

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Утверждено  
на заседании кафедры  
«Геодезия»  
« » 2019г.

**Методические указания и задания к курсовому проекту по дисциплине**  
**«Технология строительства»**  
для студентов специальности «Прикладная геодезия» и «Геодезия и дистанцион-  
ное зондирование»

Методические указания и задания к курсовому проекту по дисциплине «Технология строительства» для студентов специальности «Прикладная геодезия» «Геодезия и дистанционное зондирование».

Ростов-на-Дону: Донск. гос. техн. ун-т, 2019. – 50 с.

Методические указания и задания разработаны в соответствии со стандартом предприятия Ст П ДГТУ. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2002 и программой курса «Технология строительства». Содержат основные теоретические положения, нормативные требования, исходные данные, варианты заданий и рекомендации по выполнению проекта.

Составители: проф. Н.В. Клавдиенко

к.э.н. Д.А. Мирошниченко

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент Н.Н. Редичкин

Редактор

Темплан 2019 г., поз.

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага белая.

Ризограф. Уч.-изд. л. 2,0. Тираж экз. Заказ

Редакционно-издательский центр

Донского государственного технического университета

3440 , Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

## ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект относится к технологическому профилю и состоит из двух разделов:

1. Проектирование вертикальной планировки;
2. Определение объемов земляных работ.

Включает в себя титульный лист, задание, оглавление (содержание), Пояснительную записку, расчеты и графическую часть, заключение и список использованной литературы и справочного материала. Общий объем расчетно-пояснительной записки и графической части курсового проекта 40 – 50 листов формата А4. Текст и расчеты могут быть выполнены рукописно чернилами или набраны на компьютере на одной стороне листа писчей бумаги.

### Задачи курсового проектирования

*Курсовое проектирование* – вид учебного процесса по изучаемой дисциплине, результатом которого является курсовой проект, выполняемый студентом самостоятельно под руководством преподавателя, состоящий из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Основными задачами курсового проектирования являются:

- 1) выработка навыков творческого мышления и умения применять обоснованные в технико-экономическом отношении решения инженерных задач, воспитание чувства ответственности за качество принятых решений;
- 2) закрепление знаний, полученных ранее;
- 3) привитие практических навыков применения норм проектирования, методик расчётов, технологических инструкций, типовых проектов, стандартов и других нормативных материалов;
- 4) самостоятельное выполнение расчётов конструктивного, технологического, организационного и экономического характера с использованием экономико-математических методов и современных информационных технологий;
- 5) привитие студентам навыков оформления проектных материалов по чёткому, ясному, технически грамотному и литературному изложению расчетно-пояснительной записки, аккуратному и чёткому оформлению графического материала проекта.

### Содержание курсового проекта

Курсовой проект относится к технологическому профилю и состоит из двух разделов:

1. Проектирование вертикальной планировки.
2. Определение объемов земляных работ.

Включает в себя титульный лист, задание, оглавление (содержание), пояснительную записку, расчёты и графическую часть, заключение и список использованной литературы и справочного материала. Общий объём расчетно-пояснительной записки и графической части курсового проекта 40 – 50 листов формата

А4. Текст и расчёты могут быть выполнены рукописно чернилами или набраны на компьютере на одной стороне листа писчей бумаги.

Задание на курсовое проектирование оформляется по форме прил. 1.

В задании указываются:

- наименование темы проекта;
- исходные данные к проекту;
- рекомендуемая литература;
- перечень разделов расчётно-пояснительной записки;
- перечень графических материалов;
- календарный план работы студента над проектом с указанием планируемого объёма и график обязательных консультаций руководителя проектирования;
- консультанты по отдельным разделам проекта;
- срок сдачи проекта.

Расчётно-пояснительная записка (прил. 2) включает:

- введение (цель и задачи курсового проектирования);

Раздел 1. Проектирование вертикальной планировки

- основные теоретические положения;
- методы вертикальной планировки;
- системы и схемы вертикальной планировки;
- технические условия;
- методика разработки проекта вертикальной планировки;
- исходные данные;
- расчет отметок характерных точек рельефа на перекрестках;
- определение положения горизонталей по улицам, газонам и тротуарам;
- проектирование рельефа внутриквартальных проездов;
- проектирование площадок под здания;
- проектирование рельефа внутриквартальной территории;
- оформление проекта вертикальной планировки.

Раздел 2. Определение объемов земляных работ

- методика подсчета объемов земляных работ;
- определение объемов земляных работ на территории квартала;
- определение объемов земляных работ на участке улицы;
- определение объемов земляных работ для участка автомобильной дороги.

Заключение.

Список литературы и справочных источников, использованных при разработке проекта.

Приложения (в них помещают итоговые графические материалы).

- Итоговыми графическими документами являются: 1) Проект вертикальной планировки квартала; 2) Картограмма земляных работ территории микрорайона; 3) Картограмма земляных работ участка улицы; 4) Продольный профиль автомобильной дороги.

## РАЗДЕЛ 1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ

## **1.1. Основные теоретические положения.**

### **1.1.1. Общие положения.**

Проекты вертикальной планировки входят составной частью в проекты планировки городов, посёлков и промышленных площадок.

Вертикальная планировка застраиваемых территорий представляет собой комплекс проектных и строительных работ по преобразованию существующего (естественного) рельефа в проектный (искусственный) и заключается в замене реальной поверхности оформляющими горизонтальными и наклонными плоскостями.

Основными задачами вертикальной планировки являются:

1. Создание условий для отвода (стока) ливневых, талых и хозяйственных вод с территорий кварталов, улиц, площадей, микрорайонов и промышленных предприятий;
2. Создание удобных и безопасных условий для движения транспорта и пешеходов;
3. Организация поверхности, удобной для застройки и формирования архитектурно-художественного облика территории (здания, сооружения, зелёные насаждения и т.п.).

Исходным материалом для составления проектов вертикальной планировки служат генеральные планы застройки, для разработки которых используют топографические карты и планы различных масштабов в зависимости от размеров территории и особенностей задач, которые по ним решаются. Для составления технического проекта планировки городских улиц, дорог, площадей, микрорайонов используют планы масштабов 1:2000 – 1:5000 с горизонталями через 0,5-1 м, а для детального проектирования – планы масштабов 1:500 – 1:1000. Помимо планов используются продольные профили по осям улиц и лотков и поперечные профили улиц на пикетах и характерных местах, а также данные о подземных инженерных сетях.

Исходными данными для разработки проекта вертикальной планировки квартала являются:

- 1) планировка и застройка квартала – копия генерального плана города;
- 2) поперечные профили улиц, ограничивающих квартал;
- 3) отметки центров перекрёстков;
- 4) проектные уклоны осей улиц;
- 5) технические условия.

### **1.1.2. Технические условия.**

При разработке проекта вертикальной планировки для обеспечения стока атмосферных вод с застраиваемой территории руководствуются следующими техническими условиями:

1. Отметки углов кварталов назначаются выше отметок лотков прилегающих улиц;

2. Поверхностям застраиваемых кварталов улиц, площадей, внутриквартальных проездов, дворов обязательно придают уклон; проектирование горизонтальных площадок не допускается; не должно быть также замкнутых, бессточных мест;

3. Минимальный продольный уклон улиц допускается 0,004 (4‰) при устройстве асфальтового и цементно-бетонного покрытия и 0,005 для других типов покрытий;

4. Для обеспечения безопасного и удобного движения транспорта и пешеходов максимальные продольные уклоны, в зависимости от категории дороги, улицы или проезда, не должны превышать:

- скоростные дороги.....	0,040
- магистральные улицы и дороги.....	0,050
- дороги коммунально-складских и промышленных районов.....	0,060
- поселковые улицы и дороги.....	0,070
- улицы и дороги местного значения.....	0,080
- трамвайные пути.....	0,060 - 0,080
- тротуары.....	0,060 - 0,080
- площади.....	0,030
- автостоянки.....	0,020
- поверхности кварталов.....	0,010
- поперечный уклон тротуаров не должен превышать.....	0,080

5 При пересечении двух магистральных улиц в одном уровне отметки осей в точке пересечения должны быть одинаковыми. При пересечении магистрали с второстепенной улицей отметки оси этой улицы должны совпадать с отметками лотка магистрали, поэтому боковые улицы при сопряжении с магистралью получают как бы односторонний уклон;

6. Поперечное сечение улиц проектируют так, чтобы обеспечивать отвод атмосферных осадков с проезжей части и тротуаров к лоткам. В этих же целях отметки площадей назначают выше отметок прилегающих улиц, а уклон должен быть направлен от центра площади к лоткам;

7. Поперечный уклон тротуаров в сторону проезжей части назначают 0,020 – 0,030 и лишь у перекрёстков он может быть увеличен до предельного значения – 0,080; минимальный поперечный уклон тротуаров и площадок на углу кварталов допускается 0,010.

8. Продольные уклоны тротуаров, газонов и разделительных полос обычно принимают равными уклонам проезжей части и лишь у перекрёстка они могут различаться. При большом уклоне местности отдельные участки тротуаров уполаживают за счет устройства лестниц;

9. С целью уменьшения объёмов земляных работ по вертикальной планировке проектирование выполняют с возможным приближением проектных отметок к существующим;

10. Участки городской территории, предназначенные для размещения зданий, должны иметь незначительную разность наибольшей и наименьшей проектных

отметок с тем, чтобы уменьшить высоту цоколя здания и исключить устройство ступеней на выходах из здания. Максимальная допустимая разность проектных отметок по углам здания зависит от его типа и указывается в проекте. Высотное положение площадок под здания по отношению к прилегающим территориям должно обеспечивать отвод поверхностных вод от здания, чему служит и *отмостка* – асфальтированная полоса вдоль стен здания с поперечным уклоном, направленным в сторону от здания;

11. Проектные отметки застраиваемой части города, а также отметки проездов и площадей нужно назначать выше исторического горизонта высоких вод (ВИГ) не менее чем на 0,5 м.

### 1.1.3. Методы вертикальной планировки.

При разработке проектов вертикальной планировки городских территорий используют следующие методы:

- 1) проектных отметок;
- 2) проектных профилей;
- 3) проектных горизонталей.

*В первом методе* рельеф проектируют укрупненно, без детализации и представляют на плане территории совокупностью проектных отметок характерных точек улиц и дорог – центров перекрестков и площадей, точек изменения продольного уклона и пересечения оси улицы с тальвегами и водоразделами, а также продольными уклонами, расстояниями и отметками некоторых точек кварталов или микрорайонов, стадионов и парков. Этот метод обычно используют при разработке схемы вертикальной планировки, являющейся начальной стадией проектирования рельефа территории города, жилого района или промышленного предприятия.

*В методе проектных профилей* создаваемый рельеф территории изображают в виде продольных и поперечных профилей улиц и дорог, проездов, створов зданий и других характерных направлений плана застраиваемой территории. Возможно последующее нанесение запроектированных на профилях отметок переломных точек, продольных уклонов и расстояний между переломами на план застройки. Данный метод можно использовать как для разработки схемы, так и проекта вертикальной планировки.

*Метод проектных горизонталей*, позволяющий детально разработать рельеф территории, используется на заключительной стадии проектирования при составлении проектов вертикальной планировки улиц, площадей, микрорайонов, кварталов, стадионов, территорий зеленых насаждений или промышленных предприятий. Проектный рельеф, образующийся после изменения естественного рельефа путем срезок и подсыпок, в данном методе изображается в виде горизонталей. Расстояние между проектными горизонталями от 0,1 м до 0,5 м выбирают в зависимости от характера естественного рельефа.

### 1.1.4. Системы и схемы вертикальной планировки.

Преобразовать существующий рельеф в проектный можно либо по всей застраиваемой территории, либо на ее отдельных участках в зависимости от характера рельефа и нормативных требований к зданиям и сооружениям, проекти-

руемым на заданной территории. Степень преобразования рельефа территории называется *системой вертикальной планировки*. Различают сплошную, выборочную и комбинированную системы вертикальной планировки.

*При сплошной системе* вертикальной планировки преобразование рельефа производится на всей территории, отводимой под строительство. Эта система планировки используется при высокой плотности застройки – не менее 25%, значительной насыщенности промплощадок автомобильными и железнодорожными путями, сложении планируемой территории легко разрабатываемыми грунтами.

*Выборочная система* вертикальной планировки предусматривает выполнение планировочных работ лишь на участках размещения зданий, сооружений.

При использовании *комбинированной системы* вертикальной планировки для отдельных зон застраиваемой территории выполняется сплошная планировка, для других же зон преобразование рельефа осуществляется лишь на площадках размещения зданий и сооружений.

Будущий рельеф территории обычно проектируют в виде *совокупности плоскостей*, различающихся своим высотным положением и наклоном к горизонту. В том случае, когда смежные плоскости создаваемого рельефа проектируют со значительным перепадом отметок, используют *террасную* схему вертикальной планировки. Другой разновидностью схемы вертикальной планировки является *бестеррасная*, для которой характерно отсутствие резкого изменения высот смежных плоскостей проектного рельефа.

## **1.2. Методика разработки проекта вертикальной планировки квартала**

*В методике разработки проекта* вертикальной планировки микрорайона или квартала предусматривают выполнение работ в определенной последовательности:

на первом этапе на основе принципиальных решений по формированию рельефа территории, заложенных в схеме вертикальной планировки, детально проектируют рельеф улиц и дорог, граничащих с микрорайоном;

следующим этапом проектирования является определение высотного положения внутриквартальных проездов;

далее назначают проектные высоты площадок размещения зданий, спортивных и других сооружений, элементов малой архитектуры и т.д.;

на заключительном этапе формируют рельеф территорий, расположенных между красными линиями квартала, проездами, границами площадок для зданий и сооружений.

Проектирование рельефа на разных этапах имеет свои особенности.

Завершается проектирование вертикальной планировки территории вычислением объемов земляных работ. Этот показатель является важнейшим критерием выбора наиболее конкурентоспособного проекта вертикальной планировки при вариантном проектировании.

### 1.2.1. Проектирование рельефа улиц

Для определения положения проектных горизонталей в пределах улиц и дорог необходимо знать проектные отметки точек пересечения осей и перегибов продольного профиля, продольный уклон по оси улицы, расстояния между точками пересечения осей и перегибов профиля, а также проекты поперечных профилей (ширину и поперечный уклон элементов улицы – проезжей части, тротуара, газона и др.). На основе этих данных вычисляют по формулам (1) расстояния, определяющие положение горизонталей на плане улицы (рис. 1):

$$\left. \begin{aligned} d_1 &= \frac{H_1 - H_3}{i_{\text{прод}}}, & d_2 &= \frac{h_{\text{сеч}}}{i_{\text{прод}}}, & d_3 &= \frac{H_5 - H_2}{i_{\text{прод}}}; \\ d_4 &= \frac{\frac{B}{2} \cdot i_{\text{попер}}}{i_{\text{прод}}}, & d_5 &= \frac{h_{\text{б.к.}}}{i_{\text{прод}}}, & d_6 &= \frac{b_{\text{газ}} \cdot i_{\text{газ}}^{\text{попер}}}{i_{\text{прод}}}; \\ d_7 &= \frac{h'_{\text{б.к.}}}{i_{\text{прод}}}, & d_8 &= \frac{b_{\text{трот}} \cdot i_{\text{трот}}^{\text{попер}}}{i_{\text{прод}}}, & n &= \frac{H_5 - H_3}{h_{\text{сеч}}}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $H_1$  и  $H_2$  - проектные отметки точек А и С (рис. 1) изменения продольного уклона улицы, либо центров перекрестков;

$i_{\text{попер}}$ ,  $i_{\text{газ}}^{\text{попер}}$ ,  $i_{\text{трот}}^{\text{попер}}$  – поперечный уклон соответственно проезжей части улицы, газона и тротуара;

$B$ ,  $b_{\text{газ}}$ ,  $b_{\text{трот}}$  – ширина соответственно проезжей части, газона и тротуара;

$h_{\text{сеч}}$  – высота сечения проектного рельефа;

$h_{\text{б.к.}}$ ,  $h'_{\text{б.к.}}$  – высота бортового камня, отделяющего соответственно проезжую часть от газона и тротуар от газона, равна 0,15м и 0,10м;

$H_3$  и  $H_5$  – отметки проектной горизонтали на участке между точками с высотами  $H_1$  и  $H_2$ , ближайшей соответственно к точке с высотой  $H_1$  и к точке с высотой  $H_2$ ;

$n$  – число заложений между первой и последней горизонталями с отметками  $H_3$  и  $H_5$ .

Для контроля вычисляют горизонтальное расстояние  $l$  между точками изменения продольного уклона улицы:

$$l = d_1 + n \cdot d_2 + d_3 \quad (\text{в примере на рис. 1 } n=2).$$

Проектные горизонталы первоначально наносят на план улиц без учета наличия въездов с улиц внутрь кварталов. В последующем корректируют положение горизонталей в пределах въездов на территорию квартала, т.к. у границ въезда тротуар и газон прерываются и отделяются от него бордюрным камнем

и при этом поверхность покрытия въезда располагается ниже поверхности газона и тротуара.

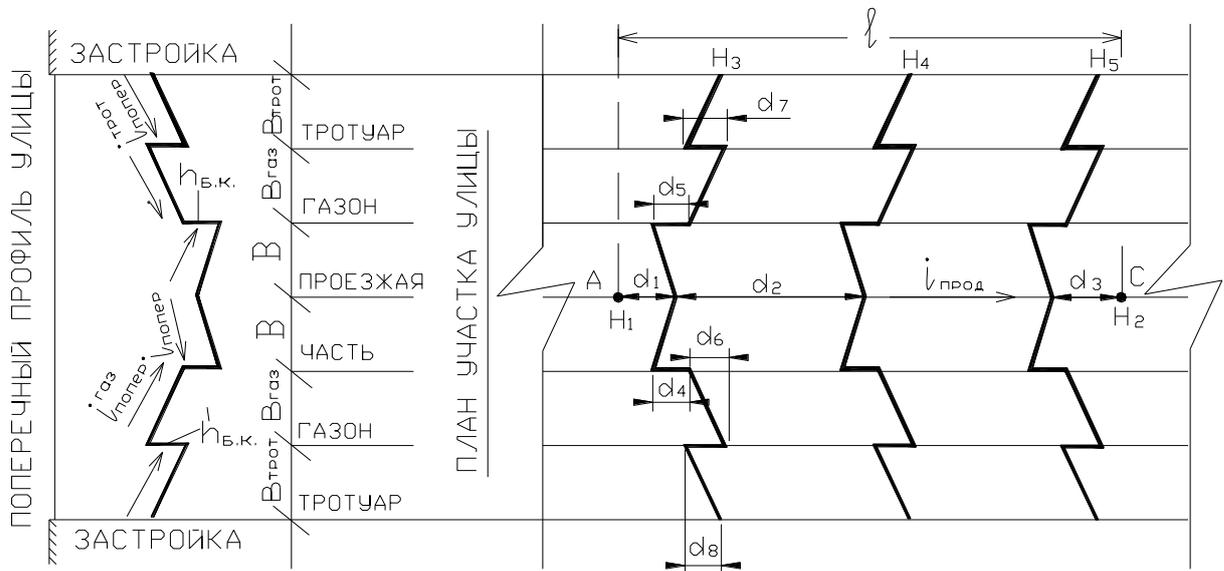


Рис. 1. Изображение проектного рельефа улицы в горизонталях

### 1.2.2. Проектирование рельефа на перекрестках улиц

Проектирование рельефа на перекрестках городских улиц и дорог несколько усложняется вследствие необходимости устройства размотки улиц для обеспечения пропуска через перекресток поверхностных вод с более высоких территорий к расположенным ниже по рельефу.

*Размоткой* улицы называется переход от двускатного поперечного профиля к односкатному на участке улицы, непосредственно прилегающем к перекрестку. Размотка улиц выполняется постепенным поворотом одной половины проезжей части вокруг оси улицы до совмещения с плоскостью второй половины проезжей части или постепенным смещением гребня проезжей части от ее оси к верхнему лотку. Гребень размотки располагают на размащиваемой улице, начало его на оси улицы, а конец в пересечении верхнего лотка с пересекающей улицей.

Длина участка улицы, в пределах которого осуществляется переход от двускатного к односкатному профилю, определяется по одной из формул:

$$S = \frac{B \cdot i_{\text{noner}}}{0,004}; \quad (2)$$

$$S = \frac{B \cdot i_{\text{noner}}}{0,2 \cdot i_{\text{прод}}}, \quad (3)$$

где  $B$  – ширина проезжей части размащиваемой улицы;

$i_{\text{noner}}$  – поперечный уклон размащиваемой улицы в конце размотки, т.е. в сечении односкатного поперечного профиля (обычно равен продольному уклону пересекающей улицы);  $i_{\text{прод}}$  – продольный уклон размащиваемой улицы.

Формула (2) используется для вычислений в том случае, когда продольный уклон размащиваемой улицы менее 0,020, т.е.  $i_{прод} < 20\%$ . Если же  $i_{прод} > 20\%$ , применяется формула (3).

Выбор улиц для устройства размостки у перекрестка зависит от рельефа, на котором расположен перекресток, а также от категоричности пересекающихся улиц и дорог. Характерными являются случаи расположения перекрестка на хребте, в лощине, на косогоре, возвышенности и в котловине. В последнем случае проектирование перекрестка без устройства закрытых водостоков невозможно. На рис.2 показаны типовые схемы организации рельефа на перекрестках улиц одинаковой категории с размащиванием отдельных улиц на пересечении улиц в одном уровне отводом гребня к верхнему лотку (стрелками указано направление продольных уклонов улиц и пунктирными линиями положение гребня в пределах размостки). При пересечении улиц разной категории рекомендуется размащивать улицу более низкой категории.

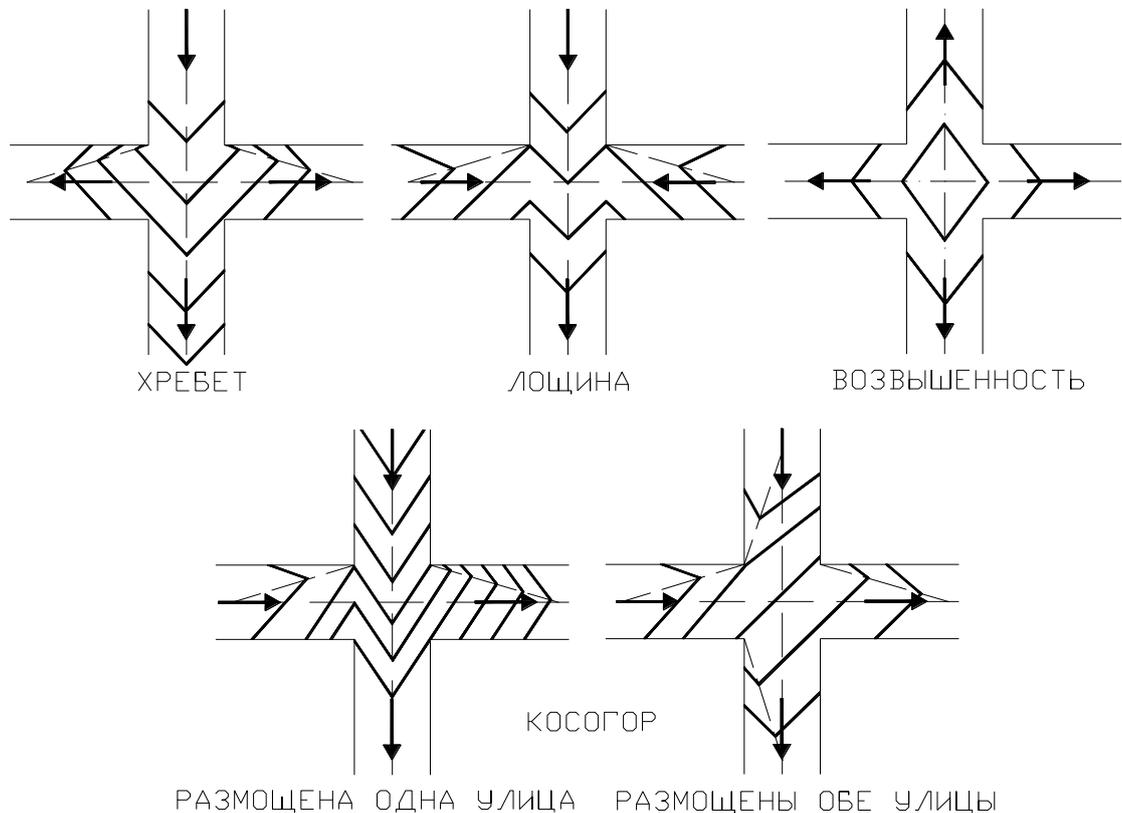


Рис. 2. Изображение проектного рельефа в горизонталях на пересечении улиц в одном уровне

Для определения положения проектных горизонталей на перекрестке предварительно назначают улицы, для которых будет запроектирована размостка, затем вычисляют отметки характерных точек рельефа на перекрестке и прилегающих к нему участках улиц. Характерными точками рельефа на перекрестках явля-

ются: центры перекрестков; точки на пересечении продленных красных линий застройки между собой, с тротуарами, газонами, лотками и осями улиц; на пересечении лотков; начало размокки и на поперечниках на ней. Нумерация точек произвольная, но одинаковая на каждом перекрестке; первой является точка пересечения осей улиц. Пример расположения и нумерации характерных точек на перекрестке приведен на рис.7.

### 1.2.3. Проектирование рельефа внутриквартальных проездов

При проектировании высотного положения внутриквартальных или внутримикрорайонных проездов в качестве исходных используются проектные отметки, *определенные по проектным горизонталям*, по оси или одному из лотков проездов на пересечении их с границами застройки (красными линиями) квартала или микрорайона, а также существующие высоты характерных точек проездов, например, пересечений проездов между собой, с водораздельными линиями или тальвегами в пределах квартала или микрорайона. По этим отметкам и расстояниям, определенным по плану, вычисляют (либо назначают) продольные уклоны проездов в допустимых пределах ( $i_{\min} = 4\%$ ,  $i_{\max} = 80\%$ ) таким образом, чтобы обеспечить удаление поверхностных вод с территории квартала или микрорайона без устройства закрытых водостоков, а также свести к разумному минимуму разность проектных и существующих отметок по проездам. В поперечном сечении проезды обычно имеют однокатный профиль с уклоном 0,020 и отделяются от прилегающей территории бортовым камнем высотой 0,10м. После назначения проектных отметок и продольных уклонов вычисляют по формулам (1) расстояния  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_7$ , определяющие положение проектных горизонталей по внутримикрорайонным проездам.

### 1.2.5. Проектирование рельефа площадок для размещения зданий

Проектные отметки площадок под здания, расположенные по красным линиям микрорайона, со стороны главных фасадов определяются по проектным горизонталям, запроектированным для прилегающих улиц. Со стороны дворовых фасадов высоты углов площадок под здания назначаются таким образом, чтобы максимальная разность угловых отметок не превышала предельного значения и был обеспечен отвод поверхностных вод от здания. Уклоны по противоположным сторонам здания могут быть равными.

В заключение необходимо отметить, что проектирование вертикальной планировки - процесс творческий и для получения хорошего результата следует разрабатывать всегда несколько вариантов проектного рельефа, сравнивать их между собой и выбирать лучший. Оформление проекта вертикальной планировки выполняется в соответствии с нормативными требованиями.

### 1.2.4. Проектирование рельефа внутриквартальных

## территорий

Рельеф территорий, расположенных между линиями застройки, зданиями и проездами, проектируется в виде отдельных плоскостей таким образом, чтобы в квартале или микрорайоне не образовались бессточные места, чтобы уклон плоскостей был достаточен для обеспечения стока поверхностных вод ( $i_{\min} = 5\%$ ), удовлетворял архитектурным требованиям и обеспечивал хорошие условия для произрастания растительности. Проектные горизонталы на внутриквартальной территории проводят с учетом характера естественного рельефа, предусматривая наименьший объем земляных работ. Крутые склоны или возвышенные места оформляют озелененными откосами, подпорными стенками, пандусами, лестницами.

### 1.3 Исходные данные для разработки проекта вертикальной планировки квартала

Исходными данными при разработке Раздела 1 курсового проекта в зависимости от варианта являются:

- 1) одна из схем планировки и застройки квартала (фрагмент генерального плана города), приведённых на рис. 4, 5, 6, 7, 8, 9;
- 2) проектные отметки некоторых центров перекрёстков улиц и проектные уклоны осей некоторых улиц квартала (таблицы 1, 2, 3, 4);
- 3) поперечные профили улиц (рис.3);
- 4) технические условия, приведенные в п.1.1.

Планировка и застройка квартала для всех вариантов одина, представлена четырьмя девятиэтажными (размер в осях 12×12 м), двумя пятиэтажными зданиями (размер в осях 12×57 м) и двумя внутриквартальными проездами, однако существующий рельеф территории каждого квартала различен.

Поперечные профили улиц одинаковые для всех вариантов.

Линейные размеры и расстояния на схемах планировки и застройки даны в метрах. Стрелками по осям улиц показано направление стока воды.

### 1.4. Рекомендации по разработке раздела 1 курсового проекта

Проект вертикальной планировки квартала выполняется методом проектных горизонталей в масштабе 1:1000 с высотой сечения рельефа горизонталями через 0,25 м.

Разработке проекта предшествует изучение технических условий и определение недостающих исходных данных. По заданным отметке центра одного перекрестка, продольным уклонам трех улиц и расстояниям между центрами перекрестков, взятым со схемы планировки и застройки квартала, вычисляют отметку центра четвертого перекрестка и продольный уклон по ул. Спортивной (варианты 1– 4). Исходные данные записывают на Схеме планировки территории квартала рядом с их буквенными обозначениями. Разработку проекта вертикальной планировки начинают с вычисления отметок характерных точек рельефа на перекрестках.

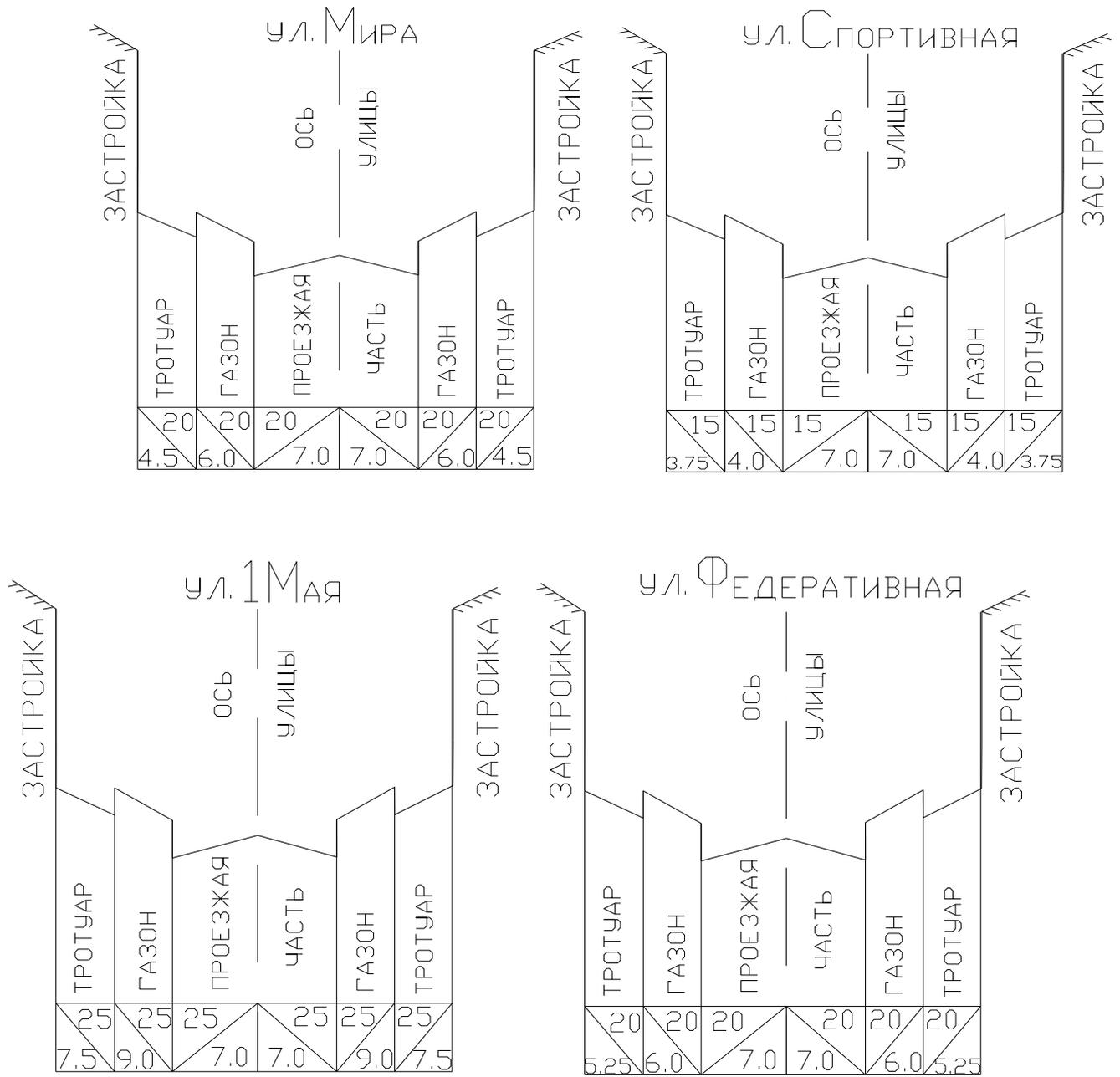
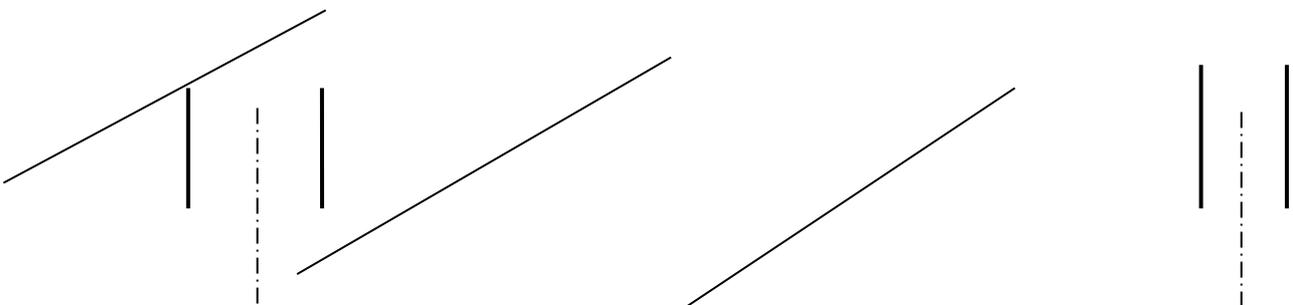


Рис. 3. Поперечные профили улиц





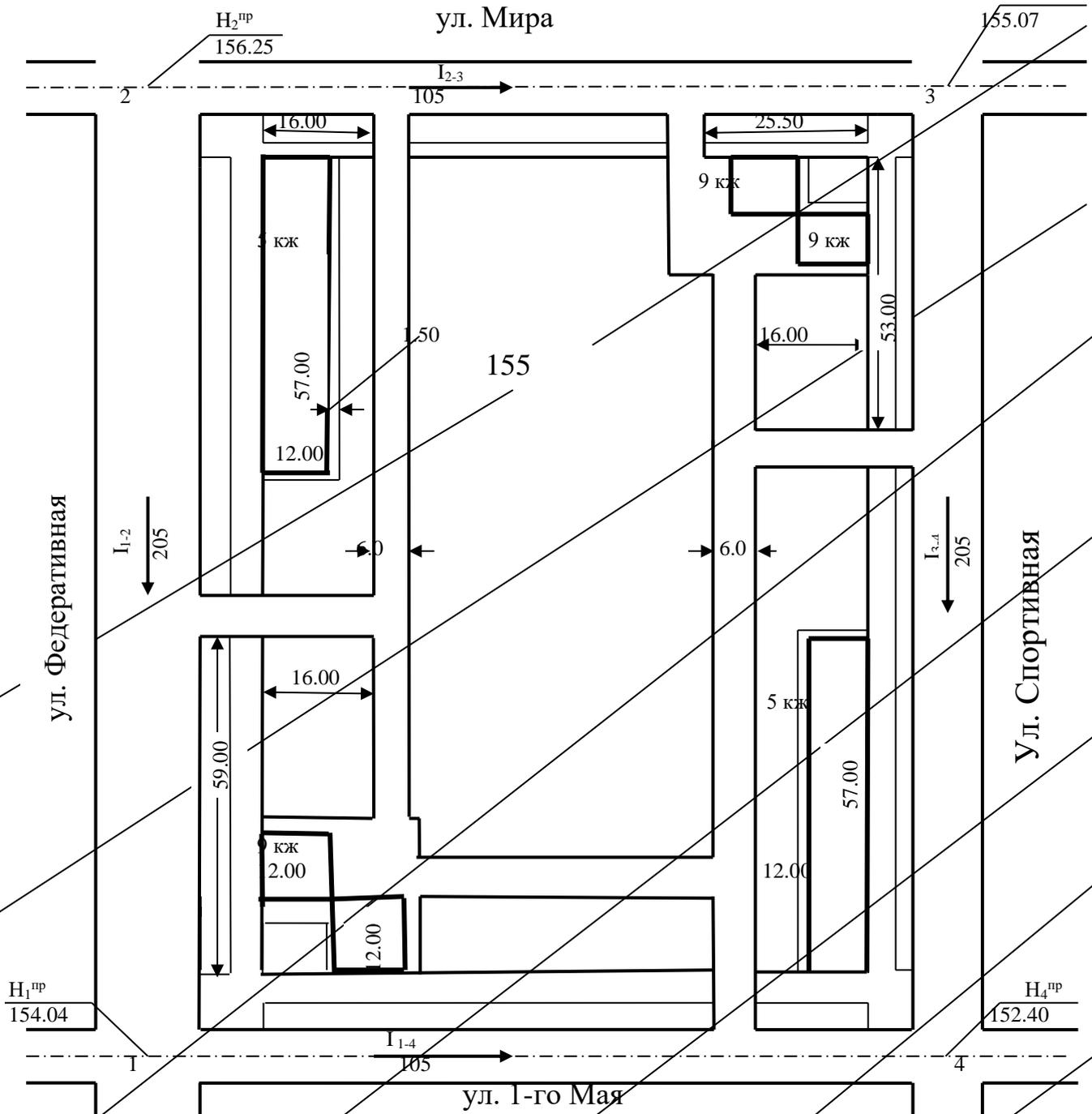


Рис.5 Схема планировки и застройки квартала (вариант №2).  
Горизонталы проведены через 0.5м.



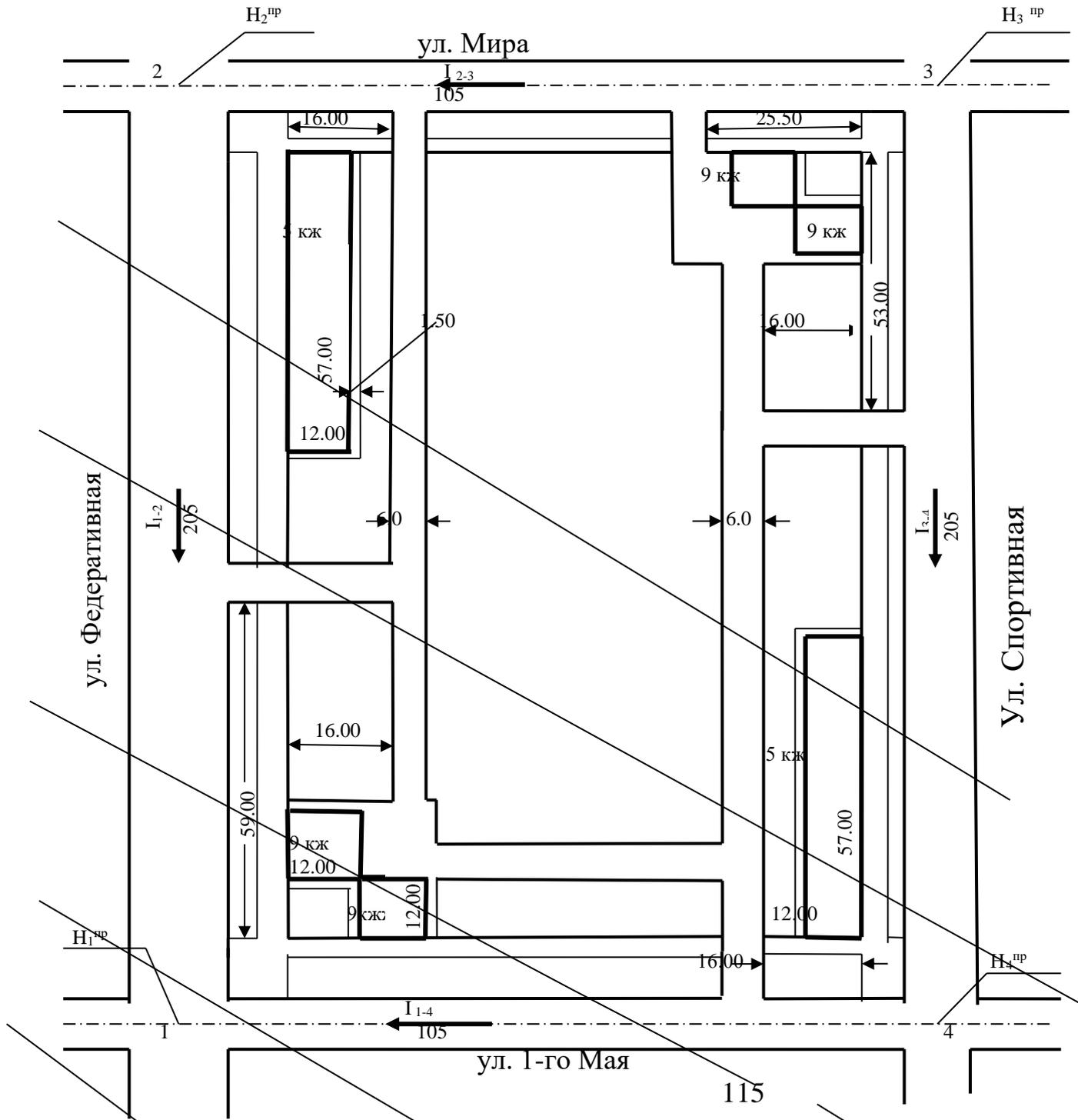


Рис.7. Схема планировки территории квартала (вариант 4)



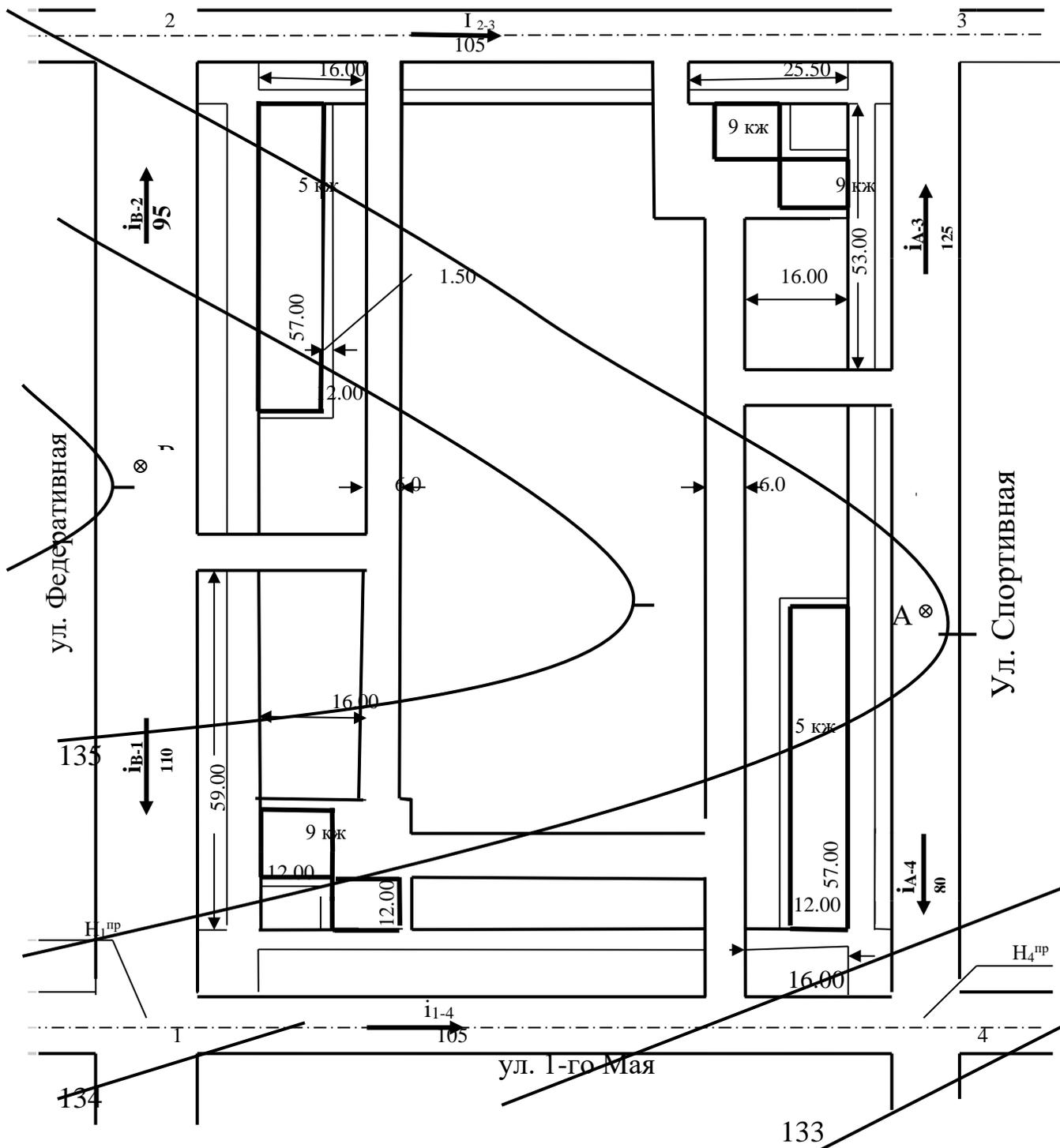


Рис. 9. Схема планировки территории квартала (вариант б)

Таблица 1. Исходные данные для проектирования вертикальной планировки территории квартала (варианты 1 – 3)

№ по списку группы	Вариант 1				Вариант 2				Вариант 3			
	<i>H</i> <sub>1</sub> проект	<i>U</i> <sub>1-2</sub> проект	<i>U</i> <sub>2-3</sub> проект	<i>U</i> <sub>1-4</sub> проект	<i>H</i> <sub>1</sub> проект	<i>U</i> <sub>1-2</sub> проект	<i>U</i> <sub>2-3</sub> проект	<i>U</i> <sub>1-4</sub> проект	<i>H</i> <sub>1</sub> проект	<i>U</i> <sub>1-2</sub> проект	<i>U</i> <sub>2-3</sub> проект	<i>U</i> <sub>1-4</sub> проект
1	342,02	- 0,010	0,010	0,010	153,99	0,011	- 0,008	- 0,010	292,43	- 0,016	- 0,010	- 0,010
2	342,78	- 0,016	0,010	0,010	153,37	0,014	- 0,010	- 0,011	291,50	- 0,009	- 0,008	- 0,008
3	342,19	- 0,010	0,011	0,009	153,72	0,013	- 0,012	- 0,013	292,11	- 0,014	- 0,009	- 0,010
4	342,56	- 0,011	0,009	0,008	153,05	0,015	- 0,009	- 0,009	291,91	- 0,012	- 0,012	- 0,012
5	341,93	- 0,010	0,012	0,014	153,54	0,012	- 0,011	- 0,008	292,35	- 0,015	- 0,011	- 0,011
6	342,35	- 0,013	0,013	0,013	153,88	0,010	- 0,009	- 0,012	291,37	- 0,008	- 0,010	- 0,009
7	341,73	- 0,010	0,012	0,015	154,11	0,009	- 0,013	- 0,010	292,16	- 0,015	- 0,015	- 0,015
8	342,68	- 0,014	0,008	0,008	152,93	0,018	- 0,010	- 0,008	291,86	- 0,012	- 0,008	- 0,010
9	342,11	- 0,009	0,012	0,012	154,19	0,008	- 0,012	- 0,013	292,30	- 0,014	- 0,009	- 0,012
10	342,47	- 0,013	0,010	0,010	153,46	0,013	- 0,008	- 0,008	291,56	- 0,009	- 0,009	- 0,009
11	342,15	- 0,011	0,011	0,011	154,05	0,011	- 0,013	- 0,015	292,07	- 0,014	- 0,014	- 0,014
12	342,73	- 0,015	0,009	0,009	153,28	0,014	- 0,008	- 0,008	291,41	- 0,008	- 0,009	- 0,008
13	341,78	- 0,009	0,011	0,012	153,81	0,012	- 0,012	- 0,012	292,26	- 0,013	- 0,013	- 0,013
14	341,65	- 0,008	0,012	0,013	153,16	0,015	- 0,008	- 0,010	291,69	- 0,010	- 0,010	- 0,010
15	341,97	- 0,009	0,009	0,009	154,24	0,008	- 0,008	- 0,008	292,03	- 0,013	- 0,011	- 0,012
16	342,60	- 0,012	0,008	0,008	153,65	0,012	- 0,009	- 0,013	292,25	- 0,013	- 0,008	- 0,016
17	341,69	- 0,008	0,011	0,015	153,00	0,016	- 0,010	- 0,012	292,22	- 0,012	- 0,014	- 0,014
18	342,41	- 0,014	0,011	0,011	153,94	0,011	- 0,011	- 0,011	291,80	- 0,011	- 0,011	- 0,011
19	341,89	- 0,008	0,008	0,008	153,32	0,014	- 0,009	- 0,009	291,95	- 0,013	- 0,010	- 0,010
20	342,30	- 0,012	0,010	0,010	154,30	0,009	- 0,009	- 0,009	291,65	- 0,009	- 0,012	- 0,009
21	341,84	- 0,009	0,013	0,011	153,50	0,014	- 0,014	- 0,014	292,16	- 0,011	- 0,013	- 0,016
22	342,52	- 0,014	0,014	0,014	153,77	0,009	- 0,009	- 0,011	291,61	- 0,010	- 0,008	- 0,008

Продолжение таблицы №1

23	342,07	- 0,011	0,012	0,014	153,22	0,015	- 0,012	- 0,008	291,99	- 10,013	- 0,013	- 0,013
24	342,64	- 0,013	0,008	0,008	154,36	0,008	- 0,010	- 0,009	291,74	-0,011	- 0,012	- 0,013
25	341,74	- 0,009	0,012	0,014	153,11	0,009	- 0,012	- 0,009	292,37	-0,012	- 0,009	- 0,009
26	341,95	- 0,010	0,011	0,013	152,69	0,012	- 0,011	- 0,008	291,88	-0,013	- 0,012	- 0,011

**Таблица 2. Исходные данные для проектирования вертикальной планировки территории квартала (вариант 4)**

№	$H_1^{np}$	$i_{1-2}^{np}$	$i_{2-3}^{np}$	$i_{1-4}^{np}$
1	114.47	0.014	0.010	0.009
2	114.83	0.010	0.014	0.012
3	114.61	0.012	0.009	0.008
4	114.74	0.011	0.011	0.011
5	114.96	0.012	0.012	0.012
6	114.39	0.013	0.011	0.010
7	115.08	0.015	0.008	0.008
8	114.22	0.016	0.010	0.014
9	114.11	0.011	0.014	0.008
10	114.03	0.012	0.013	0.014
11	113.94	0.010	0.008	0.010
12	113.85	0.013	0.009	0.012
13	113.77	0.014	0.012	0.011
14	113.71	0.015	0.011	0.010
15	113.63	0.016	0.008	0.010
16	114.35	0.009	0.009	0.009
17	114.42	0.010	0.013	0.011
18	114.51	0.012	0.008	0.010
19	114.69	0.014	0.010	0.013
20	114.82	0.016	0.008	0.012
21	114.91	0.011	0.013	0.009
22	114.30	0.013	0.008	0.013
23	115.02	0.015	0.008	0.014
24	114.17	0.009	0.012	0.014
25	114.08	0.008	0.010	0.012
26	114.31	0.010	0.012	0.014
27	113.98	0.011	0.015	0.013
28	113.89	0.012	0.016	0.010
29	113.67	0.012	0.010	0.014
30	113.52	0.013	0.014	0.008

Таблица 3. Исходные данные для проектирования вертикальной планировки территории квартала (вариант 5)

<b>№</b>	<b><math>H_A^{PP}</math></b>	<b><math>i_{3-A}^{PP}</math></b>	<b><math>i_{4-A}^{PP}</math></b>	<b><math>H_B^{PP}</math></b>	<b><math>i_{2-B}^{PP}</math></b>	<b><math>i_{1-B}^{PP}</math></b>
1	185.40	0.017	0.016	184.65	0.011	0.010
2	185.36	0.019	0.014	184.72	0.010	0.012
3	185.31	0.0021	0.012	184.27	0.010	0.014
4	185.25	0.023	0.010	184.41	0.012	0.016
5	185.19	0.025	0.008	184.15	0.016	0.008
6	185.14	0.027	0.015	184.20	0.014	0.010
7	185.10	0.018	0.013	184.00	0.010	0.011
8	185.06	0.026	0.011	184.36	0.013	0.013
9	185.01	0.020	0.009	185.15	0.016	0.015
10	184.97	0.024	0.014	184.60	0.017	0.017
11	184.92	0.022	0.010	184.77	0.015	0.015
12	185.67	0.018	0.015	184.89	0.014	0.012
13	184.84	0.017	0.011	185.00	0.010	0.015
14	186.02	0.020	0.016	185.08	0.013	0.011
15	184.76	0.019	0.009	185.19	0.015	0.017
16	184.72	0.023	0.012	184.03	0.014	0.015
17	185.49	0.016	0.017	184.83	0.009	0.013
18	185.54	0.014	0.019	184.95	0.008	0.012
19	185.58	0.017	0.018	185.09	0.015	0.018
20	184.88	0.024	0.016	184.11	0.015	0.014
21	185.81	0.015	0.014	185.27	0.011	0.016
22	185.98	0.023	0.014	185.04	0.012	0.015
23	184.80	0.021	0.016	184.43	0.018	0.013
24	186.06	0.019	0.017	185.23	0.014	0.015
25	186.10	0.023	0.018	185.11	0.013	0.014

**Таблица 4. Исходные данные для проектирования вертикальной планировки территории квартала (вариант б)**

<b>№</b>	<b>H<sub>A</sub></b>	<b>i<sub>A-3</sub></b>	<b>i<sub>A-4</sub></b>	<b>H<sub>B</sub></b>	<b>i<sub>B-2</sub></b>	<b>i<sub>B-1</sub></b>
1	134.55	0.010	0.015	135.45	0.011	0.011
2	134.72	0.012	0.016	135.58	0.013	0.012
3	134.61	0.013	0.014	135.64	0.010	0.009
4	134.47	0.011	0.012	135.71	0.014	0.013
5	134.40	0.014	0.013	135.38	0.012	0.010
6	134.83	0.009	0.010	135.88	0.011	0.008
7	134.33	0.015	0.011	135.22	0.009	0.010
8	134.90	0.012	0.009	136.03	0.015	0.009
9	134.26	0.008	0.014	136.10	0.014	0.017
10	134.15	0.013	0.008	135.96	0.017	0.014
11	134.06	0.010	0.017	136.15	0.013	0.019
12	133.93	0.016	0.015	134.90	0.019	0.012
13	135.04	0.011	0.013	136.24	0.018	0.011
14	135.20	0.017	0.011	136.31	0.020	0.010
15	133.85	0.014	0.016	134.82	0.011	0.013
16	133.73	0.015	0.012	134.70	0.017	0.009
17	133.62	0.013	0.018	134.95	0.018	0.014
18	135.34	0.018	0.015	136.44	0.016	0.011
19	135.48	0.012	0.017	136.57	0.014	0.012
20	135.57	0.019	0.014	136.68	0.019	0.013
21	135.70	0.016	0.010	136.50	0.013	0.008
22	133.51	0.014	0.016	134.74	0.012	0.015
23	133.40	0.015	0.019	134.35	0.015	0.016
24	134.50	0.013	0.011	135.77	0.010	0.009
25	135.83	0.017	0.013	136.88	0.014	0.008

#### **1.4.1. Вычисление отметок характерных точек рельефа на перекрестках**

Расчеты для изображения проектного рельефа начинают с вычерчивания схемы перекрестка в произвольном масштабе соответственно схеме планировки и застройки и выбора размащиваемой улицы (одной на каждом перекрестке). Не рекомендуется назначать две размостки на коротких улицах. На схеме перекрестка показывают примерное положение начала размостки на оси размащиваемой улицы и гребень проезжей части улицы в пределах размостки, который направляют на угол пересечения лотков размащиваемой и пересекаемой улиц, расположенный выше по рельефу. Подписывают на схеме проектную отметку центра перекрестка, обозначают и нумеруют характерные точки рельефа, начиная с центра перекрестка. На схеме показывают также поперечные профили пересекающихся улиц с их характеристиками. Вычисляют длину размостки по формулам

(2) или (3) и длину гребня, а затем отметки характерных точек рельефа в порядке, приведенном ниже.

Исходные данные и отметки характерных точек рельефа на перекрестках позволяют вычислить расстояния между проектными горизонталями в пределах перекрестка и размостки.

Изображение проектного рельефа квартала рекомендуется выполнить на листе миллиметровой бумаги формата А4, на который предварительно перенести планировку и застройку квартала в заданном масштабе.

Порядок вычислений отметок характерных точек рельефа в пределах перекрестка рассмотрим на конкретном примере пересечения улиц Федеративной и Мира. Исходные данные представлены на схеме перекрестка (рис.10), а попе-

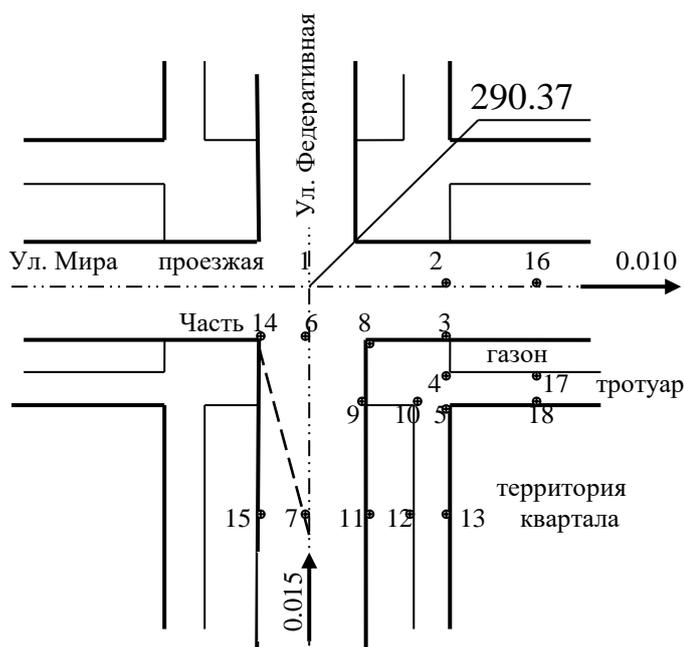


Рис. 10. Схема расположения характерных точек рельефа на перекрестке улиц Федеративная и Мира

речные профили улиц изображены на рис. 3.

Анализ исходных данных позволяет сделать вывод, что пересекающиеся улицы имеют одинаковую категорию, а перекресток расположен на косогоре. В данном случае при проектировании рельефа на перекрестке необходимо размащивать либо обе улицы, либо одну из них. Допустим, решили размащивать одну улицу – Федеративную, тогда поперечный профиль проезжей части улицы Мира в пределах перекрестка остается двускатным, а по улице Федеративной – будет односкатным.

Длину размостки между точками 6 и 7 вычислим по формуле (2):

$$l_{\text{разм}} = l_{6-7} = 14 \cdot 0.010 / 0.004 = 35 \text{ м.}$$

Гребень проезжей части ул. Федеративной в пределах размостки располагается по линии 7-14. Его длина  $l_{7-14} = \sqrt{35^2 + 7^2} = 35.69 \text{ м.}$

Пронумеруем характерные точки перекрестка, как, например, на рис. 10. Проектная отметка центра перекрестка ( $H_1=290,37$ ) и проектные продольные уклоны улиц ( $i_{прод}^{Мира} = 0,010$ ;  $i_{прод}^{Федерат} = 0,015$ ) принимаются по схеме планировки и застройки квартала.

Вычислим отметку точки 5 на углу квартала (на пересечении линий застройки) по двум направлениям: 1, 2, 3, 4, 5 и 1, 6, 8, 9, 10, 5 последовательно с использованием размеров и уклонов элементов поперечных профилей улиц. При этом знак уклона не будем учитывать, а знак превышения проставим в зависимости от направления уклона: по стрелке – знак минус ( -- ), против стрелки – знак плюс (+).

$$\begin{aligned}
 H_2 &= H_1 + l_{1-2} * i_{прод}^{Мира} = 290.37 - (7+6+5.25) * 0.010 = 290.19\text{м}, \\
 H_{3\text{лоток}} &= H_2 - l_{2-3} * i_{попер}^{Мира} = 290.19 - 7 * 0.020 = 290.05\text{м}, \\
 H_{3\text{верх}} &= H_{3\text{лоток}} + h_{б.к.} = 290.05 + 0.15 = 290.20\text{м}, \\
 H_{4\text{верх}} &= H_{3\text{верх}} + b_{Газ}^{Мира} * i_{попер}^{Мира} = 290.20 + 6 * 0.020 = 290.32\text{м}, \\
 H_{4\text{лоток}} &= H_{4\text{верх}} - h_{б.к.} / = 290.32 - 0.10 = 290.22\text{м}, \\
 H_5 / &= H_{4\text{лоток}} + b_{Трот}^{Мира} * i_{попер}^{Мира} = 290.22 + 4.5 * 0.020 = 290.31\text{м}, \\
 H_7 &= H_1 + l_{1-7} * i_{прод}^{Федер} = 290.37 + (7 + 35) * 0.015 = 291.00\text{м}, \\
 H_6 &= H_1 - l_{1-6} * i_{попер}^{Мира} = 290.37 - 7 * 0.020 = 290.23\text{м}, \\
 H_{8\text{лоток}} &= H_6 - l_{6-8} * i_{прод}^{Мира} = 290.23 - 7 * 0.010 = 290.16\text{м}, \\
 H_{8\text{верх}} &= H_{8\text{лоток}} + h_{б.к.} = 290.16 + 0.15 = 290.31\text{м}, \\
 H_{14\text{лоток}} &= H_6 + l_{6-14} * i_{прод}^{Мира} = 290.23 + 7 * 0.010 = 290.30\text{м}, \\
 H_{14\text{верх}} &= H_{14\text{лоток}} + h_{б.к.} = 290.30 + 0.15 = 290.45\text{м}, \\
 H_{11\text{лоток}} &= H_7 - l_{7-11} * i_{попер}^{Федер} = 291.00 - 7 * 0.020 = 290.86\text{м}, \\
 H_{11\text{верх}} &= H_{11\text{лоток}} + h_{б.к.} = 290.86 + 0.15 = 291.01\text{м}, \\
 H_{12\text{верх}} &= H_{11\text{верх}} + l_{11-12} * i_{попер}^{Федер} = 291.01 + 6 * 0.020 = 291.13\text{м}, \\
 H_{12\text{лоток}} &= H_{12\text{верх}} - h_{б.к.} / = 291.13 - 0.10 = 291.03\text{м}, \\
 H_{13} &= H_{12\text{лоток}} + l_{12-13} * i_{попер}^{Федер} = 291.03 + 5.25 * 0.020 = 291.13.
 \end{aligned}$$

Для вычисления отметок точек 9 и 10 предварительно необходимо определить уклон лотка (8-11):

$$\begin{aligned}
 i_{8-11} &= (H_{11\text{лоток}} - H_{8\text{лоток}}) / l_{8-11} = (290.86 - 290.16) / 35 = 0.020. \\
 H_{9\text{лоток}} &= H_{8\text{лоток}} + l_{8-9} * i_{8-11} = 290.16 + (6 + 4.5) * 0.020 = 290.37\text{м}, \\
 H_{9\text{верх}} &= H_{9\text{лоток}} + h_{б.к.} = 290.37 + 0.15 = 290.52\text{м}, \\
 H_{10\text{верх}} &= H_{9\text{верх}} + l_{9-10} * i_{попер}^{Федер} = 290.52 + 6 * 0.020 = 290.64\text{м}, \\
 H_{10\text{лоток}} &= H_{10\text{верх}} - h_{б.к.} / = 290.64 - 0.10 = 290.54\text{м}, \\
 H_5 // &= H_{10\text{лоток}} + l_{10-5} * i_{попер}^{Федер} = 290.54 + 5.25 * 0.020 = 290.64\text{м}.
 \end{aligned}$$

Вычисленные через поперечные профили двух пересекающихся улиц два значения  $H'_5$  и  $H''_5$  высоты угла квартала не совпадают и поэтому по двум полученным значениям необходимо назначить одну окончательную отметку. Добиться совпадения отметок  $H'_5$  и  $H''_5$  можно изменением поперечных уклонов газонов и тротуаров у перекрестка.

При этом должно быть выполнено условие обеспечения стока воды с угла квартала (пересечения линий застройки) на прилегающие улицы, то есть, между точками 5 и 8 (рис. 10) уклон должен быть не менее 0,010.

С целью обеспечения указанного условия целесообразно принять за окончательную отметку точки 5 большую из двух вычисленных, т.е.  $H_5^{\text{окон}} = 290.64\text{м}$ . В этом случае поправка  $\Delta i$  в поперечный уклон газона и тротуара по ул. Мира между точками 3 и 4, а также точками 4 и 5 вычисляется следующим образом

$$\Delta i_{3-4} = \Delta i_{4-5} = (H''_5 - H'_5) / (l_{3-4} + l_{4-5}) = (290.64 - 290.31) / 10.5 = 0.031,$$

а измененный уклон газона и тротуара по улице Мира у перекрестка с улицей Федеративной будет равен  $i'_{3-4} = i'_{4-5} = i_{\text{попер}}^{\text{Мира}} + \Delta i_{3-4} = 0.020 + 0.031 = 0.051$ . Для контроля необходимо вычислить отметку точки 5 с измененным поперечным уклоном

$$H_5^{\text{изм}} = H_3^{\text{верх}} + l_{3-4} * i'_{3-4} - h'_{\text{б.к.}} + l_{4-5} * i'_{4-5} = 290.20 + 6 * 0.051 - 0.10 + 4.5 * 0.051 = 290.64\text{м}.$$

Равенство  $H_5^{\text{окон}}$  и  $H_5^{\text{изм}}$  подтверждает правильность уравнивания отметки угловой точки квартала.

Изменение поперечных уклонов газона и тротуара по ул. Мира у перекрестка влечет за собой изменение проектных продольных уклонов лотка тротуара и красной линии по ул. Мира у перекрестка (линии 4-17 и 5-18 на рис. 10). Для определения измененных продольных уклонов необходимо задать длины отрезков указанных линий, в пределах которых будет осуществляться постепенный от переход от увеличенного поперечного уклона к проектному.

В данном примере длина участков принята равной 10м.

В этом случае величина уклонов линий 4-17 и 5-18 будет равна:

$$i_{4-17} = (H_{4\text{изм}}^{\text{лоток}} - H_{17}^{\text{лоток}}) / l_{4-17} \quad \text{и} \quad i_{5-18} = (H_5^{\text{окон}} - H_{18}) / l_{5-18},$$

где

$$H_{4\text{изм}}^{\text{лоток}} = H_3^{\text{верх}} + l_{3-4} * i'_{3-4} - h'_{\text{б.к.}} = 290.20 + 6 * 0.051 - 0.10 = 290.41\text{м};$$

$$H_{17}^{\text{лоток}} = H_2 - l_{2-16} * i_{\text{прод}}^{\text{Мира}} - l_{2-3} * i_{\text{попер}}^{\text{Мира}} + h_{\text{б.к.}} + l_{3-4} * i_{\text{попер}}^{\text{Мира}} - h'_{\text{б.к.}} = 290.19 - 10 * 0.010 - 7 * 0.020 + 0.15 + 6 * 0.020 - 0.10 = 290.12\text{м};$$

$$l_{4-17} = l_{5-18} = 10.0\text{м};$$

$$H_{18} = H_{17}^{\text{лоток}} + l_{17-18} * i_{\text{попер}}^{\text{Мира}} = 290.12 + 4.5 * 0.020 = 290.21\text{м}.$$

Следовательно,  $i_{4-17} = (290.12 - 290.41) / 10.0 = - 0.029$  и  $i_{5-18} = (290.21 - 290.64) / 10.0 = - 0.043$ .

Вычисление проектных отметок характерных точек и проектных уклонов характерных направлений на перекрестке завершается определением уклонов следующих линий:

$$i_{14-7} = (H_7 - H_{14}^{\text{ЛОТОК}}) / l_{14-7} = (291.00 - 290.30) / 35.69 = 0.0196;$$

$$i_{14-15} = (H_{15}^{\text{ЛОТОК}} - H_{14}^{\text{ЛОТОК}}) / l_{14-15} = (290.86 - 290.30) / 35 = 0.016;$$

$$i_{3-4}^{\text{ЛОТОК}} = (H_{4 \text{ ИЗМ}}^{\text{ЛОТОК}} - H_3^{\text{ВЕРХ}}) / l_{3-4} = (290.41 - 290.20) / 6 = 0.035.$$

## 1.4 2. Определение положения проектных горизонталей

Вычисленные отметки точек и уклоны позволяют без особого труда определить положение проектных горизонталей на перекрестке и прилегающих к нему участках улиц, которое в последующем может быть подвергнуто дополнительной корректировке, если сформированный рельеф не удовлетворяет требованиям обеспечения удобства движения транспорта и пешеходов или производства планировочных работ.

При построении горизонталей на перекрестке прежде всего необходимо по отметкам характерных точек (т.т. 1...15 на рис.10) определить какие горизонталей (с какими отметками) будут располагаться в пределах размотки и участка неразмащиваемой улицы с измененными поперечными уклонами элементов улицы (если такое применялось при уравнивании отметок т.5).

Так, в рассмотренном выше примере (§1.4.1) по ул. Федеративной от центра перекрестка (т.1) до т.7 при высоте сечения  $h = 0.25\text{м}$  будут размещаться горизонталей с отметками 290.50м, 290.75м и 291.00м (последняя горизонталь по гребню проезжей части располагается в т. 7). По ул. Мира в границах участка с измененным поперечным уклоном газона и тротуара (от т.5 до т.18, рис.10) будут располагаться горизонталей с отметками 290.25м и 290.50м.

Положение каждой горизонтали на плане перекрестка определяется раздельно. С этой целью для каждой горизонтали способом интерполирования определяются расстояния от характерных точек перекрестка до характерных точек горизонтали:

1. точка пересечения горизонтали с гребнем проезжей части улицы(в границах размотки это линия 14-7);
2. точка пересечения горизонтали с осью лотка проезжей части;
3. точка пересечения горизонтали с верхом бордюрного камня, отделяющего проезжую часть от газона;
4. точка пересечения горизонтали с верхом поребрика, отделяющего тротуар от газона;
5. точка пересечения горизонтали с осью лотка тротуара;
6. точка пересечения горизонтали с красной линией.

Так как, продольные уклоны по осям лотков проезжей части и тротуаров, а следовательно и по верху бордюрного камня и поребрика, а также по красной линии, в границах размотки с обеих сторон улицы, отличаются по величине, необходимо определять положение характерных точек горизонтали для одной стороны улицы, а затем для другой. Соединив на плане перекрестка характерные точки горизонтали отрезками прямой линии получают изображение горизонтали в пределах улицы.

Ниже приведен пример определения положения проектной горизонтали в пределах перекрестка (рис.11; отметки характерных точек перекрестка, параметры элементов поперечных профилей и продольные уклоны пересекающихся улиц взяты из выше рассмотренного примера в §1.4.1).

Для горизонтали с отметкой  $H = 290.25\text{м}$  расстояния между характерными точками перекрестка и характерными точками горизонтали равны:

-расстояние от т.1 до горизонтали по гребню 1-16

$d_1 = (290.37 - 290.25) / 0.010 = 12.00\text{м}$ , где  $290.37\text{м}$  - отметка т.1, а  $0.010$  – продольный уклон улицы Мира;

-расстояние от т.6 до горизонтали по лотку проезжей части

$d_2 = (290.25 - 290.23) / 0.010 = 2.00\text{м}$ , где  $0.010$ - продольный уклон ул. Мира;

-расстояние от т.8 до горизонтали по лотку 8 - 11

$d_3 = (290.25 - 290.16) / 0.020 = 4.5\text{м}$ , где  $290.16\text{м}$  – отметка лотка в т.8,  $0.020$  – уклон лотка 8 - 11;

-расстояние от т.8 до горизонтали по верху бордюрного камня (8 -3)

$d_4 = (290.31 - 290.25) / 0.010 = 6\text{м}$ , где  $290.31\text{м}$  – отметка верха в т.8, а  $0.010$  – продольный уклон ул. Мира;

-расстояние от т.3 до горизонтали по верху поребрика 3 - 4

$d_5 = (290.25 - 290.20) / 0.051 = 0.98\text{м}$ , где  $290.20\text{м}$  – отметка верха в т. 3,  $0.051$  – уклон по верху поребрика 3 - 4;

-расстояние от т.4 до горизонтали по по верху поребрика 4 - 17

$d_6 = (290.51 - 290.25) / 0.029 = 8.97\text{м}$ , где  $290.51\text{м}$  – измененная отметка верха т.4 после уравнивания, а  $0.029$  – уклон линии 4 – 17 после уравнивания отметок;

-расстояние от т.4 до горизонтали по лотку тротуара 4 - 17

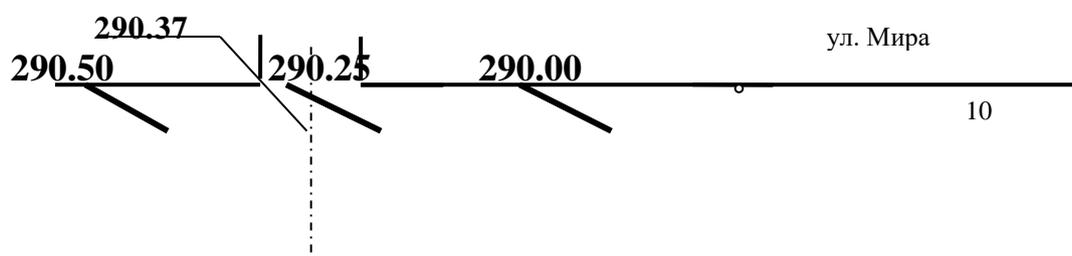
$d_7 = (290.41 - 290.25) / 0.029 = 5.52\text{м}$ , где  $290.41\text{м}$  – отметка лотка в т.4;

- расстояние от т.18 до горизонтали по красной линии 5 – 18

$d_8 = (290.25 - 290.21) / 0.043 = 0.93\text{м}$ , где  $290.21\text{м}$  – отметка т. 18, а  $0.043$  – уклон линии 5 – 18 после уравнивания отметки т.5.

Для определения положения горизонтали по низу поребрика 3 – 4 необходимо вычислить уклон  $i_{3-4}^{\text{низ}} = (290.41 - 290.20) / 6 = 0.035$ , где  $290.41$  – отметка лотка в т.4 после уравнивания отметки т.5,  $290.20$  – отметка верха в т.3,  $6\text{м}$  – расстояние 3 – 4. В этом случае расстояние от т.3 до горизонтали по низу поребрика 3 – 4 равно  $d_9 = (290.25 - 290.20) / 0.035 = 1.43\text{м}$ .

Вычисленные расстояния позволяют нанести на план перекрестка горизонталь с отметкой  $290.25\text{м}$ . Аналогично определяются расстояния для других горизонталей. На рис.11 дано изображение горизонталями проектного эльфеа перекрестка применительно к примеру, рассмотренному в §1.4.1.



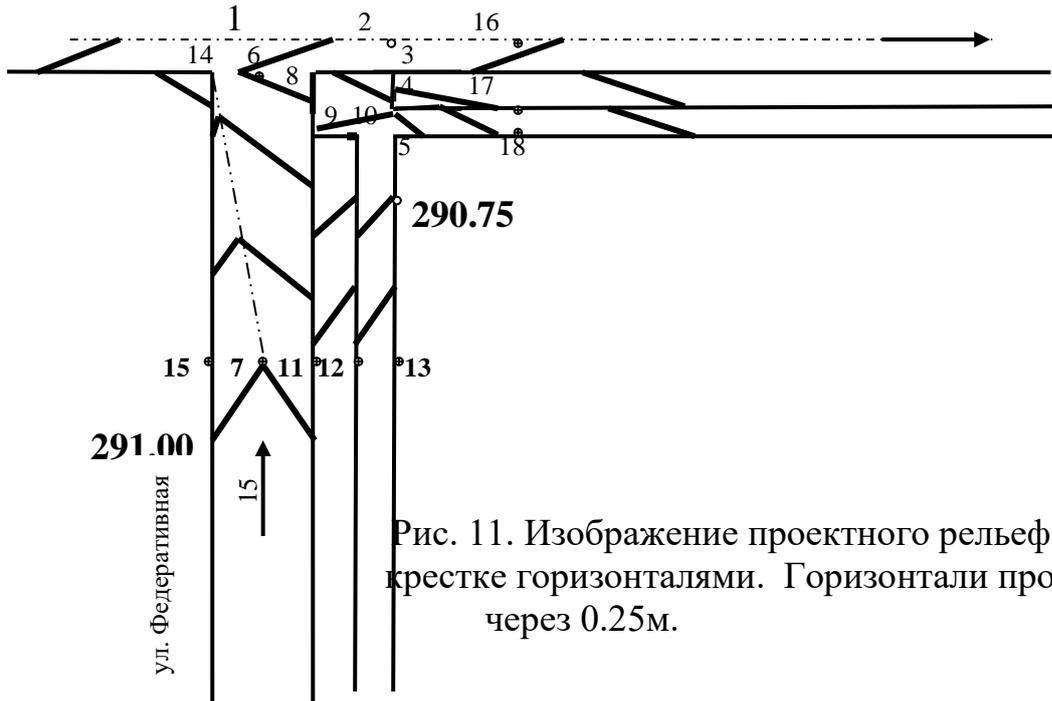


Рис. 11. Изображение проектного рельефа на перекрестке горизонталями. Горизонтали проведены через 0.25м.

Следующим этапом проектирования вертикальной планировки улиц является определение положения проектных горизонталей вне пределов размонок и участков неразмощиваемых улиц с измененными поперечными уклонами газонов и/или тротуаров. Указания по выполнению этой части проекта изложены в §1.2.1.

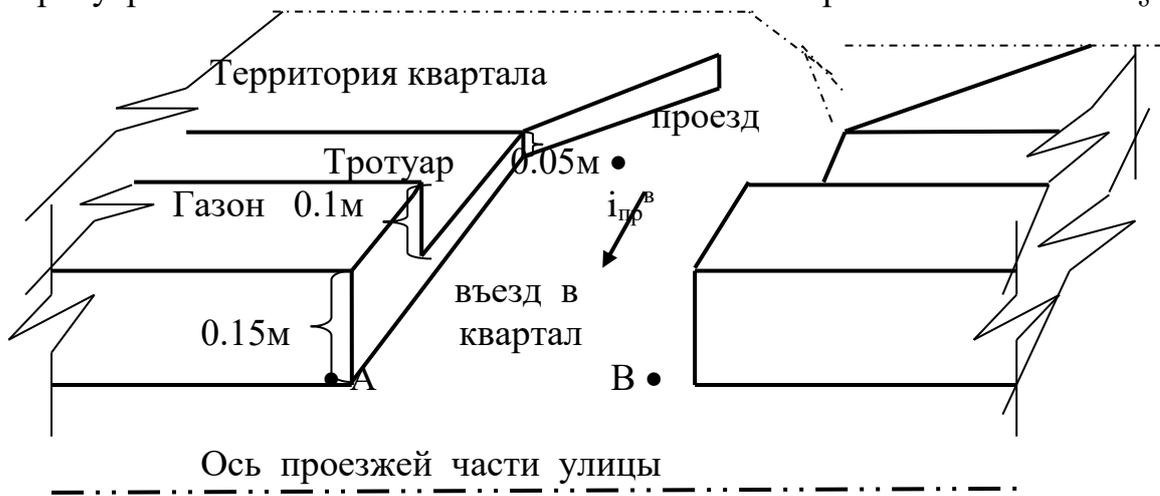


Рис.12. Схема организации рельефа на въезде с улицы в квартал

При этом, первоначально не принимается во внимание наличие въездов с улиц в квартал. Но после нанесения проектных горизонталей на план улиц (на рис. 13 горизонталь с отметкой  $H_2$  в границах въезда изображена пунктирной линией) выполняется корректировка их положения на въездах (если горизонтали пересекают въезд), т.к. газон и тротуар у границ въезда прерываются и отделяются от проезжей части въезда бордюром камнем (рис. 12), что меняет положение горизонталей.

Для определения положения проектных горизонталей в границах проезда вычисляют отметки точек пересечения оси лотка проезжей части улицы с осями лотков въезда (т.т. А и В на рис. 12 и 13)

$$\left. \begin{aligned} N_A &= N_1 + h * n / (n + m) \\ N_B &= N_1 + h * k / (k + t) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где:  $N_1$  - отметка ближайшей к т.А младшей проектной горизонтали на проезжей части улицы;

$n$  - расстояние от горизонтали с отметкой  $N_1$  до т.А по оси лотка проезжей части улицы;

$m$  - расстояние от т.А до ближайшей к ней старшей проектной горизонтали на проезжей части улицы по оси лотка с отметкой  $N_2 = N_1 + h$ ;

$k$  и  $t$  - расстояния аналогичные  $n$  и  $m$ , но только для т.В;

$h$  - высота сечения рельефа.

Далее вычисляют расстояния  $d_1$  и  $d_2$  по осям лотков въезда:  $d_1 = (N_2 - N_A) / i_{пр}^B$ ;  $d_2 = (N_2 - N_B) / i_{пр}^B$ , где  $i_{пр}^B$  - продольный уклон по оси и лоткам въезда; принимается равным проектному поперечному уклону газона и тротуара.

Откладывают на плане от т.А и т.В соответственно расстояния  $d_1$  и  $d_2$  и полученные точки соединяют отрезком прямой линии. Этот отрезок и является частью проектной горизонтали с отметкой  $N_2$  в границах въезда. Участки горизонтали за пределами въезда не корректируют и сохраняют в первоначальном виде.

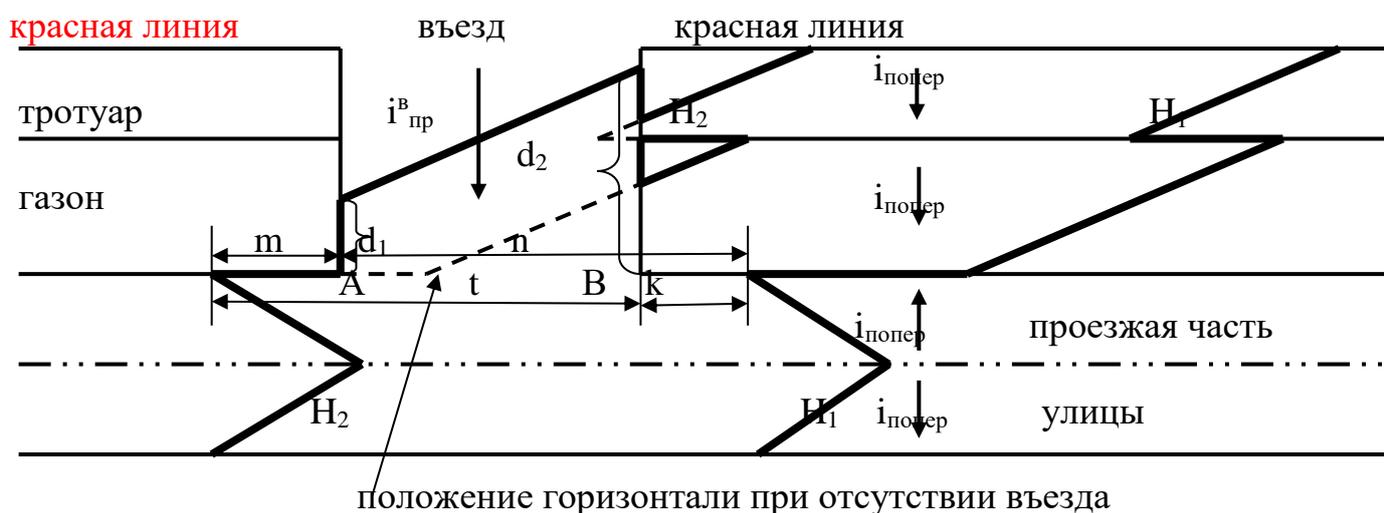


Рис. 13. Определение положения проектных горизонталей на въезде в квартал

Для нанесения на план внутриквартальных проездов проектных горизонталей, используя проектные горизонталы улиц, способом интерполирования вы-

числяют отметки начальных точек проездов, т.е. точек пересечения осей (или одного из лотков) проездов с красными линиями квартала (т.т. 1...5 на рис. 14).

Так, например, для т.3 проектная отметка вычисляется следующим образом:

$$H_3^{np} = H' + h * n / (n + m) - h'_6, \quad (5)$$

где:  $H'$  – отметка ближайшей к т.3 младшей проектной горизонтали улицы;

$h$  – высота сечения рельефа;

$n$  – расстояние по красной линии от горизонтали с отметкой  $H'$  до т.3;

$m$  – расстояние по красной линии от т.3 до ближайшей старшей горизонтали с отметкой  $H'' = H' + h$ ;

$h'_6$  – высота бордюра, отделяющего въезд в квартал от тротуара (равна 0.05м).

Определив отметки начальных точек проездов, вычисляют (для вариантов планировки территории квартала № 1...4), например, продольный уклон проезда (2-5):  $i_{2-5}^{np} = (H_2^{np} - H_5^{np}) / d_{2-5}$ , где  $d_{2-5}$  – расстояние между точками 2 и 5; определяется графически по плану квартала. Если уклон соответствует техническим нормативам, его принимают в качестве проектного уклона проезда. В необходимых случаях корректируют величину уклона и отметку т.2 и/или т.5.

Далее вычисляют отметки т.т. 6 и 7:  $H_6^{np} = H_2^{np} - d_{2-6} * i_{2-5}^{np}$ ;  $H_7^{np} = H_5^{np} + d_{5-7} * i_{2-5}^{np}$ . Определяют продольный уклон по проезду (1-7):  $i_{1-7}^{np} = (H_1^{np} - H_7^{np}) / d_{1-7}$ . В случае необходимости корректируют его величину и вычисляют отметку т.8  $H_8^{np} = H_1^{np} - d_{1-8} * i_{1-7}^{np}$ . Затем вычисляют продольные уклоны проездов (3-8) и (6-4):  $i_{3-8}^{np} = (H_3^{np} - H_8^{np}) / d_{3-8}$ ;  $i_{6-4}^{np} = (H_6^{np} - H_4^{np}) / d_{6-4}$ . После вычисления отметок т.т. 1...8 и назначения продольных уклонов по проездам определяют положение проектных горизонталей на проездах. Проезды, как правило, проектируют с односкатным поперечным профилем с наклоном поверхности проезда в том же направлении, что и существующий рельеф квартала, а величину поперечных уклонов назначают в пределах от 1.5 до 2.5%. Расстояния, необходимые для нанесения проектных горизонталей на план проездов (рис.14), вычисляют следующим образом:

-расстояние от начальной точки проезда по его оси до ближайшей горизонтали  $d_0 = (H_n - H_{гор}) / i^{np}$ ;

-расстояние между соседними горизонталями  $d_1 = h / i^{np}$ ;

-смещение горизонтали вследствие поперечного наклона проезда  $d_2 = b * i^n / i^{np}$ ;

-смещение горизонтали по поребрику  $d_3 = h_{пор} / i^{np}$ ,

. где:  $H_n$  – отметка начальной точки проезда;

$H_{гор}$  – отметка ближайшей к начальной точке проектной горизонтали;



$h$  – высота сечения рельефа;

$i^p$  – поперечный уклон проезда;

$b$  – ширина проезда;

$h_{пор}$  – высота поребрика, отделяющего проезд от прилегающей территории квартала.

Указанные расстояния вычисляют для всех участков проездов с постоянным продольным уклоном (2-5, 1-7, 3-8, 6-4) и затем наносят проектные горизонталы на план проездов.

Определение положения проектных горизонталей на внутриквартальных проездах для вариантов планировки территории квартала №5 и №6 имеют некоторые особенности.

Так как существующий (фактический) рельеф территории квартала для вариантов 5 и 6 представляет собой двухскатную поверхность, имеющую наклон от водораздельной линии  $A'B'$  (рис.15) в сторону улиц Мира и 1-го Мая, необходимо вычислять кроме проектных отметок точек 1...5 проектные отметки точек 6 и 7 пересечения осей внутриквартальных проездов с водораздельной линией.

Предварительно необходимо используя проектные поперечные профили улиц Федеративной и Спортивной (рис. 3) и заданные проектные отметки точек А и В вычислить проектные отметки точек  $A'$  и  $B'$ . При известных проектных отметках точек  $A'$  и  $B'$  (если  $A'$  больше  $B'$ )

$$H_6^{пр} = H_{B'/пр} + (H_{A'/пр} - H_{B'/пр}) / l_{A' - B'} * l_{B' - 6} - 0.1, \quad (6)$$

$$H_7^{пр} = H_{B'/пр} + (H_{A'/пр} - H_{B'/пр}) / l_{A' - B'} * l_{B' - 7} - 0.1$$

Расстояния между точками в формулах (6) определяются графически по плану квартала.

После определения отметок точек 1...7 вычисляются уклоны проездов и отметки точек –  $i_{1-6}$ ,  $i_{2-7}$ ,  $i_{5-7}$ ,  $H_9$ ,  $i_{9-6}$ ,  $H_{10}$ ,  $H_8$ ,  $i_{3-10}$  и  $i_{8-4}$ .

Если вычисленные уклоны проездов соответствуют требованиям нормативных документов, их значения принимают в качестве проектных продольных уклонов проездов и используя их, определяют положение проектных горизонталей на проездах аналогично тому, как изложено выше для односкатной поверхности.

Далее определяют положение проектных горизонталей на отмостке зданий. При этом руководствуются требованием обеспечения стока поверхностных вод от здания. Поэтому поверхность отмостки должна иметь наклон в сторону от здания и соответствующие техническим нормативам поперечный и продольный уклоны. Пример определения положения проектных горизонталей у здания приведен на рис. 16. Последовательность вычислений в примере принята следующая. Вначале, используя нанесенные на план улиц проектные горизонталы, определяют проектные отметки угловых точек 1,2 и 3 контура здания. Отметки точек 5 и 6 отмостки вычисляют от точек 2 и 3, приняв поперечный уклон отмостки равным 0.040. Проектные отметки т.4 контура здания и т.7 отмостки вычисляют от точек 2 (или 3) и 5 (или 6), приняв уклоны по противоположным сторонам здания ( $i_{1-2}$  и  $i_{3-4}$ ,  $i_{1-3}$  и  $i_{2-4}$ ) равными.

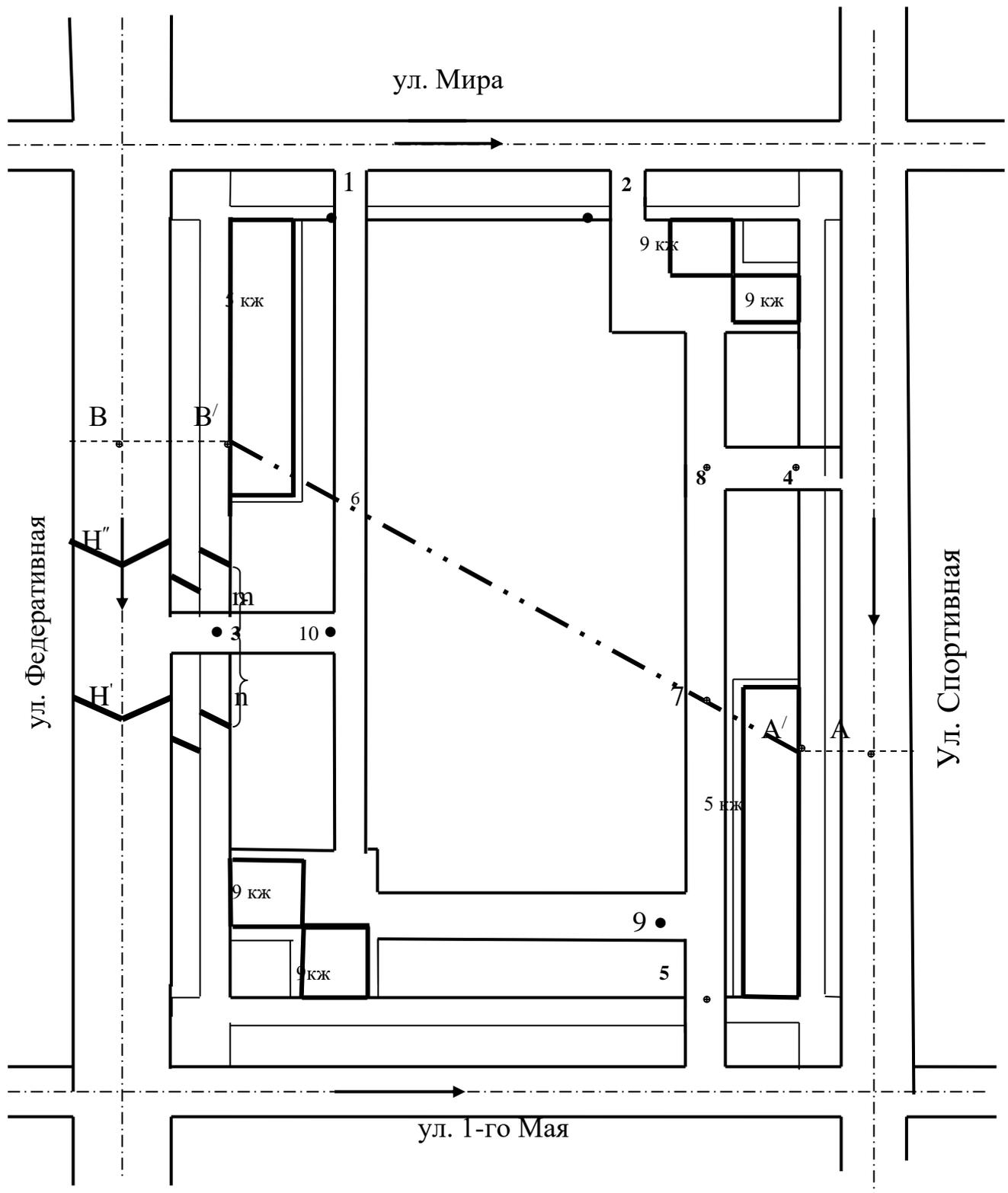


Рис. 15. Определение положения проектных горизонталей на внутриквартальных проездах (для вариантов планировки территории квартала № 5 и 6; пунктиром обозначены поперечники улиц в точках А и В, а штрихпунктирная линия А' В' изображает водораздельную линию)

Если в результате вычислений максимальная разность проектных отметок угловых точек площадки под здание не превышает допустимую величину, указанную в проекте здания, вычисленные

отметки точек 4 и 7 принимают как окончательные. В необходимых случаях отметки точек корректируют, изменив уклоны  $i_{3-4}$  и  $i_{2-4}$ . По линиям (2-4), (3-4), (5-7) и (6-7) определяют положение точек, отметки которых кратны высоте сечения проектного рельефа, соединяют их отрезками прямых линий и в результате получают проектные горизонтали на отмошке. Приняв высоту цоколя здания в углу с наибольшей проектной отметкой (т.1 на рис.16) равной 20...40см, вычисляют суммированием отметки угловой точки и высоты цоколя абсолютную отметку, соответствующую условной нулевой отметке чистого пола 1-го этажа здания. Эта отметка указывается внутри контура здания на полке.

Завершающим этапом проектирования вертикальной планировки квартала является нанесение проектных горизонталей на план незастроенных участков территории.

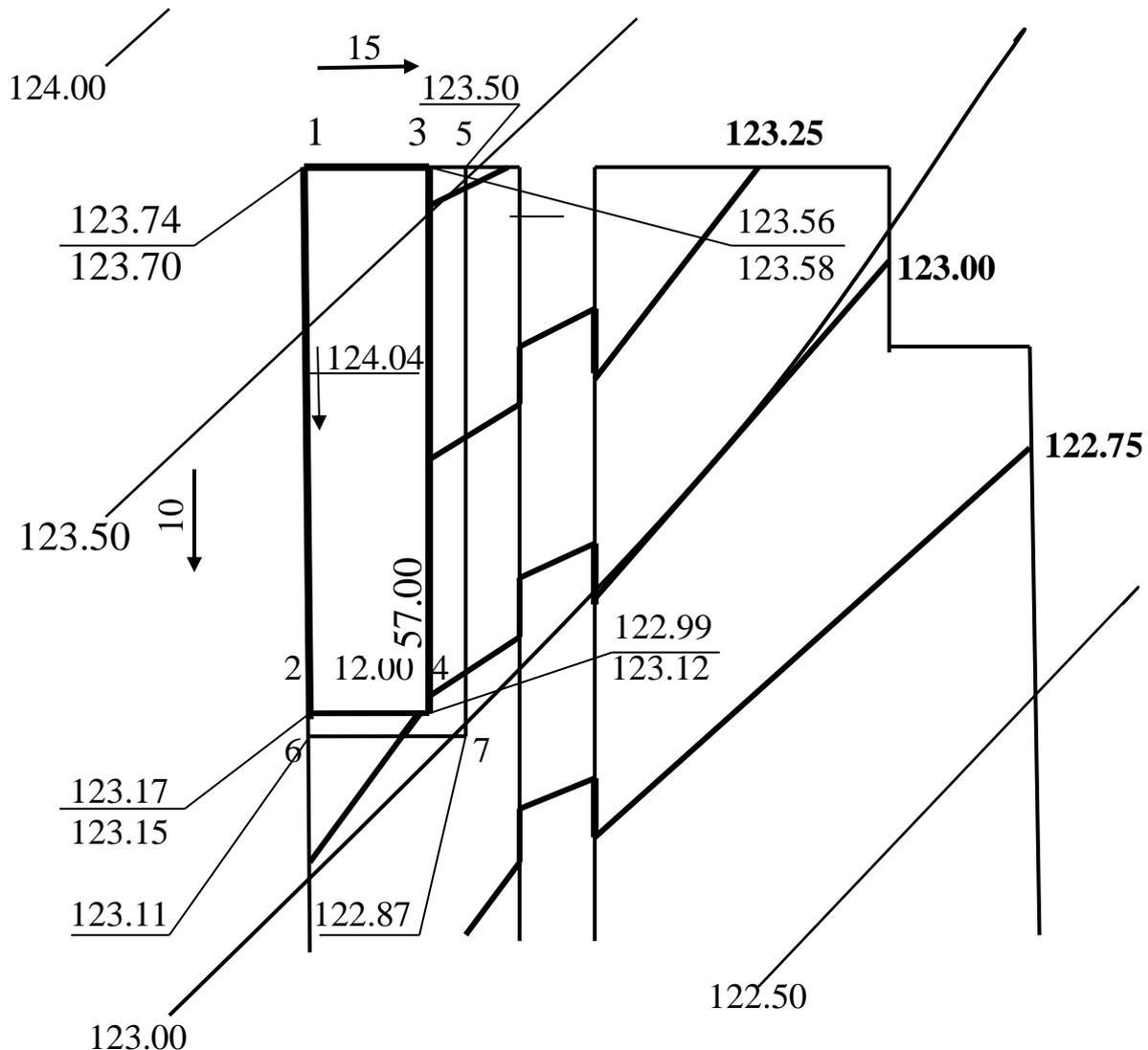


Рис. 16. Изображение проектного рельефа горизонталями в границах отмошки здания и незастроенной территории квартала

Считая, что в проекте принята сплошная система вертикальной планировки, проектные горизонталы с одинаковыми отметками, нанесенные на план улиц, внутриквартальных проездов и отмонок зданий, соединяют между собой в границах незастроенной территории квартала отрезками прямых линий и таким образом получают изображение незастроенной территории проектными горизонталями.

Выполнив проектирование вертикальной планировки территории квартала, приступают к определению объемов земляных работ.

### **1.5. Оформление проекта**

Итоговый графический документ “Проект вертикальной планировки квартала” выполняют на листе чертёжной бумаги высокого качества (ватман) формата А4, на который переносят копированием с плана квартала на миллиметровке и вычерчивают тушью в цветах: красным цветом- горизонталы и их отметки, проектные отметки точек и уклоны ; ситуацию и подписи – чёрным; существующий рельеф – коричневым цветом. Горизонталы нулевая и каждая четвёртая, (т.е. кратные 1м) утолщаются. Толщина основных горизонталей 0,15мм, утолщенных – 0,25мм. Отметки горизонталей подписывают над ними (а не в разрывах их), причём, не каждой, а четырёх – пяти, но на всём их протяжении на проекте, после каждого разрыва и там, где они облегчают чтение рельефа.

Все необходимые расчеты, пояснительные схемы и рисунки приводят в расчетно-пояснительной записке, которую выполняют рукописно чернилами или набирают на компьютере и печатают на одной стороне листа писчей бумаги формата А4.

## **РАЗДЕЛ 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ, УЛИЦ И ДОРОГ**

Целью данного раздела курсового проекта является ознакомление студентов со способами определения объёмов земляных работ при проектировании вертикальной планировки территории разными способами; привитие студентам навыков вычисления и оформления проектных материалов.

В задании предусматривается вычисление объёмов земляных работ:

- 1) для территории микрорайона (квартала);
- 2) для участка улицы;
- 3) для участка автомобильной дороги.

### **2.1. Методика подсчёта объёмов земляных работ**

Объемы земляных работ являются важнейшим показателем (проектов) вертикальной планировки и характеризуют размеры преобразования существующего рельефа в проектный. На их основе разрабатывается схема перемещения грунта, определяется сметная стоимость земляных работ, выбираются типы землеройных машин и их количество. Для определения объемов земляных работ участки территории разделяют на объемные тела – призмы и пирамиды. В зависимости от формы геометрической фигуры в основании призмы для определения объемов земляных работ используют способы:

- четырехгранных призм
- трехгранных призм;
- поперечных профилей.

В способах четырехгранных и трехгранных призм основаниями их могут быть четырехугольники (квадраты, прямоугольники, трапеции) и треугольники. Эти фигуры ограничиваются вертикальными плоскостями, проходящими по сторонам четырехугольников или треугольников, на которые разбивается поверхность планируемой территории, а также участками существующей и проектной поверхности земли в пределах тех же фигур. При этом земная поверхность для отдельных фигур принимается за плоскость. Высотой призмы является среднее значение из ее ребер. Объем призмы равен произведению площади основания на среднюю высоту:

$$V = S \cdot h_{cp} = \frac{1}{k} \cdot \sum h_i \cdot S \quad (6),$$

где  $S$  – площадь основания призмы,  $h_i$  – высота ребра призмы;  $h_{cp}$  – среднее значение из ребер призмы,  $k$  — число ребер – вершин основания призмы. Объем земляных работ территории равен сумме объемов простых геометрических фигур:

$$V_{об} = \sum V_{част}$$

В способе четырехгранных призм территорию, на которой разработан искусственный рельеф, для подсчета объемов земляных работ разбивают на четырехугольники – квадраты или прямоугольники со сторонами 10...50м. (у границ территории могут получаться трапеции) и определяют существующие и проектные отметки вершин фигур, затем вычисляют их рабочие отметки как разность проектных и существующих высот

$$h_p = H_{пр} - H_{сущ} \quad (7)$$

По знакам рабочих отметок определяют какой вид работ - подсыпка или срезка грунта запроектирован в фигуре. Фигуры, имеющие рабочие отметки вершин одного знака, называют полными, в них запроектированы земляные работы только одного вида: подсыпка грунта, если рабочие отметки вершин положительные или срезка грунта, если рабочие отметки вершин отрицательные. Рабочие отметки служат ребрами земляных призм.

Объем земляных работ для полных фигур - четырехугольников (квадратов, прямоугольников или трапеций), вычисляют по формуле (6).

В фигурах, имеющих рабочие отметки вершин разных знаков, запроектированы и подсыпка, и срезка грунта. Такие фигуры называют переходными или смешанными. Для вычисления объемов земляных работ в них сначала необходимо определить положение *линии нулевых работ*, отделяющей насыпь от выемки. Эта линия проходит через *точки нулевых работ*, расположенные на сторонах четырехугольников с рабочими отметками противоположных знаков. Для определения положения точек нулевых работ вычисляют расстояния до них от вершин фигуры по формулам:

$$l_1 = a \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|}; \quad l_2 = a \frac{|h_2|}{|h_1| + |h_2|}, \quad (8)$$

где  $a$  - длина стороны квадрата (прямоугольника или трапеции);

$|h_1|, |h_2|$  - абсолютные значения рабочих отметок вершин противоположного знака.

Контролем вычислений служит равенство суммы расстояний стороне фигуры.

Наносят по вычисленным расстояниям точки нулевых работ на план, соединяют их отрезками прямых и получают линию нулевых работ.

Для смешанных квадратов, разделенных линией нулевых работ, определяют площади частей фигуры – насыпей и выемок (их сумма должна равняться полной площади фигуры), затем вычисляют объемы насыпи и выемки.

Если квадрат делится линией нулевых работ на два четырехугольника, то для каждого из них объем земляных работ вычисляют по формуле (6), имея в виду, что две рабочие отметки равны нулю.

Для части смешанного квадрата, имеющей форму треугольника, объем земляных работ равен

$$V = \frac{h}{3} \cdot S, \quad (9)$$

где  $h$  – рабочая отметка вершины треугольника, не совпадающая с линией нулевых работ (отметки остальных двух вершин равны нулю);

$3$  – число вершин треугольника;

$S$  – площадь треугольника.

Для части смешанного квадрата, имеющей форму пятиугольника, предварительно пятиугольник разделяют вспомогательными линиями на треугольник и трапецию так, чтобы одной стороной треугольника была линия нулевых работ, а основанием и высотой – расстояния от точки нулевых работ до вершин квадрата (фигуры). Затем вычисляют объем каждой из фигур, составляющих пятиугольник по формулам (6) или (9) и их сумму. Для контроля вычисляют сумму площадей всех частей, которая должна равняться площади полной фигуры. Объем земляных работ в пятиугольнике, если известна его площадь, можно вычислить по формуле

$$V = \frac{\sum_{i=1}^5 h_i}{5} \cdot S, \quad (10)$$

где  $h_i$  - рабочие отметки вершин фигуры, не совпадающие с линией нулевых работ;

$S$  - площадь пятиугольника.

Объем земляных работ выемок и насыпей в смешанных квадратах можно подсчитать приближенно без вычисления площадей по формулам:

$$V_B = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_g)^2}{(\sum |h_g| + \sum |h_n|)}; \quad V_H = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_n)^2}{(\sum |h_g| + \sum |h_n|)}, \quad (11)$$

где  $V_B$  и  $V_H$  - объем выемки и насыпи соответственно;  $a$  - длина стороны квадрата;  $\sum h_g$  и  $\sum h_n$  - суммы рабочих отметок выемки и насыпи - берутся по модулю.

Для вычисления объемов земляных работ составляется картограмма земляных работ, представляющая собой чертеж, на котором указаны границы и размеры территории и фигур, на которые она разделена (квадраты, прямоугольники, трапеции), а также существующие (фактические), проектные и рабочие отметки вершин фигур и линия нулевых работ (рис. 15). Подсчет объемов земляных работ в проектах вертикальной планировки территорий удобно вести в ведомости по форме табл. 2. Подсчитывают также разность объемов выемки и насыпи без знака и поясняют вывозится ли избыточный грунт или завозится недостающий.

Способ трехгранных призм используют, когда рельеф территории имеет сложный, ярко выраженный виртуальный характер с замкнутыми горизонталями. Особенность данного способа заключается в разбивке территории на треугольники, а не на квадраты, прямоугольники или трапеции. Методика вычислений при этом остается такой же, как и в способе четырехгранных призм, а объем отдельной фигуры (трехгранной призмы) вычисляют по формуле (6).

Для повышения точности вычисления объемов земляных работ длинные стороны треугольников следует располагать по направлению горизонталей существующего рельефа.

Способ трехгранных призм повышает точность определения объемов земляных работ, однако значительно увеличивает число вычислительных операций.

В формулах (6), (9), (10) полученные объемы  $V$  со знаком минус соответствуют выемке, а плюс - насыпи.

При подсчете объемов земляных работ в пределах городских улиц территорию целесообразно разбить на прямоугольники, длина которых равна длине одного пикета (20,40,50м), а ширина - размеру отдельного элемента поперечного профиля улицы: тротуара, газона, разделительной полосы, половине ширины про-

езжей части, в пределах которых поперечный уклон является величиной постоянной. Методика вычислений и используемые формулы при этом аналогичны рассмотренным выше для способа четырехгранных призм.

Для определения объемов земляных работ в проектах вертикальной планировки территории можно также использовать способ поперечных профилей. Однако наиболее целесообразно применять этот способ при подсчетах объемов запроектированных земляных сооружений - траншей и котлованов, полотна автомобильных и железных дорог, каналов и плотин. Земляное тело этих сооружений, ограничиваемое плоскостями боковых откосов, верха насыпи или дна выемки и участками существующей поверхности земли в пределах их границ, также можно разделить на простые фигуры - призмы и пирамиды, а объемы сооружений

вычислить как сумму объемов таких фигур.

Таблица 2

Ведомость подсчета объемов земляных работ  
для территории квартала и участка улицы

№ фигуры или ее части	Количество вершин	Сумма рабочих отметок, м	Средняя рабочая отметка, м	Площадь фигуры или ее части S, м <sup>2</sup>	Объем фигуры или ее части V, м <sup>3</sup>	
					Выемка -V	Насыпь +V
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
·						
·						
·						
n						
				Σ	Σ	Σ

$$\Delta V = \Sigma V_B - \Sigma V_H =$$

Вычислял: \_\_\_\_\_

Объемы земляных работ при проектировании сооружений большой протяженности (железных и автомобильных дорог полевого типа, каналов, дамб и др.) обычно считают по продольному и поперечным профилям, по отдельным участкам между смежными характерными точками продольного профиля (пикеты, плюсовые точки и точки нулевых работ) по формуле:

$$V = \frac{l}{2} \left[ F_1 + F_2 - \frac{m}{3} \cdot (h_1 - h_2)^2 \right], \quad (12)$$

где  $F_1 = B \cdot h_1 + m \cdot h_1^2$  - площадь поперечного сечения земляного полотна дороги на начальной точке участка;

$F_2 = B \cdot h_2 + m \cdot h_2^2$  - площадь поперечного сечения дороги на конечной точке участка;

$B$  – ширина земляного полотна по верху насыпи или дну выемки (рис. 13);

$m$  – крутизна откосов земляного полотна – отношение высоты насыпи к заложению откоса;

$h_1, h_2$  – рабочие отметки (высота насыпи или глубина выемки) смежных характерных точек продольного профиля;

$l$  – расстояние между смежными характерными точками продольного профиля – длина участка.

Объем земляных работ можно также определить по формуле:

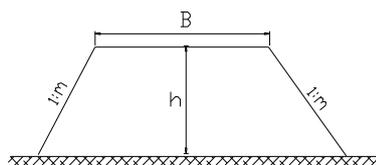
$$V = F_{cp} \cdot l + \frac{m}{12} \cdot (h_1 - h_2)^2 \cdot l, \quad (13)$$

где  $F_{cp} = B \cdot h_{cp} + m \cdot h_{cp}^2$  - площадь поперечного сечения насыпи (выемки), расположенного в середине участка, для которого определяется объем земляных работ, на равном удалении от смежных характерных точек продольного профиля, ограничивающих участок сооружения;

$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2}{2}$  - высота насыпи (глубина выемки) в среднем поперечном сечении участка.

Остальные обозначения в формуле (13) аналогичны соответствующим обозначениям формулы (12).

а)



б)

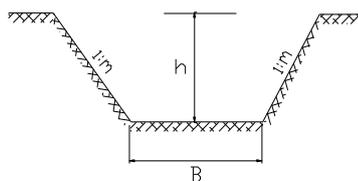


Рис.13. Схемы поперечных профилей земляного полотна дороги  
а) в насыпи, б) в выемке

Если разность рабочих отметок  $h_1$  и  $h_2$  соседних поперечных профилей не превышает 2 м и расстояние между ними  $l \leq 50$  м, допускается вычислять объемы земляных работ приближенно по одной из формул:

$$V = F_{cp} \cdot l \quad \text{или} \quad V = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot l \quad (14)$$

Данные для построения поперечных профилей получают в результате съемок на местности поперечников сооружения.

При подсчете объемов земляных работ способом поперечных профилей применяют таблицы и номограммы.

На участках местности, имеющих поперечный уклон, в вычисляемые объемы необходимо вводить поправки. Чаще всего в этих случаях площади сечений  $F$  не вычисляют, а определяют графически по построенным в масштабе поперечным профилям с нанесенной на них проектной линией с помощью палетки квадратов или циркулем и палеткой с параллельными линиями. Этот метод позволяет достаточно точно определять объемы земляных работ даже при расположении сооружения в полунасыпи – полувыемке.

Подсчет объемов земляных работ удобно вести в ведомости (табл. 3).

Таблица 3

Ведомость подсчета объемов земляных работ на участке дороги

Пикеты и плюсовые точки	Рабочие отметки, м		Расстояние, м	Площадь поперечного сечения, $F$ $m^2$		Объем $V$ , $m^3$	
	+	-		насыпи	выемки	насыпи	выемки
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК 0							
ПК 1							
+35,3							
ПК 2							
⋮							
ПК n							
						$\Sigma V_H$	$\Sigma V_B$

$$\Delta V =$$

В заключение необходимо отметить, что для уменьшения трудоемкости вычислительных работ при значительном протяжении сооружений объемы земляных работ определяют с использованием специальных таблиц, номограмм и ЭВМ.

## 2.2. Рекомендации по выполнению раздела 2 курсового проекта

### 2.2.1. Определение объемов земляных работ для территории квартала

Вычисление объёмов земляных работ на территории квартала рекомендуется произвести способом четырёхгранных призм.

Исходными данными являются:

- размеры территории квартала (в границах красных линий длина равна 164м и ширина 72м);
- схема деления территории квартала на квадраты и прямоугольники;
- проектные отметки угловых точек территории квартала (вычисляются в разделе 1.4.1), горизонтали, изображающие существующий и проектный рельеф улиц и территории квартала;
- проектные отметки точек  $A'$  и  $B'$  (варианты 5 и 6) – вычисляются в разделе 1.4.2.

Пример разбивки территории квартала на фигуры – квадраты и трапеции для вариантов 1,2,3 и 4 приведен на рис.14, для варианта 5 и 6 – на рис. 15. На рис.15 изображена также водораздельная линия  $A'B'$ .

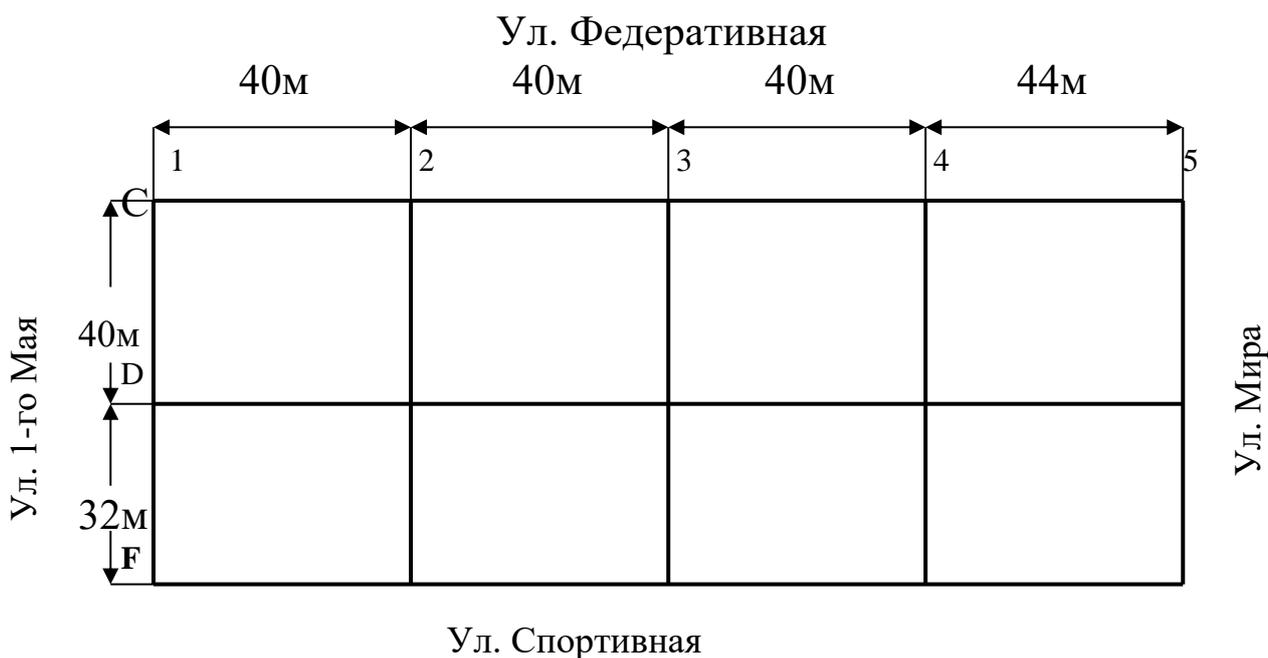


Рис. 14. Схема разбивки территории квартала на квадраты и прямоугольники (варианты планировки квартала 1 – 4)

ул. Федеративная

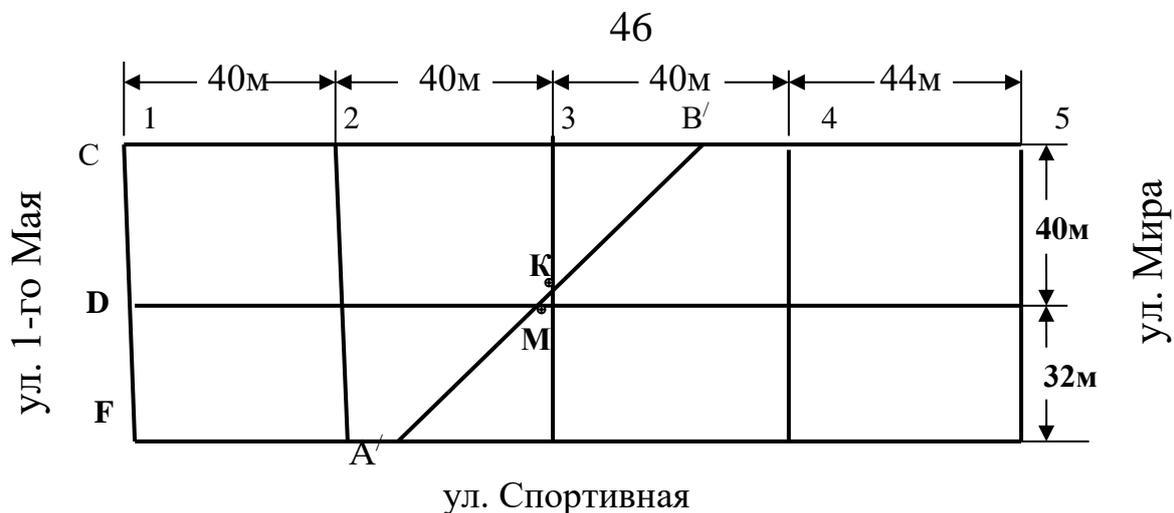


Рис. 15. Схема разбивки территории квартала на квадраты и прямоугольники (варианты планировки 5 и 6)

Для вычисления объемов земляных работ составляется Картограмма земляных работ. Последовательность составления Картограммы следующая:

1. на листе миллиметровой бумаги формата А4 вычерчивается схема границ территории квартала и деление территории на квадраты и трапеции (рис. 14 или рис. 15);

2. вычисление и выписка на картограмму проектных, существующих и рабочих отметок вершин квадратов и трапеций.

Существующие отметки вершин фигур, а также точек  $A'$ ,  $B'$ ,  $K$  и  $M$  для вариантов 5 и 6, определяются интерполированием горизонталей, изображающих фактический м (существующий) рельеф улиц и территории квартала.

Проектные отметки вершин квадратов и трапеций, кроме отметок вершин  $C_1, C_5, F_1, F_5$  а также точек  $A'$  и  $B'$ , определяются интерполированием проектных горизонталей, нанесенных на план улиц и территории квартала по результатам вычислений в разделе 1 курсового проекта.

Рабочие отметки вершин фигур и точек  $A'$ ,  $B'$ ,  $K$  и  $M$  вычисляются как разность проектной отметки вершины (точки) и существующей отметки.

3) определение положения точек нулевых работ по формуле (8);

Расстояния от точек нулевых работ до ближайших вершин фигур записывают на Картограмме земляных работ возле соответствующих отрезков с точностью до 0,01м;

4) проведение линии нулевых работ и нумерация образовавшихся фигур полных и их частей (рис.16);

5) вычисление площадей фигур, сумма которых должна равняться общей площади квартала;

6) вычисление объемов насыпи и выемки по формулам (6), (9), (10).

Подсчет площадей и объемов ведется в ведомости (табл. 2). При этом средние значения рабочих отметок округляют до 0,01м, площадей - до 0,1м<sup>2</sup>, объемов до 0,1м<sup>3</sup>.

7) оформление Картограммы земляных работ тушью в цветах: проектные и рабочие отметки – красным; отметки, линии и расстояния до точек нулевых работ – синим; все остальное – черным. Вычисленные объемы записывают на Картограмме земляных работ рядом с номером фигуры с округлением до целых м<sup>3</sup> со своим знаком. Внизу Картограммы подсчитывают и записывают суммарные объемы выемок и насыпей по вертикальным рядам в форме таблицы (рис. 16). Картограмма земляных работ является итоговым документом.

### 2.2.2. Определение объемов земляных работ на участке улицы

Заданием на проектирование предусматривается определение объема земляных работ для участка улицы Мира длиной 72м в границах от красной линии ул. Федеративной до красной линии ул. Спортивной.

Для вычисления объема земляных работ рекомендуется разделить участок улицы на две части длиной 40м и 32м (рис. 17).

Подготовительные вычисления следует начинать с определения проектных отметок точек N, P, R, расположенных на оси улицы, используя для этих целей известные проектные отметки центров перекрестков улиц Мира и Федеративной, Мира и Спортивной, а также расстояния от центров указанных перекрестков до точек N, P, R и величину продольного уклона ул. Мира.

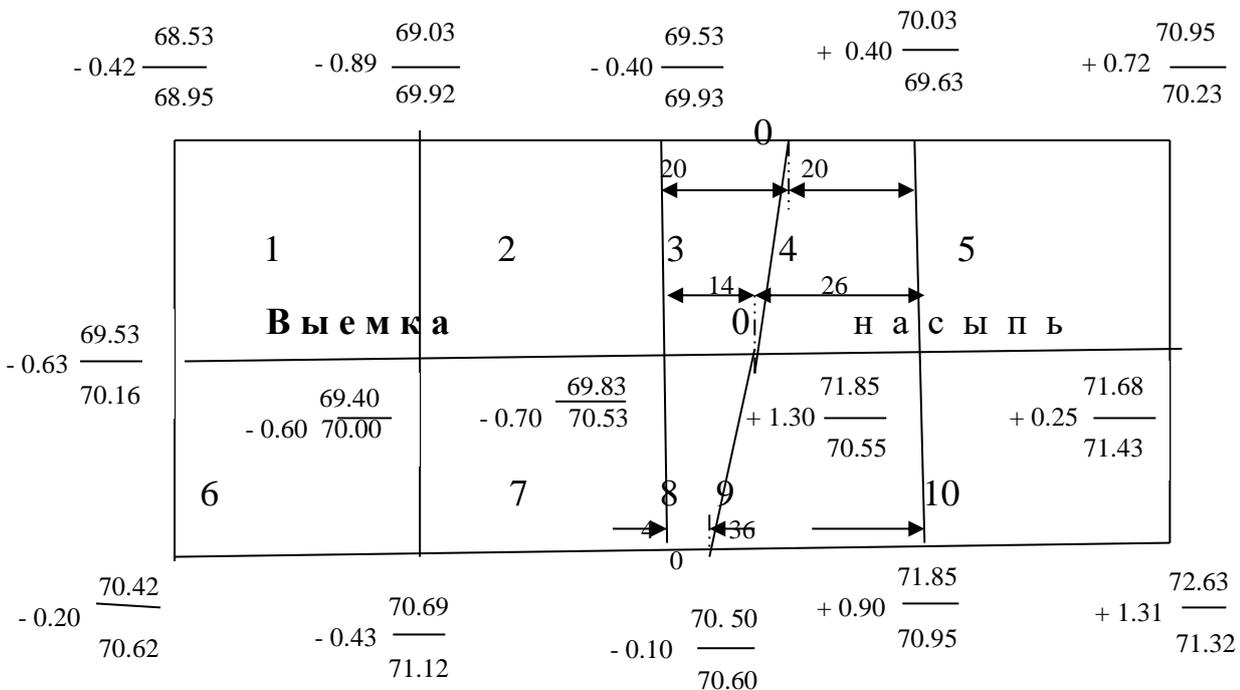


Рис. 16. Картограмма земляных работ для территории квартала

Далее следует вычислить проектные отметки характерных точек 1, 2, 3 поперечников улицы в сечениях N, P, R, не забывая при этом, что точки 1 и

2 имеют две отметки – нижнюю (внизу бордюрного камня или поребрика) и верхнюю – наверху бордюрного камня или поребрика.

Для определения указанных отметок используются отметки точек N, P, R, а также ширина и поперечный уклон элементов поперечного профиля ул. Мира, представленные на рис. 3 части 1 Методических указаний. Так, если проектная отметка т. N равна 285.00м, то отметки точек 1,2,3 будут равны

$$H_1^{\text{низ}} = H_N - B * i_{\text{попер}}^{\text{Мира}} / 2 = 285.00 - 14 \cdot 0,02 / 2 = 284,86 \text{ м};$$

$$H_1^{\text{верх}} = H_1^{\text{низ}} + h_{\text{б.к.}} = 284.86 + 0.15 = 285.01 \text{ м},$$

$$H_2^{\text{верх}} = H_1^{\text{верх}} + b_{\text{Газ}} * i_{\text{попер}}^{\text{Мира}} = 285.01 + 6 * 0.020 = 285.13 \text{ м},$$

$$H_2^{\text{низ}} = H_2^{\text{верх}} - h_{\text{б.к.}}' = 285.13 - 0.10 = 285.03 \text{ м},$$

$$H_3 = H_2^{\text{низ}} + b_{\text{Трот}} * i_{\text{попер}}^{\text{Мира}} = 285.03 + 4.5 * 0.020 = 285.12 \text{ м}.$$

Проектные отметки точек 4, 5, 6 второй половины поперечников будут равны вычисленным отметкам точек 1, 2, и 3 ввиду симметричности поперечного профиля улицы.

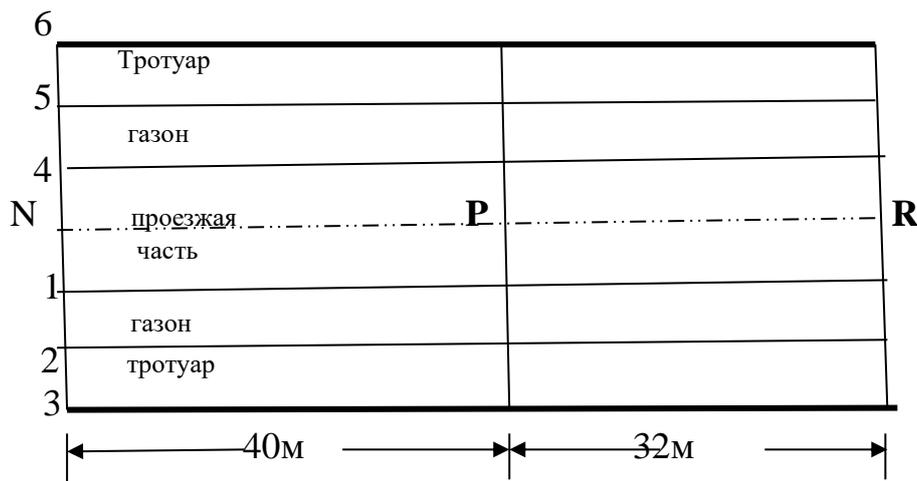


Рис. 17. План участка улицы Мира

Следующим этапом подготовительных вычислений является определение существующих (фактических) отметок характерных точек поперечников в сечениях N, P, R. Вычисляют фактические отметки точек интерполированием горизонталей, изображающих существующий рельеф ул. Мира.

Вычитанием из проектных отметок характерных точек поперечников существующих отметок определяют рабочие отметки точек.

Все вычисленные отметки (проектные, фактические и рабочие) указывают на Картограмме земляных работ (рис. 18), вычерчиваемой на листе миллиметровой бумаги формата А4 в удобном масштабе.

Завершающим этапом вычислений является определение объемов земляных работ. Подсчет объемов земляных работ выполняется методом четырехгранных призм аналогично вышерассмотренному расчету объемов для террито-

рии квартала по форме табл. 2.

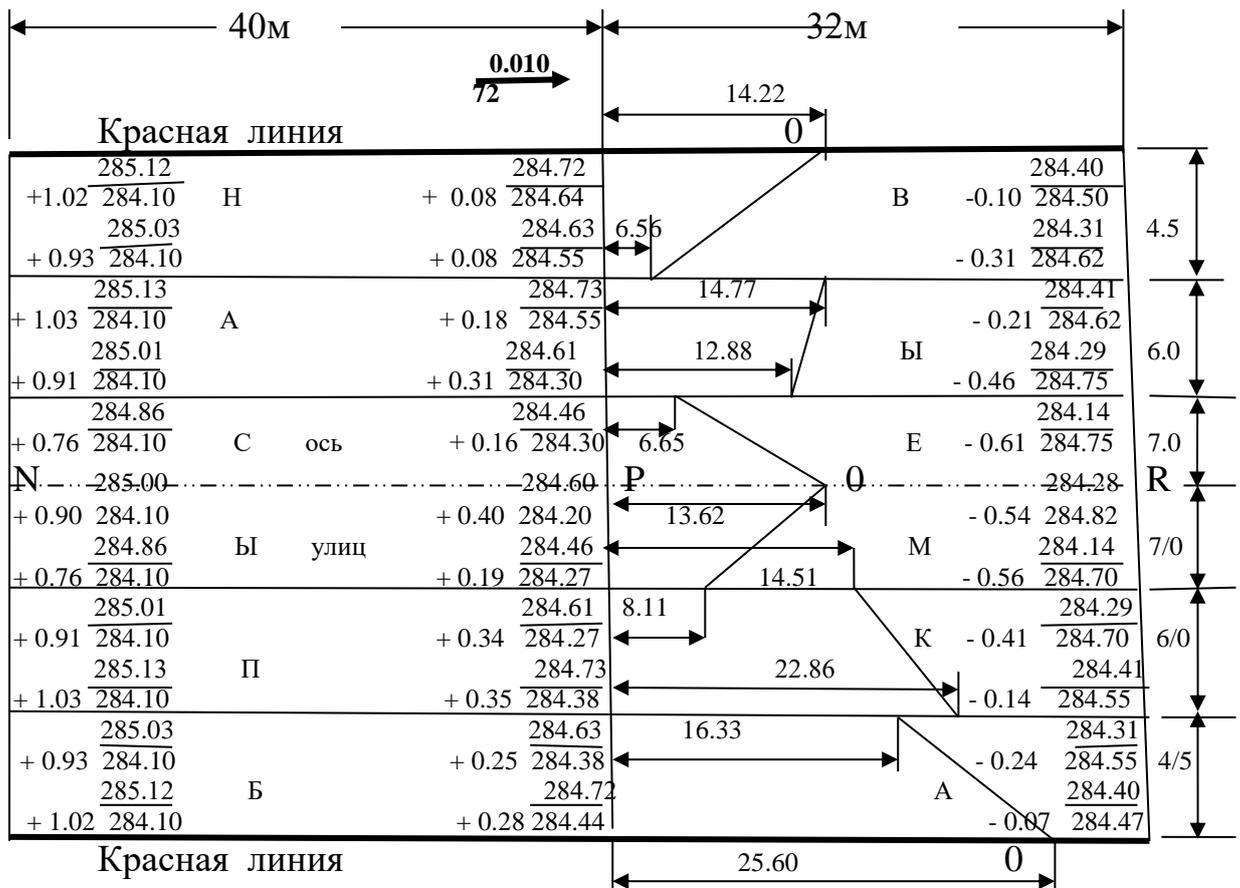


Рис.18 Картограмма земляных работ для участка улицы Мира

### 2.2.3. Определение объемов земляных работ для участка автомобильной дороги

Требуется вычислить объемы земляных работ при возведении земляного полотна на участке автомобильной дороги длиной  $l=400\text{м}$  (четыре пикета по 100 м).

Исходными данными служат: схемы поперечных профилей дороги в насыпях или выемках (рис.13); существующие и проектные отметки земли; другие элементы, определяемые по данным табл.7 в зависимости от варианта и порядкового номера студента в журнале группы. Основой для подсчета объемов земляных работ служит продольный профиль, который составляют в масштабах: горизонтальный – 1:2000, вертикальный – 1:200.

Определение объема земляных работ выполняют в последовательности:

- строят на миллиметровой бумаге формата А4 профильную сетку (рис.18, размеры сетки даны в миллиметрах) и наносят пикеты в заданном горизонтальном масштабе;

- вычисляют существующие и проектные отметки пикетов по данным табл.7 и заносят их в профильную сетку;
- строят продольный профиль оси автодороги по существующим отметкам земли;
- проводят на профиле проектную линию по проектным отметкам начальной и конечной точек наклонного участка;
- вычисляют рабочие отметки пикетов по формуле (7) и подписывают их на профиле без знака: положительные над проектной линией, отрицательные – под ней;
- из точек нулевых работ (точек пересечения линии профиля с проектной линией) проводят перпендикуляры на линию основания профиля и вычисляют расстояния от них до ближайших точек профиля с рабочими отметками противоположных знаков по формуле (8), в которой  $a=100\text{м}$  - расстояние между пикетами,  $|h_1|$  и  $|h_2|$  - абсолютные значения рабочих отметок смежных пикетов. Расстояния выписывают над линией основания профиля слева и справа от основания перпендикуляра, до 0,01м, без стрелок. Сумма расстояний от точки нулевых работ до пикетов должна быть равна 100м;
- вычисляют отметки точек нулевых работ по вычисленным расстояниям и проектным уклонам и выписывают их на профиле вдоль перпендикуляра;
- подсчитывают объем земляных работ (насыпей и выемок) в ведомости по форме табл. 3;
- оформляют продольный профиль автомобильной дороги.

Таблица 7

Исходные данные для вычисления объема земляных работ  
на участке автомобильной дороги

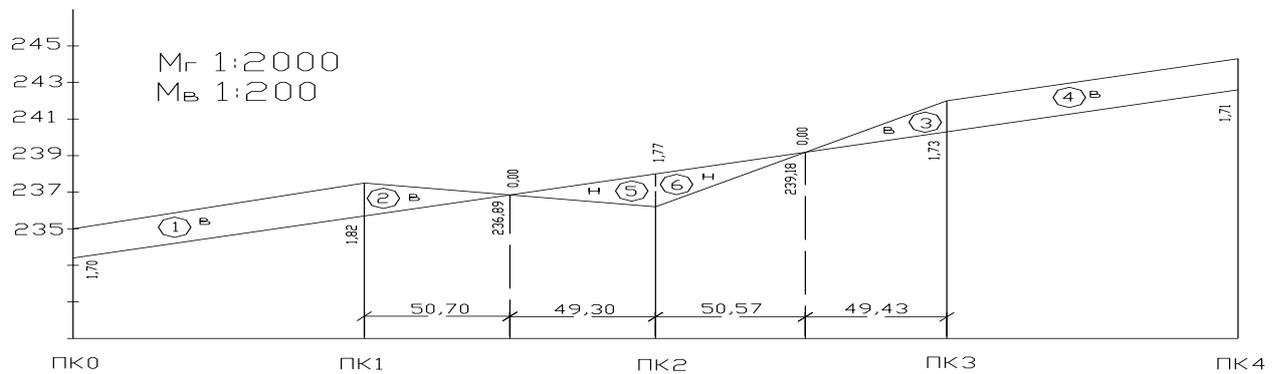
Вариант	Существующие отметки земли, м					Проектная отметка ПК0, м	Проектный уклон дороги	Ширина зем- ляного по-	Крутизна отко- сов земляного полотна
	ПК0	ПК1	ПК2	ПК3	ПК4				
1	A+11,12	A+13,54	A+12,25	A+18,05	A+20,33	A+0,13N+7,6	+0,023	12	1:1,5
2	A+40,12	A+31,85	A+42,03	A+36,72	A+35,35	A+0,13N+40,72	-0,012	9	1:2
3	A+51,50	A+52,63	A+53,08	A+57,96	A+53,75	A+0,13N+52,03	+0,007	6	1:3

Примечания:  $A=N^2+2N$  - 1-й вариант,  $A = 4N^2 + 5N$  - вариант 4;  
 $A=2N^2+7N$  - 2-й вариант,  $A = 5N^2 + 3N$  - вариант 5;  
 $A=3N^2+4N$  - 3-й вариант;  $A = 6N^2 + 6N$  - вариант 6.

Продольный профиль – итоговый документ. Его вычерчивают тушью в цветах:

- красным – проектную линию толщиной 0,3-0,4мм; разделительную линию между графами Уклоны и Проектные отметки; наклонную линию в графе Уклоны; проектные уклоны и расстояния; проектные отметки; рабочие отметки;
- синим – всё, относящееся к точке нулевых работ: перпендикуляр из нее на основание профиля пунктирной линией; расстояния до ближайших пикетов, отметку земли (вдоль перпендикуляра), рабочую отметку 0,00;
- черным – все остальные линии, числа, подписи.

На всех итоговых графических документах указывается фамилия исполнителя.



Пикеты	0	1	2	3	4
Уклоны и расстояния	23				400
Проектные отметки, м	233.42	235.72	238.02	240.32	242.62
Существующие отметки, м	235.12	237.54	236.25	242.05	244.33

Рис. 19. Продольный профиль автомобильной дороги.

## **Литература**

1. Курс инженерной геодезии: Учебник для вузов/ Под ред. В.Е. Новака. – М.: Недра, 1989. – 430 с.: ил.
2. Климов О.Д., Калугин В.В., Писаренко В.К. Практикум по прикладной геодезии. Изыскания, проектирование и возведение инженерных сооружений: Учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1991.
3. Парамонов А.Г. Геодезические работы при вертикальной планировке. – М.: Недра, 1984.
4. Методические указания и задания по курсовому проектированию по дисциплине "Технология строительства" для студентов специальности "Прикладная геодезия" (300100). Ростов-на-Дону, 1990 – 52 с.
5. Лекции по курсу "Технология строительства".
6. Стандарт предприятия: курсовое проектирование. Общие требования. СтП РГСУ. – Ростов-на-Дону, 2002.

## **Приложение 1**

«Утверждаю»  
Зав. кафедрой

Факультет \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(уч. звание, уч. степень)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

по дисциплине \_\_\_\_\_

Студенту группы \_\_\_\_\_

(Номер группы ; фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема проекта \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Срок сдачи проекта \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к проекту \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Консультанты по проекту:

по разделу \_\_\_\_\_

кафедра \_\_\_\_\_

(уч. звание, уч. степень; фамилия, имя, отчество)

по разделу \_\_\_\_\_

кафедра \_\_\_\_\_

(уч. звание, уч. степень; фамилия, имя, отчество)

7. Дополнительные указания (по усмотрению руководителя) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. График индивидуальных консультаций

№ п/п	Дата консультации	Продолжительность кон- сультации	Подпись консультанта

9. Задание выдал \_\_\_\_\_ руководитель проекта \_\_\_\_\_

(дата)

(ученое звание, ученая степень)

( фамилия, инициалы, подпись)

10. Задание получил \_\_\_\_\_ студент \_\_\_\_\_

(дата)

(фамилия, инициалы, подпись)

Донской государственный технический университет

Факультет \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

### РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Тема \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Руководитель (фамилия, имя, отчество) \_\_\_\_\_

Разработал студент (фамилия, имя, отчество) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ факультета \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ групп

\_\_\_\_\_ год

Донской государственный технический университет

**Приложение 3**

Факультет \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

По дисциплине \_\_\_\_\_

Тема: \_\_\_\_\_  

---

Выполнил студент \_\_\_ курса, группы \_\_\_\_\_  

---

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель проекта \_\_\_\_\_

(ученое звание, ученая степень)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Проект защищен с оценкой \_\_\_\_\_

(дата, роспись руководителя)

Ростов-на-Дону  
201 г.