застроенной территории) приведены в ГОСТ [14, 15].

## 6. РАЗРАБОТКА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

Под вертикальной планировкой городской территории следует понимать планировочные земляные работы, связанные с приведением естественного рельефа к состоянию, удовлетворяющему требованиям городского строительства и благоустройства, позволяющему придать застройке наибольшую архитектурную выразительность. Вертикальная планировка территории решается в увязке с горизонтальной планировкой с учётом местных природных условий. Естественный рельеф с крутизной от 0 до 3 ‰ и более 80 ‰ считается сложным, требующим больших затрат по вертикальной планировке (при уклоне до 3 ‰ – не обеспечивается естественных стоков поверхностных вод, уклон более 80 ‰ – непригоден для движения транспорта без планировки).

Рационально разработанный проект вертикальной планировки территории должен обеспечивать баланс земляных работ (равенство объёмов насыпей и выемок).

Основными задачами вертикальной планировки являются:

- обеспечение удобного и безопасного движения городского транспорта и пешеходов путём придания улицам и дорогам города допустимых продольных и поперечных уклонов;
- организация стока поверхностных (атмосферных) вод с территорий застройки на улицы города, откуда он принимается сетью подземной ливневой канализации (городские улицы и дороги, как правило, проектируют ниже прилегающей территории).

При выполнении курсовой работы для разработки вертикальной планировки перекрёстка применяется метод «проектных горизонталей». Достоинством метода «проектных горизонталей» является совмещение решений в плане и продольном профиле, чем достигается хорошая наглядность. Сущность метода заключается в том, что на план с геодезической подосновой, где показаны все здания и сооружения, отметки их углов и входов, деревья и т.п., наносятся горизонтали, отображающие проектируемый рельеф.

«Проектные горизонтали» – это линии, соединяющие между собой точки поверхности с одинаковыми проектными отметками. Сечение рельефа горизонталями (шаг горизонталей) в зависимости от стадии проектирования и рельефа местности принимается 0,1; 0,2; 0,5 и 1,0 м. В проектах, составляемых в масштабе 1 : 2000, вертикальную планировку разрабатывают с сечением рельефа 0,5 – 1,0 м, в масштабе 1 : 500 – сечение рельефа проектными горизонталями – 0,1; 0,2 м, в проектах реконструкции улиц и дорог – 0,1 м.

Пример вертикальной планировки участка проезжей части улицы приведён на рис. 2. На плане показаны переломные точки продольного профиля и их отметки дробью: в числителе – проектная отметка, в знаменателе – отметка существующего рельефа, разность между этими отметками называется рабочей отметкой (со знаком «+» – насыпь, со знаком «-» – выемка). Расстояния между переломными точками показывают дробью со стрелкой в направлении уклона: в числителе – значения уклона (‰), в знаменателе – расстояние (м).

Вертикальная планировка перекрёстка выполняется в следующей последовательности:

- вычерчивается план перекрёстка основной и пересекаемой улиц с отступом в каждую сторону от перекрёстка по несколько пикетов (рекомендуемые масштабы: 1 : 200, 1 : 500);
- на план наносятся элементы улицы ( проезжая часть, тротуары, газоны и т.д.) в соответствии с принятыми в п. 4 поперечными профилями улиц. Задают сопряжения всех элементов улицы, схему и местоположение пешеходных переходов, выводят тротуары к переходам. Закругления проезжей части улиц и дорог по кромке тротуаров и разделительных полос принимаются в форме коробовых кривых или круговых кривых с двумя переходными. Минимальные радиусы закруглений следует принимать на улицах не менее 12 м, а на транспортных площадях – не менее 15 м, в стеснённых условиях радиусы допускаются уменьшать до 5 м и 8 м, соответственно;

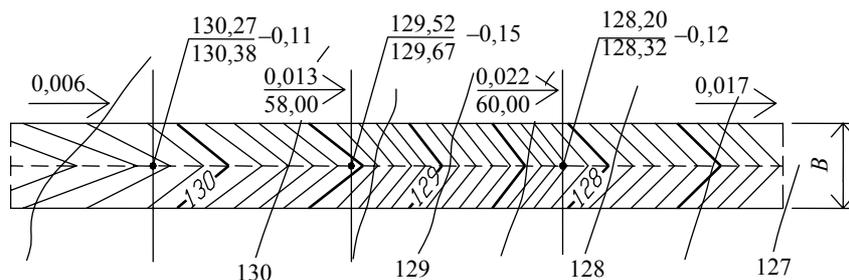


Рис. 2. Вертикальная планировка участка проезжей части улицы методом «проектных горизонталей»

- разбивается пикетаж, выписываются значения точек поверхности земли по оси проезжей части на каждом пикете. Перед нанесением проектных горизонталей на плане перекрёстка улиц определяются контрольные точки: места переломов продольного профиля отметки входов в здания, отметки поверхности пересекаемых улиц и т.п. (проектные отметки кон-

трольных точек и переломов проектной линии берутся с продольных профилей проектируемых улиц). На плане по оси проезжей части намечаются точки перелома продольного профиля, определяется расстояние между этими точками и задаются продольные уклоны (рис. 3).

Расстояние между проектными горизонталями в плане определяются по формуле

$$l = \frac{h_0}{i_{\text{прод}}}, \text{ м}, \quad (6.1)$$

где  $h_0$  – шаг горизонталей (принимается 0,1 или 0,2 м), м;  $i_{\text{прод}}$  – проектный продольный уклон (минимальные значения уклонов приведены в табл. 3.1), доли единиц.

Расстояние между точками с одинаковыми отметками по оси –  $a$  и лотку –  $c$  определяется по формуле

$$a = b \frac{i_{\text{поп}}}{i_{\text{прод}}}, \text{ м}, \quad (6.2)$$

где  $b = B/2$  – половина ширины проезжей части улицы, м;  $i_{\text{поп}}$  – поперечный уклон проезжей части (см. табл. 3.1), ‰;  $i_{\text{прод}}$  – см. (6.1), ‰.

Если обозначить буквой « $d$ » точку на оси проезжей части, через которую должна пройти горизонталь, соответствующая ей по высоте точка  $c$  лотка будет на расстоянии  $a$  (навстречу уклону).

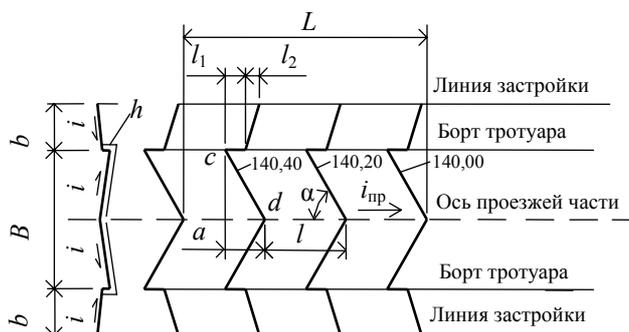


Рис. 3. Схема построения проектных горизонталей

Все горизонтали на участках улиц с одинаковыми продольными и поперечными уклонами параллельны друг другу и находятся на одинаковом расстоянии. С изменением продольных уклонов изменяются расстояния между горизонталями, с изменением поперечных уклонов изменяются углы их наклона.

На элементах улиц (тротуарах, газонах, разделительных полосах и т.п.), которые возвышаются над проезжей частью, горизонтали смещаются по отношению к горизонталям на проезжей части. Так как поперечные уклоны на этих элементах по отношению к лотку проезжей части направлены в другую сторону по сравнению с поперечными уклонами проезжей части, то горизонтали на них и на проезжей части будут направлены в разные стороны. Величина взаимосмещения одноименных горизонталей на тротуарах (газонах) и на проезжей части будет определяться по формуле

$$l_1 = \frac{h_6}{i_{\text{прод}}}, \text{ м}, \quad (6.3)$$

где  $h_6$  – высота возвышения тротуара (газона) над проезжей частью, принимается равной высоте бордюрного камня (0,15 – 0,25 м);  $i_{\text{прод}}$  – см. (6.1), доли единиц.

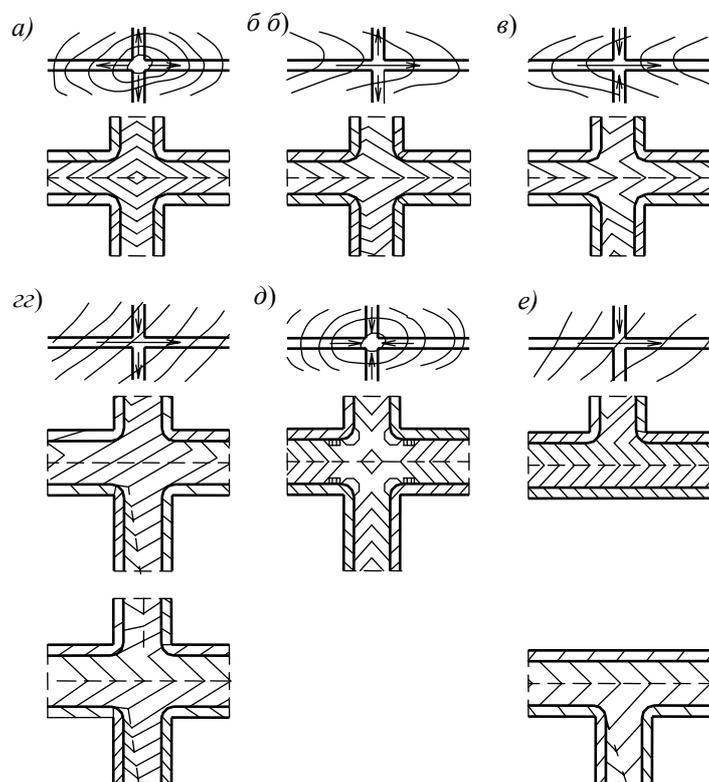
Положение точки, принадлежащей проектной горизонтали лежащей на линии застройки, определяется расстоянием  $l_2$ :

$$l_2 = \frac{b_1 i_{\text{попер.тр}}}{i_{\text{прод}}}, \text{ м}, \quad (6.4)$$

где  $b_1$  и  $i_{\text{попер.тр}}$  – ширина (м) и поперечный уклон тротуара (‰), соответственно (см. табл. 3.1);  $i_{\text{прод}}$  – см. (6.1), ‰.

Разрабатывается сопряжение проектных горизонталей на пересечении проектируемых улиц по схемам, предложенным на рис. 4. Каждая из схем предполагает свой способ организации рельефа перекрестка и зависит от рельефных условий на нём и типа перекрёстка (пересечение, примыкание, разветвление).

Наилучшие условия для водоотвода достигаются при расположении перекрёстков на холме или на водоразделе (рис. 4, а, б). Чтобы избежать поперечного лотка на пересечении гребень улицы более низкой категории должен быть смещён к лотку (рис. 4, б). При расположении перекрестка в тальвеге (рис. 4, в) поперечный лоток предусмотрен на второстепенной улице и транспорт, проходящий по главной улице, никаких неудобств испытывать не будет, так как на ней поперечный лоток отсутствует. Мелкие поперечные лотки проектируют так, чтобы помехи для движения транспорта и пешеходов были незначительными. Вода с верховых участков улицы перед пешеходными переходами перехватывается дождеприёмными колодцами закрытой водосточной сети.



**Рис. 4. Примеры вертикальной планировки перекрёстков  
в условиях различного рельефа:**

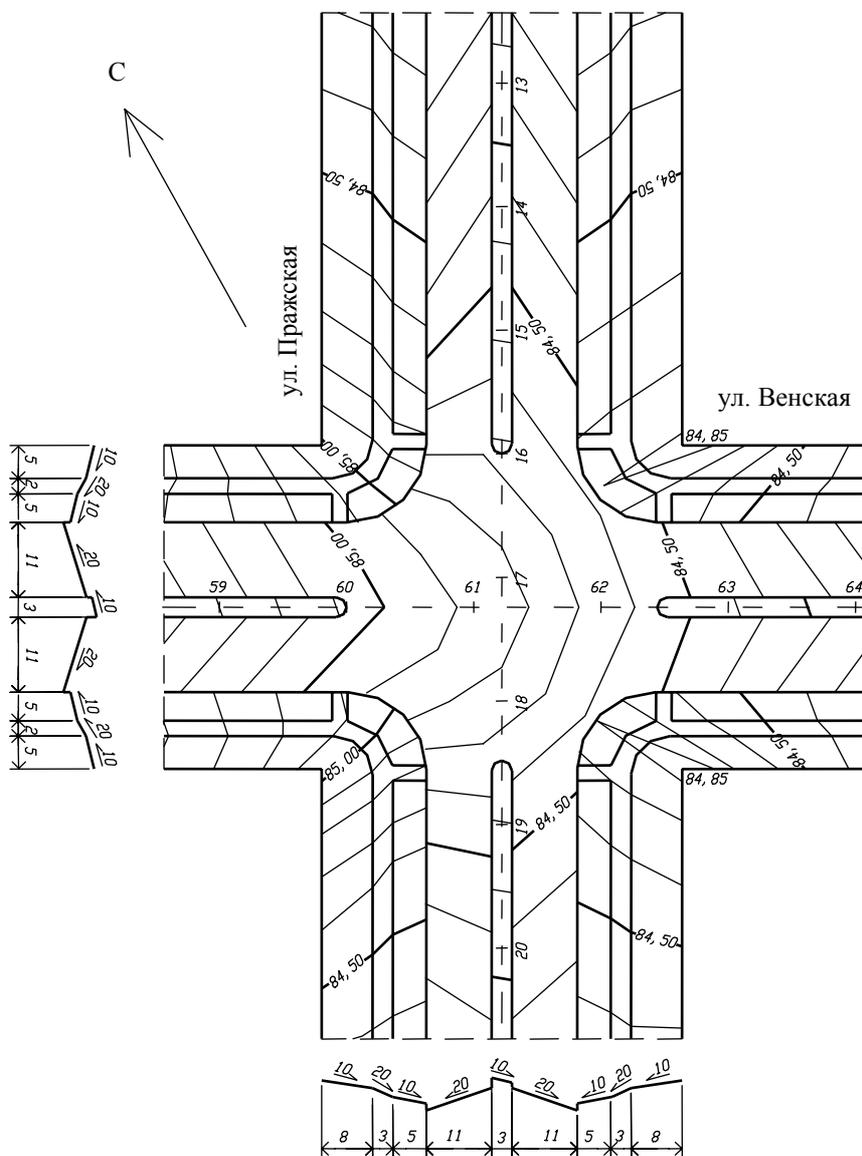
*а* – на холме; *б* – на водоразделе; *в* – в тальвеге; *г*, *е* – на косогоре; *д* – в котловине

При расположении перекрёстка на косогорном участке (рис. 4, *г*) проезжую часть устраивают односкатной со смещением гребня к второстепенной улице или с устройством на ней поперечного лотка.

Нежелательно расположение перекрёстка в котловине (рис. 4, *д*). В этом случае центр перекрёстка и его углы несколько возвышаются над прилегающими участками входящих улиц, где организуются пониженные места, вода из которых отводится в дождеприёмные колодцы закрытой водосточной сети.

На рис. 4, *е* приведены примеры решения Т-образных перекрёстков, расположенных на косогоре.

Следует помнить, что продольные уклоны на площадях и перекрёстках в направлении пересекающихся улиц должны быть небольшие, оптимально – 10 – 20 ‰, максимально допустимый уклон – 30 ‰.



**Рис. 5. Пример организации рельефа перекрёстка**  
(размеры и отметки даны в метрах, уклоны – ‰)

При проектировании плана перекрёстка следует руководствоваться правилами оформления чертежей [14, 15]. Сплошной толстой основной линией на плане показывают: контуры кромок проезжей части, контуры проектируемых зданий и сооружений, проектируемые инженерные сети, уклоноуказатели, проектные горизонталы, кратные 0,5 м. Сплошной тонкой линией показывают: контуры поперечного профиля, горизонталы фактической поверхности земли и проектные горизонталы, не кратные 0,5 м, контуры существующих зданий и сооружений, коммуникаций, дорог, строительную геодезическую и координатную сетки.

Пример организации рельефа (вертикальной планировки) перекрёстка приведён на рис. 5. Более подробно вопросы, связанные с проектированием вертикальной планировки городских улиц и перекрёстков, рассмотрены в [2, 6, 7].

## **7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ МЕТОДОМ «КАРТОГРАММ»**

Объёмы земляных работ при вертикальной планировке, выполненной методом «проектных горизонталей», определяются расчётом (метод «картограмм», рис. 6). Суть метода заключается в том, что на плане перекрёстка (без горизонталей) строится картограмма земляных работ, которая представляет собой сетку фигур (прямоугольников и квадратов) с вычисленными внутри каждой фигуры объёмами работ по снятию или подсыпке грунта. Сетка прямоугольников и квадратов размещается параллельно оси улицы с шагом вдоль улицы, равным одному пикету. При сложном рельефе и небольших территориях шаг сетки может быть сокращён до 10 – 20 м. Длина стороны фигуры, перпендикулярная оси улицы, принимается равной размерам элементов поперечного профиля (проезжей части, тротуара, газона и т.п.), отличающихся поперечными уклонами или разделённые бортовым камнем.

На участках улицы с планировочными элементами изменяющейся ширины сетка для построения картограммы может состоять из фигур любых конфигураций – трапеций, треугольников, многоугольников и т.д. Желательно, чтобы в пределах одной фигуры поверхность планировочного элемента улицы была близка к плоскости, что обеспечит высокую точность подсчёта объёмов земляных работ.

Для каждой из фигур сетки вычисляется объём насыпи и выемки. В углах фигуры выписываются красные (сверху), чёрные (снизу) и рабочие отметки, проектная и рабочая (рис. 6). Если рабочие отметки по одной стороне фигуры имеют разные знаки, то на этой стороне находится точка с рабочей отметкой, равной нулю (точка нулевых работ). Линия, проведённая

через точки нулевых работ, показывает границу между выемкой и насыпью и называется линией нулевых работ (рис. 6). Расстояние до точек нулевых работ определяется по формуле

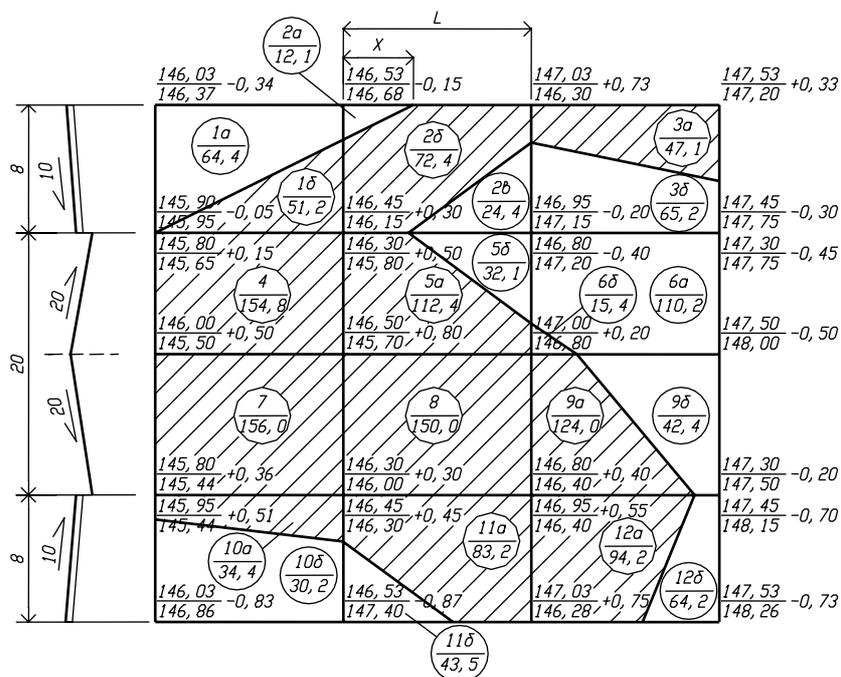


Рис. 6. Пример картограммы земляных работ участка улицы

$$X = \frac{H_1}{H_1 + H_2} L, \text{ м}, \quad (7.1)$$

где  $H_1$  – рабочая отметка со знаком «+» (насыпь), м;  $H_2$  – рабочая отметка со знаком «-» (выемка), м;  $L$  – расстояние между точками с разноимёнными отметками, м.

Для вычисления объёмов земляных работ используются фигуры, представленные на рис. 7.

Если рабочие отметки всех четырёх углов фигуры имеют одинаковые знаки (вся площадь фигуры находится в насыпи или выемке), то объёмы земляных работ вычисляется как для призмы по формуле (рис. 7, а)

$$V = \frac{\sum H}{4} F, \text{ м}, \quad (7.2)$$

где  $H$  – рабочие отметки по углам фигуры (квадрата или прямоугольника), м;  $F$  – её площадь, м<sup>2</sup>.

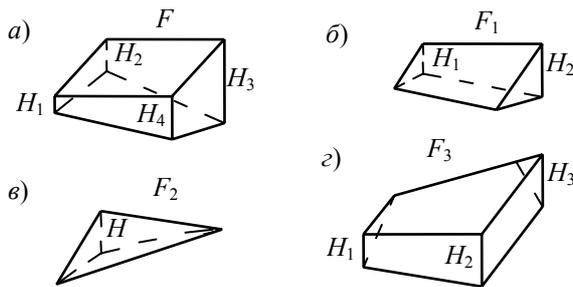


Рис. 7. Основные фигуры для вычисления объёмов земляных работ

При сечении нулевой линией противоположных сторон фигуры (квадрата или прямоугольника) объём земляных работ вычисляется по формуле (рис. 7, б)

$$V = \frac{\sum H}{4} F_1, \text{ м}, \quad (7.3)$$

где  $H$  – то же, что и в (7.2);  $F_1$  – площадь части фигуры, ограниченная нулевой линией, м<sup>2</sup>.

При сечении нулевой линией соседних сторон фигуры (квадрата или прямоугольника) объём земляных работ определяется по формуле (рис. 7, в)

$$V = \frac{H}{3} F_2, \text{ м}, \quad (7.4)$$

где  $H$  – то же, что и в (7.2);  $F_2$  – площадь треугольника, отсечённого нулевой линией, м<sup>2</sup>.

Объём второй фигуры в данном квадрате или прямоугольнике (рис. 7, г) будет:

$$V = \frac{\sum H}{5} F_3, \text{ м}, \quad (7.5)$$

где  $H$  – то же, что и в (7.2);  $F_3$  – площадь фигуры, отсечённой нулевой линией, расположенной напротив треугольника.

Подсчитанные объёмы земляных работ наносятся на картограмму (см. рис. 6), где на каждой фигуре записывается в числителе её порядковый номер, в знаменателе – вычисленный объём земляных работ.

Составляется ведомость (табл. 7.1) и вычисляются суммарные объёмы земляных работ.

#### 7.1. Ведомость объёмов земляных работ

Номер фигуры	Площадь фигуры, м <sup>2</sup>	Средняя рабочая отметка, м	Объём земляных работ, м <sup>3</sup>	
			насыпей	выемок
1				
...				
$n$				
			$\Sigma$	$\Sigma$

### 8. НАЗНАЧЕНИЕ И РАСЧЁТ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

В курсовой работе необходимо сконструировать и рассчитать один тип дорожной одежды жесткого типа.

Конструкция дорожной одежды (тип дорожной одежды, минимальная толщина слоев, виды материалов) принимается на основании категории дороги, дорожно-климатической зоны района проектирования, грунта рабочего слоя земляного полотна, типа местности по характеру и степени увлажнения, в соответствии с требованиями [2, 16, 17] и величины приведённой интенсивности воздействия нагрузки  $N_p$  (8.1). Тип покрытия дорожной одежды приведён в задании к курсовой работе.

При расчёте дорожной одежды в качестве расчётного типа используется наиболее тяжёлый автомобиль из систематически обращающихся по дороге, доля которых составляет не менее 10 %.

Определяются характеристики, отражающие интенсивность воздействия на дорожную одежду подвижной нагрузки:

– величина  $N_p$  – приведённое к расчётной нагрузке среднесуточное (на конец срока службы) число проездов всех колёс, расположенных по одному борту расчётного автомобиля, в пределах одной полосы проезжей части (приведённая интенсивность воздействия нагрузки), согласно [17] определяется по формуле

$$N_p = f_{\text{пол}} \sum_{m=1}^n N_m S_{m \text{ сум}}, \text{ ед./сут}, \quad (8.1)$$

где  $f_{\text{пол}}$  – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним, определяется для первой полосы движения от обочины [17, табл. 3.2];  $n$  – общее число различных марок транспортных средств в составе транспортного потока (за исключением легковых автомобилей);  $N_m$  – число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств  $m$ -й марки (за исключением легковых автомобилей), приведена в задании к курсовой работе;  $S_{m \text{ сум}}$  – суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства  $m$ -й марки к расчётной нагрузке определяется по [17, прил. 2 с учётом [9], прил. 3]. Допускается принимать значения  $S_{m \text{ сум}}$  по данным [17, табл. П.2.3] в зависимости от группы расчётной нагрузки «А».

– величина  $\sum N_p$  – суммарное расчётное число приложения приведённой расчётной нагрузки к расчётной точке на поверхности конструкции за срок службы

$$\sum N_p = 0,7 N_p \frac{K_c}{q^{(T_{\text{сл}}-1)}} T_{\text{рлг}} K_n, \text{ ед./сут}, \quad (8.2)$$

где  $N_p$  – см. (8.1);  $K_c$  – коэффициент суммирования (см. [17, табл. П.6.2]) принимается в зависимости от  $q$  – показателя изменения интенсивности движения по годам (1,01 – 1,10) и  $T_{\text{сл}}$  – расчётного срока службы (15 – 25 лет);  $T_{\text{рлг}}$  – расчётное число расчётных дней в году, соответствующих определённому состоянию деформируемости конструкции (см. [17, табл. П.6.1]);  $K_n$  – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (см. [17, табл. 3.3]).

В процессе расчёта дорожной одежды необходимо проверить принятые толщины покрытия и основания, выполнить расчёты по условию сдвигоустойчивости в грунте земляного полотна, на морозоустойчивость и дренажную способность и т.д. Вид расчёта зависит от принятой конструкции дорожной одежды, примеры расчёта приведены в [17, прил. 7, 8].

Принятая на основании расчёта конструкция дорожной одежды вычерчивается на поперечном профиле земляного полотна на миллиметровой бумаге или ватмане листа стандартного формата с рамкой и боковым штампом. Пример оформления чертежа конструкции дорожной одежды приведён в [16], используемые масштабы и условные обозначения – в [14, 15].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Бабков, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. – М. : Транспорт, 1987. – Ч. 2. – 415 с.
2. Дубровин, Е.Н. Изыскания и проектирование городских дорог / Е.Н. Дубровин, Ю.С. Ланцберг. – М. : Транспорт, 1981. – 471 с.
3. Проектирование участка автомобильной дороги : метод. указ. / сост. : К.А. Андрианов, А.Г. Воронков. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 32 с.
4. Митин, Н.А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах / Н.А. Митин. – М. : Недра, 1978. – 469 с.
5. Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах (описание и таблицы) / Н.М. Антонов, Н.А. Боровиков, Н.Н. Бычков, Ю.Н. Фриц. – М. : Транспорт, 1968. – 200 с.
6. Страментов, А.Е. Инженерные вопросы планировки городов / А.Е. Страментов. – М. : Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1955. – 363 с.
7. Меркулов, Е.А. Проектирование дорог и сетей пассажирского транспорта в городах (примеры) / Е.А. Меркулов и др. – М. : Изд-во литературы по строительству, 1970. – 415 с.

### Нормативные документы

8. СНиП 2.07.01–89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М. : ФГУП ЦПП, 2004. – 56 с.
9. Руководство по проектированию городских улиц и дорог / Центр. ин-т и проектный ин-т по градостроительству Госгражданстроя. – М. : Стройиздат, 1980. – 222 с.
10. СНиП 2.05.02–85\*. Автомобильные дороги. – М. : ФГУП ЦПП, 2005. – 54 с.
11. Большая советская энциклопедия. – М. : Изд-во «Советская энциклопедия», 1976. – 689 с.
12. СНиП 2.01.01–82. Строительная климатология и геофизика. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1983. – 136 с.
13. СНиП 23-01–99. Строительная климатология. – М. : ФГУП ЦПП, 2000.
14. ГОСТ Р 21.1701–97. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – М. : Госстрой России, 1997. – 29 с.
15. ГОСТ 21.1207–97. Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог. – М. : Госстрой России, 1997.
16. Дорожные одежды автомобильных дорог общего пользования. Материалы для проектирования. Серия 3.503-71/88.0. – М. : Союздорпроект, 1988. – 65 с.
17. Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд. – М. : ФГУП «Информавтодор», 2004.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
1.1. Цель и задачи курсовой работы .....	3
1.2. Состав и оформление работы .....	3
2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЛИЦ .....	4
3. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЛИЦ .....	4
3.1. Установление категорий проектируемых улиц .....	4
3.2. Определение технических характеристик проектируемых улиц .....	5
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ОСНОВНОЙ И ПЕРЕСЕКАЕМОЙ УЛИЦ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ УЛИЦ В «КРАСНЫХ ЛИНИЯХ» .....	8
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА И ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ОСНОВНОЙ И ПЕРЕСЕКАЕМОЙ УЛИЦ .....	9
5.1. Проектирование плана улиц .....	9
5.2. Проектирование продольного профиля улиц .....	10
6. РАЗРАБОТКА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ .....	11
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ МЕТОДОМ «КАРТОГРАММ» .....	14
8. НАЗНАЧЕНИЕ И РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ .....	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	23

П.1.1. Технические нормы проектирования улиц

Категория дорог и улиц	Расчётная скорость движения, км/ч	Скорость движения транспортного потока, км/ч	Ширина полосы движения, м	Число полос движения, шт.	Крайевые предохранительные полосы, м	Наименьший радиус кривых в плане, м	Наибольший продольный уклон, %	Расчётная интенсивность движения, прив. ед./ч		Минимальная ширина пешеходной части тротуара, м
								на полосу	всего в двух направлениях	
<b>Магистральные дороги:</b>										
– скоростного движения	120	90	3,75	4 – 8	1,0	600	30	1200	4800 – 9600	–
– регулируемого движения	80	60	3,50	2 – 6	0,5	400	50	800	1600 – 2400	–
<b>Магистральные улицы общегородского значения:</b>										
– непрерывного движения	100	75	3,75	4 – 8	0,75	500	40	1200	2000 – 4000	4,5
– регулируемого движения	80	60	3,50	4 – 8	0,5	400	50	700	1600 – 3200	3,0
<b>Магистральные улицы районного значения:</b>										
– транспортно-пешеходные	70	50	3,50	2 – 4	–	250	60	500	1000 – 2000	2,25
– пешеходно-транспортные	50	35	4,00	2	–	125	40	300	600	3,0
<b>Улицы и дороги местного значения:</b>										
– улицы в жилой застройке	40	25	3,00	2 – 3*	–	90	70	200	400	1,5
	30	20	3,00	2		50	80	100	200	1,5
– улицы и дороги научно-производственных, промышленных и коммунально-складских районов	50	35	3,50	2 – 4	–	90	60	300	600 – 1200	1,5
– парковые дороги	40	25	3,00	2	–	75	80	200	400	–
<b>Проезды:</b>										
– основные	40	20	2,75	2	–	50	70	150	300	1,0
– второстепенные	30	15	3,50	1	–	25	80	50	50	0,75
<b>Велосипедные дорожки:</b>										
– обособленные	20	10	1,50	1–2	–	30	40	200	200 – 400	–
– изолированные	30	20	1,50	2–4	–	50	30	300	600 – 1200	–

\* С учётом использования одной полосы для стоянок легковых автомобилей.