

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОУ ВПО «СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»

А. П. Карпик, А.В. Горобцов, Г.В. Лифашина

СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Рекомендовано УМО по образованию в области геодезии и фотограмметрии
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки 650300 «Геодезия»
специальности 120101 «Прикладная геодезия»
и специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии
(в геодезическом производстве)»

Новосибирск
СГГА
2006

УДК 71
К26

Рецензенты:

Кандидат технических наук, профессор
Сибирской государственной геодезической академии

Б.Н. Жуков

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой инженерной геодезии
Сибирского государственного университета путей сообщения

В.И. Щербаков

Карпик, А.П.

К26 Составление проекта вертикальной планировки городской территории: учеб. пособие / А.П. Карпик, А.В. Горобцов, Г.В. Лифашина. – Новосибирск: СГГА, 2006. – 85 с.

ISBN 5-87693-179-9

Учебное пособие подготовлено доктором технических наук, профессором А.П. Карпиком, доцентом А.В. Горобцовым и ст. преподавателем Г.В. Лифашиной на кафедре инженерной геодезии и информационных систем Сибирской государственной геодезической академии. Работа утверждена на заседании учебно-методической комиссии Института геодезии и менеджмента.

Настоящее пособие содержит основные понятия, принципы, методы, требования нормативных документов и последовательность выполнения работы при традиционном и автоматизированном способах составления проектов вертикальной планировки городской территории на примере квартала жилой застройки.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА

УДК 71

ISBN 5-87693-179-9

© ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия», 2006

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Общие сведения о вертикальном проектировании городской территории	5
1.1. Состав рабочих чертежей генеральных планов	5
1.2. Цель и основные задачи вертикальной планировки	7
1.3. Методы проектирования вертикальной планировки	9
1.4. Основные понятия и требования нормативных документов при составлении проекта организации рельефа жилого квартала	10
2. Общие принципы составления плана организации рельефа квартала жилой застройки.....	15
2.1. Составление плана организации рельефа по проездам.....	15
2.2. Вертикальная планировка перекрестков.....	17
2.3. Планировка внутриквартальной территории	22
2.4. Вычисление объемов земляных работ	25
3. Составление плана организации рельефа квартала жилой застройки.	28
3.1. Содержание работы.....	28
3.2. Последовательность выполнения работы	28
3.3. Исходные данные	28
3.4. Указания по выполнению работы	29
4. Составление плана организации рельефа квартала жилой застройки с применением программного комплекса credo.....	36
4.1. Общие сведения о программном комплексе CREDO и основные понятия, используемые при проектировании	36
4.2. Типовая последовательность работы в CREDO_MIX.....	44
4.2.1. Настройка среды CREDO_MIX.....	44
4.2.2. Создание слоёв CREDO_MIX.....	45
4.2.3. Организация работы с данными CREDO_MIX	46
4.2.4. Создание исходной цифровой модели местности	47
4.2.5. Создание строительной системы координат	47
4.3. Составление проекта вертикальной планировки	48
4.3.1. Оценка существующего рельефа.....	48
4.3.2. Проектирование проездов (улиц) и перекрестков	49
4.3.3. Создание контура поверхности проезда, площадок вокруг зданий, контура здания	51
4.3.4. Анализ проектной поверхности	52
4.3.5. Расчёт объёмов земляных работ	53
4.3.6. Выпуск чертежей	56
Контрольные вопросы.....	58
Список литературы.....	59

ВВЕДЕНИЕ

В большом объеме градостроительных работ видное место занимают работы по инженерному благоустройству территории. Инженерное благоустройство территории – это комплекс весьма разнообразных мероприятий, призванных создать благоприятные условия для жизни и деятельности населения, нормальной и бесперебойной работы промышленных предприятий, транспорта, функционирования различных зон городской территории.

Одной из первостепенных и основных задач инженерного благоустройства является вертикальная планировка, обеспечивающая допустимые уклоны улиц, дорог, проездов и территории для оптимального размещения зданий, промышленных предприятий и различных сооружений. Преобразование существующего рельефа с целью приспособления городской территории для эксплуатации и строительства осуществляется на основании проекта вертикальной планировки. В настоящее время, наряду с традиционными методами проектирования, все шире применяются системы автоматизированного проектирования.

Данное учебное пособие должно помочь студентам очной, очно-заочной и заочной форм обучения, изучающим дисциплины «Технология строительства» и «Инженерное управление территориями», приобрести теоретические знания и практические навыки составления проекта вертикальной планировки городской территории на примере квартала жилой застройки.

Для автоматизации процессов проектирования можно использовать модуль CREDO-MIX программного комплекса CREDO.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЕРТИКАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

1.1. Состав рабочих чертежей генеральных планов

Гражданское и промышленное строительство выполняется на основе проектно-сметной документации. Основные задачи, решаемые при проектировании, сводятся к обеспечению нормальных условий эксплуатации строящихся объектов, соответствию внешнего вида сооружений их назначению, строительству в установленные сроки при минимальных затратах труда, материальных и денежных ресурсов.

Проектно-сметная документация разрабатывается в одну стадию (техно-рабочий проект) или в две стадии (технический проект и рабочая документация). Независимо от стадий проектирования, весь комплекс проектной документации обычно подразделяется на три части: технологическую, строительную и технико-экономическую, в которые входят различные разделы по технологическим, строительным решениям, организации строительства, охране окружающей природной среды, жилищно-гражданскому строительству, сметной документации и другие. Генеральные планы служат основными чертежами в комплексе разрабатываемой документации и в зависимости от вида и назначения объекта входят в тот или иной раздел проекта. Для рабочего проекта или на стадии рабочей документации разрабатывают рабочие чертежи генеральных планов. Рабочую документацию генеральных планов выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 21.508-93, ГОСТ 21.101 и других взаимосвязанных стандартов системы проектной документации для строительства [1, 2].

В состав основного комплекта рабочих чертежей генерального плана включают:

- общие данные по рабочим чертежам;
- разбивочный план (план расположения зданий и сооружений);
- план организации рельефа;
- план земляных масс;
- сводный план инженерных сетей;
- план благоустройства территории;
- выносные элементы (фрагменты, узлы).

Рабочие чертежи генерального плана выполняют на инженерно-топографическом плане (кроме плана земляных масс) в масштабах 1 : 500, 1 : 1 000 в условных графических обозначениях и в соответствии с правилами и требованиями, изложенными в [1, 2].

На разбивочном плане наносят и указывают:

- сохраняемые существующие здания и сооружения;
- строительную геодезическую сетку или заменяющий ее базис, а для жилищно-гражданских объектов, кроме того, городскую геодезическую сетку, которая должна перекрывать весь план;

– условную границу («красную» линию), отделяющую территорию магистрали, улицы, проезда и площади от территории, предназначенной под застройку;

– горные выработки;

– геодезические знаки;

– площадки производственные и складские;

– автомобильные дороги;

– железнодорожные пути;

– элементы благоустройства – тротуары, площадки спортивные и для отдыха;

– элементы планировочного рельефа, например, откосы, лестницы, пандусы;

– открытые водоотводные сооружения, например, канавы, лотки;

– указатель направления на север (в левом верхнем углу листа).

Разбивочный план выполняется с координатной или размерной привязкой.

План организации рельефа выполняют на основе разбивочного плана без указания и нанесения координационных осей зданий и сооружений, координат, размеров и размерных привязок [1].

На плане организации рельефа наносят и указывают:

– существующий рельеф местности;

– проектные отметки и уклоноуказатели по «красным» линиям;

– проектные горизонталы или проектные отметки с указанием направления уклона проектного рельефа;

– отметки низа и верха откосов, лестниц, подпорных стенок пандусов;

– отметки дна в местах перелома продольного профиля, направление и величину уклонов открытых водоотводных сооружений (каналов, лотков);

– проектные отметки планировки и фактические отметки рельефа местности в виде дроби с проектной отметкой в числителе и фактической в знаменателе по внешнему контуру отмостки в углах зданий и сооружений или, при отсутствии отмостки, указанные отметки в местах пересечения наружных граней стен с рельефом в углах зданий и сооружений;

– линии перелома проектного рельефа – при выполнении плана в проектных отметках опорных точек планировки;

– направление уклона проектного рельефа – при выполнении чертежа в проектных горизонталях бергштрихами, а при выполнении чертежа в проектных отметках опорных точек планировки – стрелками.

На плане земляных масс наносят и указывают:

– строительную геодезическую сетку или заменяющий ее базис;

– сетку квадратов для подсчета объема земляных масс с проектными, фактическими и рабочими отметками в углах квадратов, линию «нулевых» работ с выделением площади выемок штриховкой под углом 45 градусов к основанию сетки и указанием объема земляных масс в пределах каждого квадрата или иной фигуры, образуемой контуром планировки;

- здания и сооружения;
- ограждения или условную границу территории;
- откосы, подпорные стенки.

Под каждой колонкой квадратов плана земляных масс приводят таблицу, в соответствующих графах которой указывают суммарные объемы насыпи и выемки по колонке квадратов, а в строках суммарных объемов справа – общие объемы насыпи и выемки по всей планируемой территории.

Сводный план инженерных сетей выполняют на основе разбивочного плана без указаний абсолютных отметок зданий (сооружений), указателя направления на север. На сводном плане инженерных сетей наносят и указывают:

- коммуникационные сооружения для прокладки сетей;
- подземные, наземные и надземные сети;
- дождеприемные решетки, опоры и стойки коммуникационных сооружений.

Инженерные сети выполняют условными графическими обозначениями и наносят по рабочим чертежам соответствующих основных комплектов с координатной или линейной привязкой оси сети на каждом характерном участке.

План благоустройства территории выполняют на основе разбивочного плана без указания координационных осей, координат и размерных привязок, абсолютных отметок зданий, сооружений.

На плане благоустройства территории наносят и указывают:

- тротуары, дорожки и их ширину;
- площадки различного назначения и их размеры;
- малые архитектурные формы и переносные изделия площадок для отдыха;
- деревья, кустарники, цветники, газоны.

Элементы благоустройства привязывают к наружным граням стен зданий, сооружений, «красным» линиям, автомобильным дорогам и железнодорожным путям.

На плане благоустройства территории приводят ведомости малых архитектурных форм, элементов озеленения, тротуаров, дорожек и площадок, автомобильных дорог по формам, утвержденным ГОСТ 21.508-93.

1.2. Цель и основные задачи вертикальной планировки

Вертикальная планировка – это инженерное мероприятие по искусственному изменению, преобразованию и улучшению существующего рельефа местности срезкой или подсыпкой грунта для использования его в градостроительных целях. Основная цель вертикальной планировки заключается в создании спланированных поверхностей, удовлетворяющих требованиям застройки и инженерного благоустройства территории. Вертикальная планировка территории призвана создать благоприятные условия

для размещения зданий и сооружений, прокладки улиц, проездов, подземных инженерных коммуникаций.

К основным задачам вертикальной планировки относятся:

- организация стока поверхностных вод (дождевых, ливневых и талых) с городских территорий;
- обеспечение допустимых уклонов улиц, площадей и перекрестков для безопасного и удобного движения всех видов городского транспорта и пешеходов;
- создание благоприятных условий для размещения зданий и прокладки подземных инженерных сетей;
- организация рельефа при наличии неблагоприятных физико-геологических процессов (затопление территории, подтопление её грунтовыми водами, оврагообразование и т. д.);
- придание рельефу наибольшей архитектурной выразительности;
- создание в необходимых случаях искусственного рельефа;
- решение задач при сооружении крупных и уникальных плоскостных сооружений (спортивного центра, аэродрома и пр.).

Работы по проектированию вертикальной планировки территории проводятся на всех стадиях разработки горизонтальной планировки: проектов генеральных планов, проектов детальной планировки и проектов застройки. Этапы разработки вертикальной планировки заключаются в оценке рельефа, составлении схемы вертикальной планировки в зависимости от площади и сложности рельефа в масштабах 1 : 10 000 – 1 : 2 000 и рабочих чертежей в масштабах 1 : 1 000 – 1 : 500, на основании которых на местности производят геодезические разбивочные работы для преобразования рельефа.

Для разработки проектов вертикальной планировки необходимо располагать исходными материалами. Это – здания, планировочные решения, материалы предшествующей стадии проектирования и материалы изысканий, в которые входят геодезические, гидрологические, гидрогеологические исследования, данные о расположении в плане и в высотном отношении и типах подземных инженерных сооружений, зелёных насаждений, наземных сооружений, составе и размерах транспортного и пешеходного движения и пр.

Отметки планируемой поверхности назначают таким образом, чтобы максимально сохранить существующий рельеф, зелёные насаждения и почвенный покров. Вертикальная планировка осуществляется с учетом осушения заболоченных и избыточно увлажненных территорий, орошения недостаточно увлажненных территорий, понижения уровня грунтовых вод, борьбы с селевыми потоками. К вертикальной планировке относятся обвалование и досыпки территории, применяемые для защиты города от затоплений, засыпка оврагов, террасирование склонов, выполняемое для предотвращения оползней и др.

При оценке территории основное внимание уделяется существующему рельефу. Определяют наличие и расположение водоразделов и тальвегов, основные направления стока поверхностных вод, участки территорий с различными уклонами, территории, требующие мероприятий по инженерной

подготовке, и пр. Совокупность этих характеристик определяет природные условия территории по степени пригодности для строительства как благоприятные (с уклонами 0.005 – 0.100), неблагоприятные (0.100 – 0.200 или менее 0.005) и особо неблагоприятные (свыше 0.200).

Существенную роль вертикальная планировка играет при проектировании зданий, сооружений и подземных инженерных сетей. В настоящее время для жилищно-гражданского строительства используют типовые здания, и задача вертикальной планировки заключается в создании благоприятных условий для их размещения без изменения типовых проектов.

Эффективность работ по вертикальной планировке определяют следующие технико-экономические показатели [5]:

- наименьший объём земляных работ при наибольшей эффективности проектных решений;
- одинаковый объём выемок и насыпей (баланс земляных масс), когда отпадает необходимость в вывозе грунта с планируемой территории или привозе его;
- всемерное сокращение дальности перемещения грунта (транспортного объёма) с участков выемок в насыпи.

Основными документами проекта вертикальной планировки являются план организации рельефа и картограмма земляных работ, которые составляются на основе топографического плана, рабочих чертежей поперечных профилей улиц и проездов.

1.3. Методы проектирования вертикальной планировки

Составление плана организации рельефа ведется на проекте планировки и застройки с использованием плана «красных» линий, на которые выносятся все исходные данные со схемы вертикальной планировки.

В зависимости от местных условий и вида поверхности, проектирование вертикальной планировки выполняют методом проектных горизонталей, проектных отметок, профилей или комбинацией этих методов [3, 4, 6].

Метод проектных горизонталей позволяет наиболее полно отразить проектируемый рельеф и произвести планировку на всей территории с одинаковой степенью точности, что особенно важно при незначительных уклонах местности. Сущность метода состоит в том, что на план с геодезической подосновой, где показан фактический рельеф в горизонталях и нанесены все проектные решения в плане, наносят горизонтали, отображающие проектный рельеф. В зависимости от рельефа и масштаба составляемого плана, высоту сечения проектных горизонталей устанавливают равной 0.1; 0.2; 0.5 м. Преимуществом данного метода является совмещение горизонтального и вертикального решений, что обеспечивает наглядность проектного документа и упрощает подготовку и производство геодезических разбивочных и строительных работ.

Метод профилей применяется при вертикальной планировке проездов, улиц, дорог или площадок. По результатам полевых геодезических работ

составляют продольные и поперечные профили через 20, 40 или 100 м, в зависимости от стадии проектирования и характера рельефа. Продольные профили следует проектировать в тех же масштабах, что и рабочие чертежи, принимая для большей точности графических построений вертикальный масштаб в 10 раз больше горизонтального. Поперечные профили строят в масштабе 1 : 200 с учетом соотношения горизонтального и вертикального масштабов как 1 : 10. Этот метод недостаточно нагляден и требует большого объема графических работ, поэтому он используется для частичного решения вертикальной планировки. В дальнейшем применяются другие методы.

Метод проектных отметок заключается в изображении преобразованного рельефа в виде системы точек с подписанными на них красными и рабочими отметками. Такой способ применяется в случаях слабо выраженного проектного рельефа, т. е. тогда, когда изображение проектной поверхности проектными горизонталями становится недостаточно наглядным.

Комбинированный метод проектирования вертикальной планировки одновременно использует методы проектных горизонталей и отметок. Методом отметок проектируют опорные или характерные точки, отметки которых должны быть сохранены в процессе дальнейшего преобразования рельефа, выполняемого методом проектных горизонталей.

1.4. Основные понятия и требования нормативных документов при составлении проекта организации рельефа жилого квартала

Городская территория квартала жилой застройки условно делится на следующие составные части (рис. 1):

- улица (проезжая часть, газон, тротуар);
- перекресток;
- проектируемые здания;
- внутриквартальные проезды.

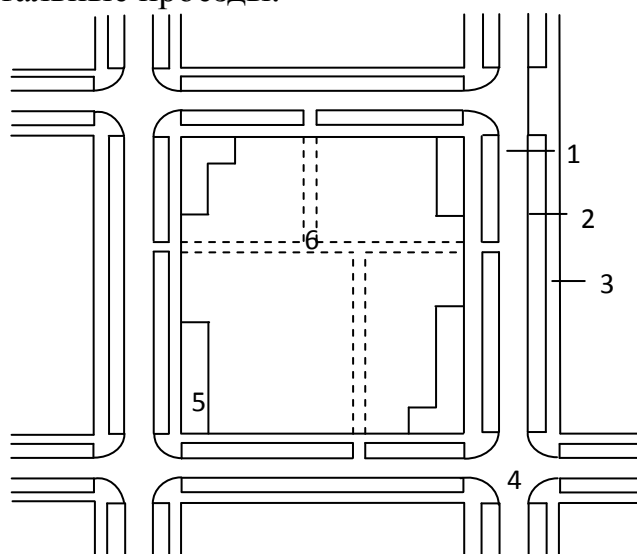


Рис. 1. Схема квартала:

- 1 – проезжая часть улицы; 2 – газон; 3 – тротуар; 4 – перекресток; 5 – проектируемые здания; 6 – внутриквартальные проезды

Улицей считается часть территории населенного пункта, ограниченная «красными» линиями и предназначенная для движения транспорта и пешеходов. По обеим сторонам улицы вдоль «красной» линии размещается застройка.

В зависимости от назначения, характера и величины движения, улицы подразделяют на магистральные и жилые. В группе магистральных улиц выделяют улицы общегородского значения (ширина в пределах «красных» линий – 60 м) и районного значения (ширина 35 м). Ширину жилых улиц принимают в зависимости от застройки:

- при многоэтажной застройке – 25 м;
- при одноэтажной застройке – 15 м.

Ширину проезжей части улиц и дорог следует устанавливать по расчету в зависимости от интенсивности движения, но не менее чем предусмотрено в табл. 1 [2].

Таблица 1. Ширина проезжей части улиц и дорог

Категории улиц и дорог	Ширина одной полосы движения, м	Число полос движения проезжей части в обоих направлениях		Ширина предохранительной полосы между проезжей частью и бортовым камнем, м
		наименьшее	с учетом резерва	
1. Скоростные дороги	3,75	6	8	1
2. Магистральные улицы и дороги: - общегородского движения: непрерывного регулируемого - районного значения: дороги грузового движения	3,75	6	8	0,75
	3,75	4	6	0,50
	3,75	4	6	-
	3,75	2	4	-
3. Улицы и дороги местного значения: - жилые улицы - дороги промышленных и коммунальных складских районов - поселковые улицы	3,00	2	4	-
	3,75	2	4	-
	3,5	2	2	-

Наибольшие продольные уклоны и наименьшие радиусы кривых в плане по оси проезжей части улиц и дорог принимают согласно табл. 2.

Наименьшие продольные уклоны по лоткам проезжей части для асфальтобетонных и цементных покрытий следует принимать больше 4‰, для капитальных покрытий – не менее 5‰.

На горизонтальных кривых малого радиуса (правые повороты на съездах и примыканиях, у перекрестков и перед площадями) наибольшие продольные уклоны следует уменьшать при радиусе $R = 50$ м на 10%.

При проектировании проектной линии продольного профиля необходимо стремиться к выполнению следующих условий: соблюдение допустимых уклонов улиц в соответствии с их категорией; сокращение объемов земляных работ; сохранение в допустимых пределах глубин заложения подземных коммуникаций.

Переломы продольного профиля для обеспечения плавности и безопасности движения смягчаются вертикальными кривыми, как выпуклыми, так и вогнутыми (табл. 2).

Для обеспечения доступа воды к лоткам проезжей части, стекающей с окружающей территории, их отметки должны быть ниже отметок окружающих территорий. Исключение могут составлять проезжие части городских скоростных дорог и транзитные проезды магистральных улиц, где поверхность проезжих частей может решаться независимо от окружающей территории, а функции водоотвода в таких случаях выполняют местные проезды. Для отвода вод в поперечном сечении наиболее благоприятна поверхность параболической формы: уклоны постепенно нарастают от оси и максимально увеличиваются у лотка, ограниченного с одной стороны бортовым камнем.

При наличии на улице разделительной полосы, трамвайных путей, бульваров, разделенные проезжие части могут представлять односкатную поверхность с поперечным уклоном в сторону бортового камня.

Односкатный профиль могут также иметь неширокие местные и внутриквартальные проезды.

Таблица 2. Некоторые нормативы проектирования продольных профилей улиц

Категории улиц и дорог	Наибольшие продольные уклоны, ‰	Наименьшие радиусы кривых в плане, м	Наименьшие радиусы вертикальных кривых, м		Алгебраическая разность уклонов, ‰
			выпуклых	вогнутых	
1. Скоростные дороги	40	600	10000	2000	5 и более
2. Магистральные улицы и дороги					
- общегородского значения:					
непрерывного движения	50	400	6000	1500	7 и более
регулируемого движения	50	400	6000	1500	7 и более
- районного значения:	60	250	4000	1000	10 и более
в том числе дороги грузового движения	40	400	6000	1500	7 и более
3. Улицы и дороги местного значения:					
- жилые улицы	80	125	2000	500	15 и более
- дороги промышленных и коммунально-складских районов	60	125	2000	500	15 и более
- пешеходные улицы	40	-	2000	500	15 и более
- поселковые улицы	70	60	2000	500	15 и более
- проезды	80	30	2000	500	15 и более

Поперечные уклоны магистральных улиц не должны превышать 4‰, а на перекрестках – 2‰. Изменение уклонов должно происходить на расстоянии не менее 50 м от «красной» поперечной линии.

Для обеспечения безопасности движения пешеходов тротуары устраиваются выше проезжей части на 10 – 18 см. Продольный уклон тротуаров не должен превышать 60‰. Ширину тротуаров следует устанавливать с учетом категории и назначения улиц и дорог кратной 0,75 м.

Тротуары рекомендуется отделять от проезжей части полосами зеленых насаждений – газонами, в которых размещают мачты и опоры контактной сети, деревья. Они служат также и для возможного сбора снега, убираемого с проезжей части и тротуаров. Ширину полос зеленых насаждений следует принимать не менее, чем указано в табл. 3.

Таблица 3. Ширина полос зеленых насаждений

Полосы насаждения	Наименьшая ширина полосы, м
Газон с рядовой посадкой деревьев или деревьев в одном ряду с кустарниками:	
однорядная посадка	2
двухрядная	5
Газон с однорядной посадкой кустарников:	
высоких (1.8 м)	1.2
средних размеров (1.2 – 1.8 м)	1
низких (до 1.2 м)	0.8
Газон с групповой или куртинной посадкой:	
деревьев	4.5
кустарников	3.0
Газон	1.0

2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ОРГАНИЗАЦИИ РЕЛЬЕФА КВАРТАЛА ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

Составление плана организации рельефа (ПОР) квартала жилой застройки осуществляется в следующей последовательности:

- вертикальная планировка проездов;
- вертикальная планировка перекрестков;
- вертикальная планировка внутриквартальной территории.

2.1. Составление плана организации рельефа по проездам

Исходными данными для составления плана организации рельефа по проездам служат:

- 1) план улиц с границами проезжей части, газона и тротуара (рис. 2); продольный уклон улицы;
- 2) поперечные профили улиц с указанием ширины проезжей части, газонов, тротуаров ($b_{ул.}$, $b_{газ.}$, $b_{тр.}$) и их уклонов ($i_{прод. ул.}$, $i_{прод. газ.}$, $i_{прод. тр.}$) (рис. 3);
- 3) проектные отметки перекрестков построенной улицы (если есть по условию задания).

Продольный уклон улицы берется с продольного профиля, порядок построения которого рассмотрен в прил. 2 – 5.

Рассмотрим теоретические основы расчета положения проектных горизонталей по улице (рис. 2).

Местоположение проектных горизонталей на проезжей части улицы, газоне и тротуарах определяется в следующей последовательности.

1. Определяют расположение горизонталей по оси улицы, расстояние между горизонталями вычисляют по формуле:

$$d = \frac{h}{i_{прод. ул.}}, \quad (1)$$

где h – высота сечения проектного рельефа.

Если проектные отметки перекрестков не кратны высоте сечения проектного рельефа h , то вычисляют расстояния a и b до ближайших горизонталей от перекрестков (см. рис. 2):

$$a = \frac{H_{пр. А} - H_a}{i_{прод. ул.}}; \quad b = \frac{H_{пр. В} - H_b}{i_{прод. ул.}}, \quad (2)$$

где H_a и H_b – отметки ближайших к перекресткам А и В горизонталей.

Откладывая расстояния a , b , d с учетом выбранного сечения природного рельефа h , получают положение проектных горизонталей по оси улицы.

4. Определяют смещение горизонтали на границе газона и тротуара l_2 , которое возникает вследствие поперечного уклона газона и направлено в сторону продольного уклона улицы (см. рис. 2)

$$l_2 = \frac{i_{\text{ноп.газ.}} \cdot b_{\text{газ.}}}{l_{\text{прод.ул.}}} \quad (5)$$

5. Вычисляют смещение проектной горизонтали по «красной» линии, которое возникает вследствие поперечного уклона газона и направлено в сторону продольного уклона улицы (см. рис. 2)

$$l_{\text{пр.}} = \frac{i_{\text{ноп.тр.}} \cdot b_{\text{тр.}}}{l_{\text{прод.ул.}}} \quad (6)$$

Соединяя полученные точки (см. рис. 2), получим проектную горизонталь на левой стороне улицы. Остальные горизонтали по проезжей части проводят параллельно построенной на расстоянии d друг от друга через точки, полученные при градуировании оси улицы. Проектные горизонтали на газоне и тротуаре проводят также параллельно построенной через точки, получаемые отложением смещения l_6 от лотка.

На правой стороне улицы горизонтали пройдут симметрично относительно ее оси.

2.2. Вертикальная планировка перекрестков

При проектировании перекрестков стремятся обеспечить удобства для движения транспорта и пешеходов и создать условия для отвода воды от перекрестков по лоткам прилегающих улиц.

Одно из важных условий вертикальной планировки перекрестков – плавное сопряжение проектных горизонталей между собой, которое может быть выполнено только путем преобразования поверхностей пересекающихся улиц. Эта задача выполняется путем разности проезжей части, суть которой заключается в переходе от двухскатного профиля к односкатному, и наоборот. Это достигается смещением гребня проезжей части улицы (рис. 4, а) или изменением поперечного уклона половины проезжей части (рис. 4, б).

Длина участка разности определяется в зависимости от значения продольного уклона улицы по формулам:

$$i_{\text{прод.ул.}} < 20; \quad L = \frac{b_{\text{ул.}} \cdot i_{\text{ноп.ул.}}}{0.004}; \quad (7)$$

$$i_{\text{прод.ул.}} > 20; \quad L = \frac{b_{\text{ул.}} \cdot i_{\text{ноп.ул.}}}{0.2 \cdot i_{\text{прод.ул.}}}. \quad (8)$$

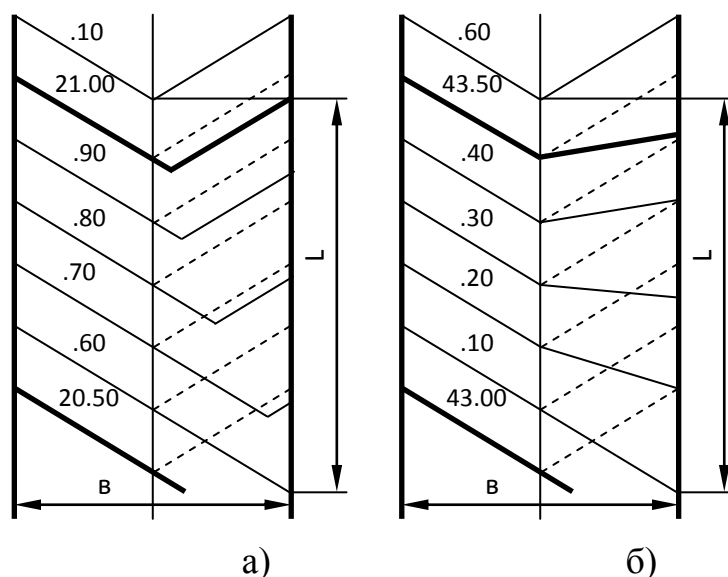


Рис. 4. Схема выполнения размотки улицы:

а) смещением гребня; б) изменением поперечного уклона половины улицы

В зависимости от категории пересекающихся улиц, а также от величины и направления их уклонов должны быть соблюдены следующие условия:

- при пересечении магистральной улицы с второстепенной поперечный профиль первой остается без изменения, а профиль второстепенной сопрягается с уклоном главной;

- не допускается устройство поперечных лотков на магистральных улицах и бессточных мест на перекрестках, где не предусмотрено устройство закрытого водотока;

- при пересечении равноценных улиц, улица с меньшим продольным уклоном подчиняется профилю другой улицы, либо профили обеих улиц трансформируются в односкатные, соответствующие общему уклону перекрестка.

В практике планировки перекрестков, в зависимости от общего направления продольных уклонов пересекающихся улиц, характерны следующие решения. Продольные уклоны пересекающихся улиц направлены от перекрестков. В этом случае поверхностные воды отводятся по направлению продольных уклонов проезжей части улицы, то есть в сторону от перекрестков (рис. 5).

2. При прохождении по тальвегу главной улицы ее профиль остается без изменения. Профили второстепенных улиц преобразуются в односкатные сдвижением гребня в сторону более высокой отметки, а их оси увязываются с отметками лотков главной улицы (рис. 7).

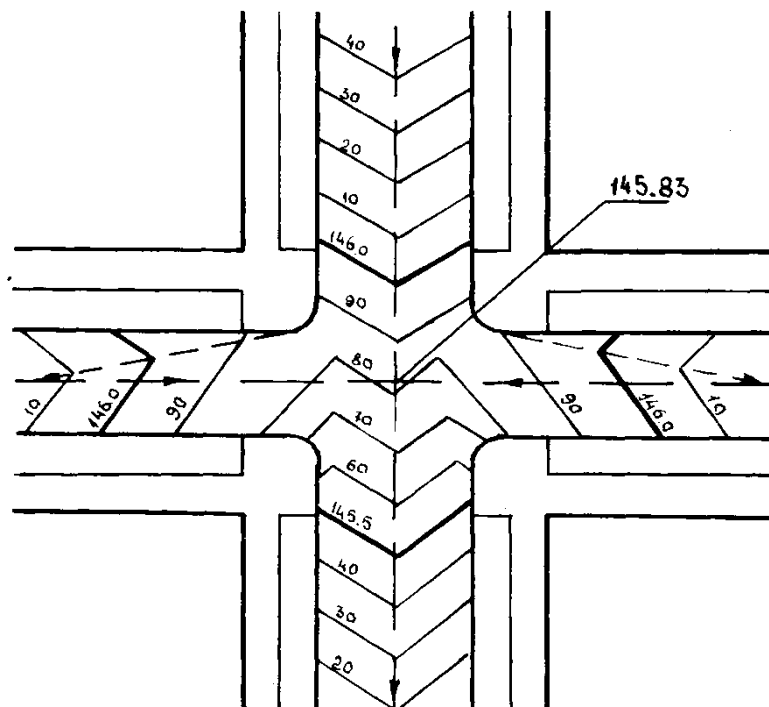


Рис. 7. Схема решения перекрестка (п. 3)

3. При пересечении улиц одной категории перекресток проектируется в виде односкатной плоскости, которая наклонена в сторону наибольшего уклона (рис. 8).

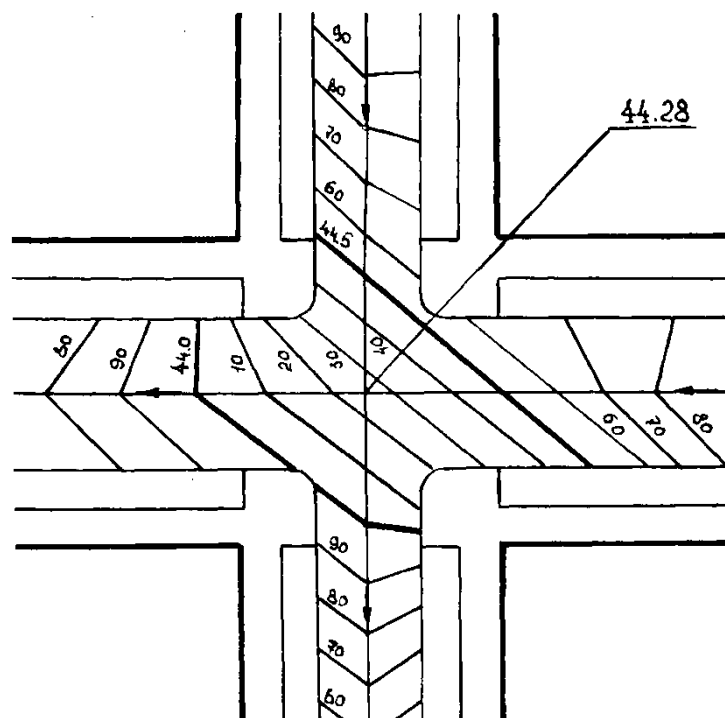


Рис. 8. Схема решения перекрестка (п. 4)

4. Продольные уклоны пересекающихся улиц направлены к перекрестку. Для сбора воды центральная часть перекрестка должна быть приподнята так, чтобы образовались замкнутые понижения на углах перекрестка, где проектируют дождеприемные колодцы (рис. 9). Величина подъема центра перекрестка по отношению к проектной отметке принимается +10 см. Для обеспечения плавного сопряжения горизонталей производят незначительное

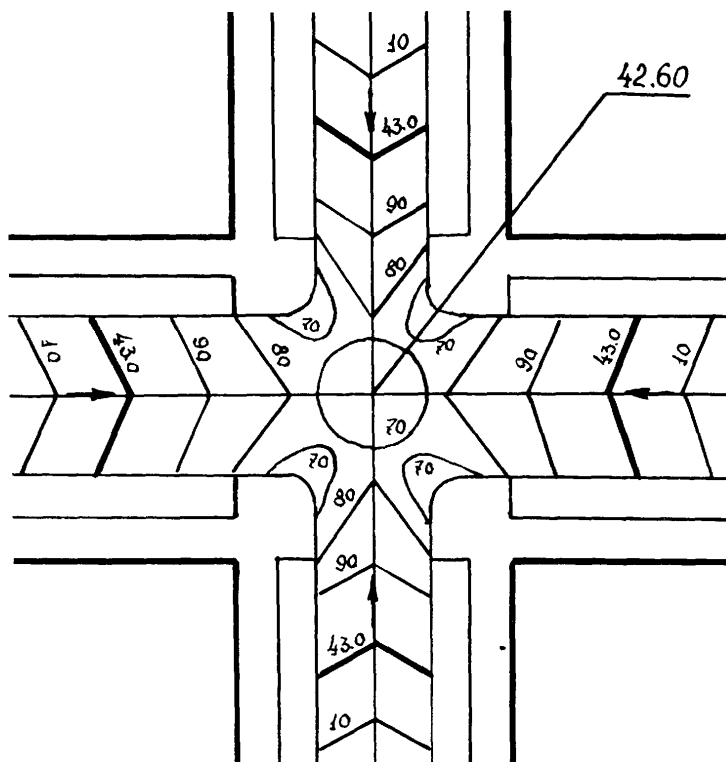


Рис. 9. Схема решения перекрестка (п. 5)

изменение продольного и поперечных уклонов на участках улиц, примыкающих к перекрестку.

5. Перекресток располагается на косогоре при пересечении улиц разной категории, главная улица сохраняет свой поперечный профиль, а верхняя и нижняя части второстепенной улицы сопрягаются в лоток главной путем устройства размотки (рис. 10).

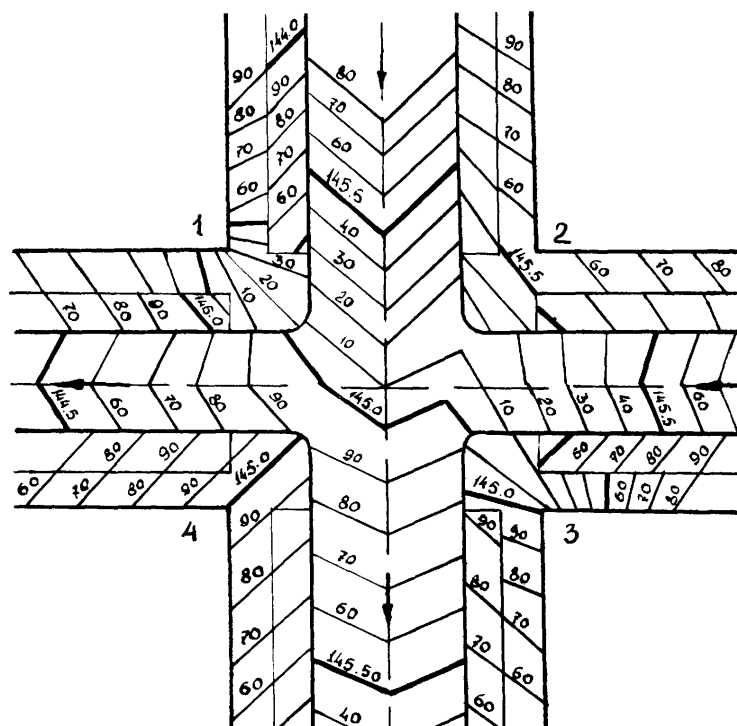


Рис. 10. Схема решения перекрестка (п. 6)

Проектирование тротуаров в пределах перекрестков производят после окончательного решения проезжей части. При этом характер вертикальной планировки тротуаров определяется направлением уклонов улиц, образующих перекресток, и может быть сведен к следующим стандартным вариантам.

1. Направление уклона одной из улиц – к перекрестку, а второй улицы – от него (см. рис. 10 угол 1 и 3). При этом со стороны более высоких отметок поперечный уклон тротуара уменьшается, а затем изменяется на противоположный, соответствующий уклону тротуара пересекающей улицы. Проектные горизонталы, изображающие поверхность тротуара, имеют веерообразное начертание.

2. Если продольные уклоны пересекающихся улиц направлены к перекрестку, то сопряжение осуществляется соединением одноименных горизонталей с плавным изменением поперечного уклона (см. рис. 10 угол 2).

3. Продольные уклоны направлены в сторону от перекрестка (см. рис. 10 угол 4). В этом случае устраивается гребень, который проходит через угол квартала и середину закругления бортового камня.

Корректировка проектных горизонталей в пределах перекрестков выполняется без точных графических построений, но с соблюдением плавности сопряжения их между собой для обеспечения безопасности движения транспорта и пешеходов.

2.3. Планировка внутриквартальной территории

Планировка внутриквартальной территории, ограниченной «красными» линиями, предусматривает решение ряда задач:

- отвод дождевых и талых вод с территории квартала, в том числе и от зданий;
- рациональное размещение внутриквартальных проездов и пешеходных дорожек;
- экономичное использование грунта, выбираемого из котлованов зданий и траншей при прокладке инженерных коммуникаций.

Исходной основой для проектирования являются проектные отметки прилегающих улиц, при этом для обеспечения стока воды необходимо, чтобы отметки внутриквартальной территории были больше отметок примыкающих точек тротуаров.

Вертикальную планировку выполняют методом проектных горизонталей в виде оформляющих плоскостей: односкатной, двухскатной и многоскатной, максимальное число оформляющих плоскостей равно четырем. Границы оформляющих плоскостей могут располагаться только по внутриквартальным проездам. Для исключения заболачиваемости территории уклон проектного рельефа менее 5‰ (0,0050) не допускается.

Для определения количества оформляющих плоскостей и их уклонов необходимо определить проектные отметки углов квартала, точек перелома продольного профиля улиц по «красным» линиям, а также при необходимости – точек пересечения осей внутриквартальных проездов с «красными» линиями. Отметки этих точек могут быть определены графически по проектным горизонталям, построенным при планировке проездов, или аналитически. При использовании второго способа в качестве исходных данных используют проектные отметки перекрестков улиц, их продольные уклоны и поперечные профили. Рассмотрим последовательность вычисления проектной отметки угла квартала (рис. 11).

Искомая отметка точки А (рис. 11) вычисляется по точкам 1 (пересечение оси улицы Геодезическая и «красной» линии, перпендикулярной этой улице), 2 (по линии лотка и бордюра) и 3 (граница «газон – тротуар») по формуле:

$$H_A = H_{ПС.Г.} - \frac{d_c}{2} \cdot i_{прод.Г.} - \frac{b_{ул.Г.}}{2} \cdot i_{non.Г.} + h_{б.} + b_{газ.Г.} \cdot i_{non.газ.} + b_{тр.Г.} \cdot i_{non.тр.} \quad (9)$$

При определении проектных отметок углов квартала следует принимать во внимание следующие правила:

- при пересечении магистральной улицы с второстепенной отметка вычисляется по магистральной;
- на перекрестках равнозначных улиц отметка угла квартала определяется как средняя из отметок, вычисленных по обеим улицам.

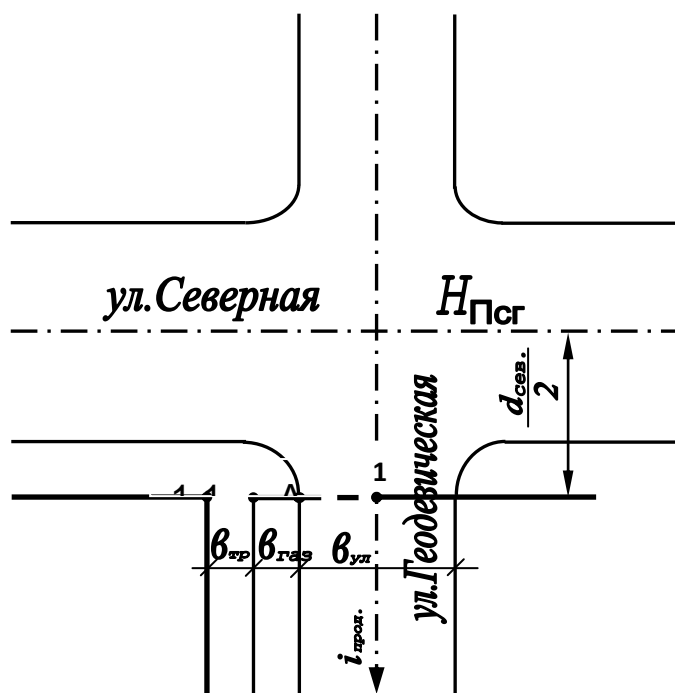


Рис. 11. Схема определения проектной отметки угла квартала:

$N_{Псг}$ – проектная отметка перекрестка ул. Северная и Геодзическая; d_c – ширина ул. Северная (включая газон и тротуар); $i_{прод.Г.}$ – продольный уклон ул. Геодзическая; $b_{ул.Г.}$; $b_{газ.Г.}$; $b_{тр.Г.}$ – соответственно, ширина проезжей части, газона и тротуара ул. Геодзическая

По найденным отметкам выполняют предварительную оценку внутриквартальной территории, которая заключается в выборе числа оформляющих плоскостей и в определении линий максимального уклона.

Рассмотрим порядок планировки внутриквартальной территории одной плоскостью.

1. По отметкам углов квартала выбирают линию максимального уклона и вычисляют его величину (i_{max}).

2. Определяют заложение между горизонталями по формуле (1).

3. Находят положение одной проектной горизонтали, которая проходит через точки с одинаковой отметкой на линии максимального уклона и на «красной» линии. Затем горизонтали на внутриквартальной территории смещают в сторону понижения на половину заложения относительно их положения на «красной» линии.

4. Остальные горизонтали проводят параллельно построенной на расстоянии, равном заложению, веерность горизонталей недопустима.

5. Выполняют оценку запроектированной планировки путем сопоставления отметок точек по «красным» линиям, найденным по проектным горизонталям внутриквартальной территории и прилегающего тротуара. Если территория квартала возвышается над тротуаром на 0.1 – 0.3 м, то планировка выполнена верно, в противном случае изменяют направление уклона

оформляющей плоскости поворотом горизонталей относительно линии интерполирования или одной из «красных» линий.

На рис. 12 показаны схемы планировки, поясняющие изложенный порядок.

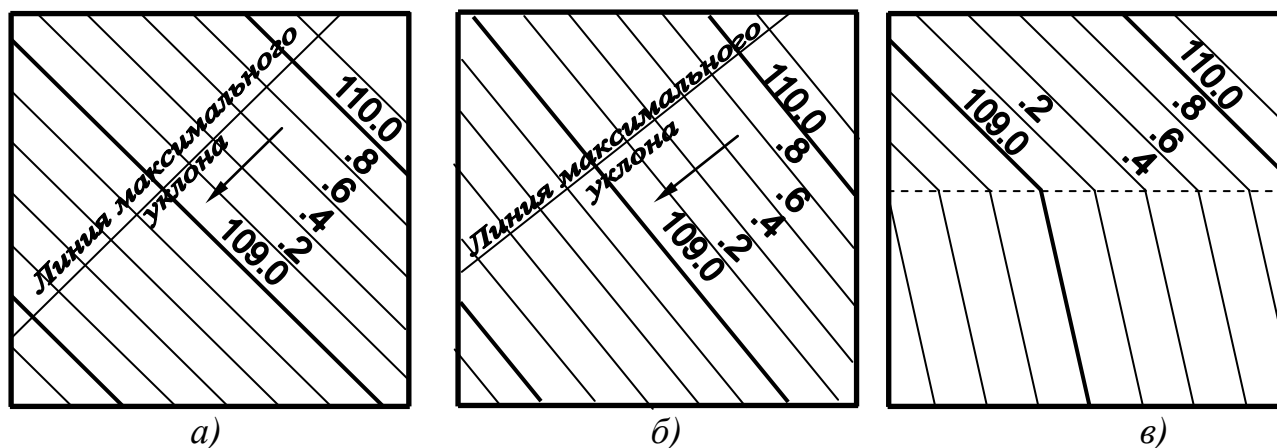


Рис. 12. Схема построения горизонталей на внутриквартальной территории:

- а) выбор линии максимального уклона; б) разворот горизонталей относительно линии максимального уклона; в) решение участка двумя оформляющими плоскостями

При планировке необходимо предусмотреть отсыпку вокруг зданий для защиты фундаментов от поверхностных вод.

Проектирование внутриквартальных проездов выполняется путем понижения их уровня на 0.10 м по отношению к запроектированной территории.

2.4. Вычисление объемов земляных работ

Завершающим этапом вертикальной планировки является расчет объемов земляных работ, который определяется отдельно для внутриквартальной территории на плане земляных масс и для улиц. В первом случае применяется способ квадратов, во втором – поперечных профилей.

На плане земляных масс наносят и указывают [1]:

- строительную геодезическую сетку или заменяющий ее разбивочный базис;
- сетку квадратов для подсчета объема земляных масс с проектными, фактическими и рабочими отметками в углах квадратов, линию нулевых работ с выделением площади выемок штриховкой под углом 45° к основанию сетки с указанием объема земляных масс в пределах каждого квадрата или иной фигуры, образуемой контуром планировки;
- здания, сооружения, ограждение или условную границу территории.

Контур сетки квадратов совпадает с границами «красных» линий, стороны квадрата принимают равной 20 м. Допускается применение сетки со сторонами 10, 25, 40 или 50 м в зависимости от характера рельефа и требуемой точности подсчета объема земляных масс. Проектные отметки определяются интерполированием по проектным горизонталям, а фактические – по горизонталям природного рельефа. Рабочие отметки вычисляются как разность

проектных и фактических и подписываются со своим знаком слева от вершины квадрата.

Линия нулевых работ проходит через точки нулевых работ, которые находятся между вершинами квадрата, имеющими рабочие отметки разного знака. Положение точки нулевых работ (рис. 13) находится по формуле:

$$X = \frac{|h_1| \cdot a}{|h_1| + |h_2|}, \quad (10)$$

где h_1, h_2 – рабочие отметки;

a – длина стороны квадрата;

X – расстояние между точкой нулевых работ и вершиной квадрата, рабочая отметка которой равна h_1 .

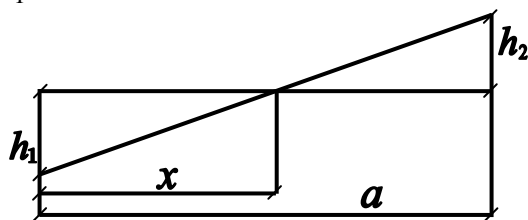


Рис. 13. Схема определения положения точки нулевых работ

Объем земляных масс вычисляется отдельно для каждого квадрата. Если рабочие отметки вершин квадрата имеют один знак, то объем определяют по формуле

$$V_{з.р.} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 h_i \cdot S_{кв.}, \quad (11)$$

где h_i – рабочая отметка вершины квадрата;

$S_{кв.}$ – площадь квадрата.

Для случая, когда квадрат разделен линией нулевых работ на выемки и насыпи, объем земляных работ вычисляется отдельно для каждой фигуры по формуле

$$V_{з.р.} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \cdot S_{фиг.}, \quad (12)$$

где n – число рабочих отметок (вершин фигуры), включая точки нулевых работ;

$S_{фиг.}$ – площадь фигуры.

Поясним это на следующем примере (рис. 14).

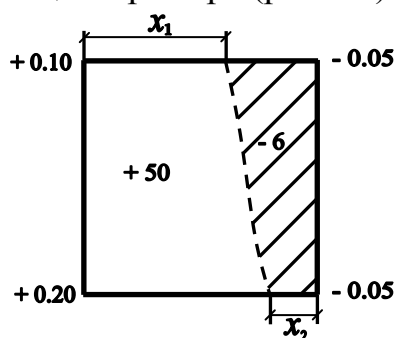


Рис. 14. Схема определения объема земляных работ

Находим положение точек нулевых работ (при $a = 30$ м):

$$X_1 = \frac{0.10 \cdot 30 \text{ м}}{0,15} = 20 \text{ м}; \quad X_2 = \frac{0.05 \cdot 30 \text{ м}}{0.25} = 6 \text{ м}.$$

Линия нулевых работ делит квадрат на две трапеции: насыпь (+) и выемка (-).
Находим объем земляных масс для каждой из них по формуле (12).

$$V_H = \frac{0.10 + 0 + 0 + 0.20}{4} \cdot \frac{20 + 24}{2} \cdot 30 = 50 \text{ м}^3;$$

$$V_B = \frac{0 + (-0.05) + (-0.05) + 0}{4} \cdot \frac{10 + 6}{2} = 6 \text{ м}^3.$$

Под каждой колонкой квадратов плана земляных масс приводят таблицу по форме № 6 [1], в соответствующих графах которой указывают суммарные объемы насыпи и выемки по колонке квадратов, а в строках суммарных объемов справа – общие объемы насыпи и выемки по всей планируемой территории (рис. 15).

8	Итого, м³	1 1 1 H ₂				Итого, м³	
		1 1 2 R ₁					
8	5	20	2			5	20

Рис. 15. Форма № 6

Примечание. Ширина граф (l) и их количество должны соответствовать сетке квадратов плана земляных масс.

Для вычисления объема земляных работ по улицам необходимо вычертить три поперечных профиля: два по «красным» линиям пересекающих улиц и третий – между ними, который выбирается в характерных точках продольного профиля. Например, если первый профиль проходит в насыпи, а второй – в выемке, то третий профиль (средний) выбирается в точке нулевых работ. Объем земляных работ вычисляют по формуле:

$$V_{H(B)} = \frac{F_{H(B)1} + F_{H(B)2}}{2} \cdot L, \quad (13)$$

где $F_{H(B)1}$, $F_{H(B)2}$ – площадь насыпи (выемки) двух смежных сечений;

L – расстояние между смежными сечениями.

Площади $F_{H(B)1}$, $F_{H(B)2}$ определяются суммированием элементарных площадей, расположенных на поперечных профилях. Элементарные площади образуются профилями проектного и природного рельефа и линиями ординат.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ОРГАНИЗАЦИИ РЕЛЬЕФА КВАРТАЛА ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

3.1. Содержание работы

1. Составить план организации рельефа для квартала в масштабе 1 : 500:
 - по улицам;
 - на перекрестках;
 - на внутриквартальной территории.
2. Вычислить объем земляных работ для внутриквартальной территории методом квадратичной картограммы.
3. Определить объем земляных работ для магистральной улицы по поперечным профилям.

3.2. Последовательность выполнения работы

1. Построение продольных профилей по всем улицам.
2. Определение проектного положения линий по оси дорожного полотна и местоположения проектных горизонталей.
3. Проектирование положения проектных горизонталей на перекрестках.
4. Планировка внутриквартальной территории.
5. Вычисление объема земляных масс для внутриквартальной территории.
6. Определение объема земляных работ по ул. Геодезическая.

3.3. Исходные данные

1. План квартала с горизонталями природного рельефа масштаба 1 : 500 (рис. 16) выдается преподавателем.
2. Поперечные профили улиц (рис. 17).
3. Высота сечения проектных горизонталей $h = 0.2$ м.
4. Проектирование вести при условии минимального объема земляных работ при максимальной величине срезки (подсыпки) $\pm 1,20$ м.

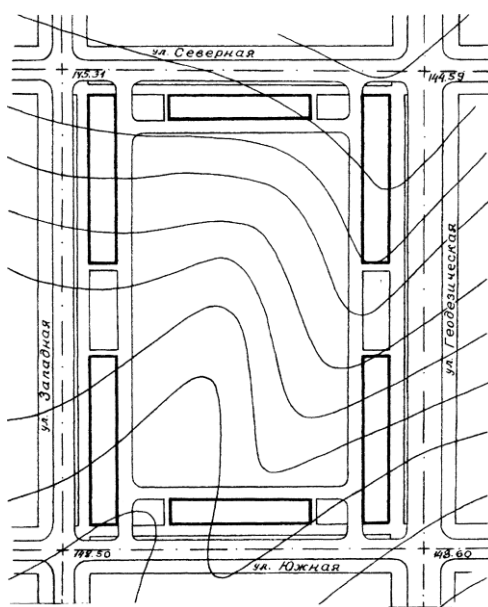


Рис. 16. План квартала

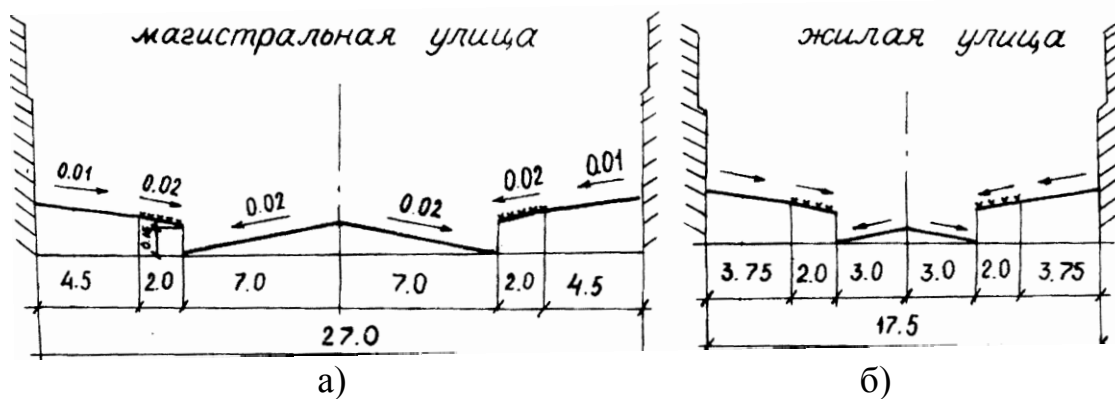


Рис. 17. Поперечные профили улиц: а) улица Геодезическая; б) улицы Северная, Южная, Западная

3.4. Указания по выполнению работы

На рис. 18 приведена структурно-логическая схема составления ПОР. Работу следует выполнять в следующем порядке.

1. Построить продольные профили по всем улицам (прил. 2, 3, 4, 5). В качестве характерных точек профиля берут перекрестки улиц и точки пересечения оси улицы с горизонталями природного рельефа, расстояние между точками профиля определяют графически, фактические отметки перекрестков и характерных точек определяют по горизонталям природного рельефа.

2. Запроектировать положение проектных линий по оси дорожного полотна. Проектирование выполняется при условии минимального объема земляных работ (п. 4 исходных данных) в следующей последовательности: сначала проектирование ведется по любой из улиц (ул. Геодезическая – прил. 2), назначаются проектные отметки перекрестков улиц; затем – по двум улицам, примыкающим к ней (ул. Северная – прил. 3; ул. Южная – прил. 4). Проектная линия 4-й улицы (ул. Западная – прил. 5) определяется проектными отметками перекрестков улиц, которые пересекаются с ней (ул. Северная, Южная). Следует помнить, что допустимая величина минимального уклона составляет 4‰ (0.004), значение максимального продольного уклона – 60‰ для магистральной улицы и 80‰ для жилой.

3. Вычислить продольные уклоны проектных линий, проектные и рабочие отметки точек профиля (прил. 2 – 5).

Рассмотрим пример вычислений для ул. Геодезическая

$$i_{\text{прод. ул. Г.}} = \frac{148.05 - 144.59}{180} = \frac{3.44}{180} = 19.2‰.$$

Проектные отметки точек профиля определяются по вычисленному уклону и расстояниям между точками профиля, например, отметка точки, расположенной от перекрестка ул. Геодезическая с ул. Южной на расстоянии 8,5 м, будет равна

$$H_1 = 148.05 - 8.5 \cdot 0.0192 = 147.89 \text{ м};$$

отметка следующей точки:

$$H_2 = 147.89 - 29 \cdot 0.0192 = 147.33 \text{ м}.$$



Рис. 18. Структурно-логическая схема составления ПОР

Рабочие отметки определяются как разность проектных отметок и отметок природного рельефа. Для рассмотренных точек:

$$\Delta h_1 = 147.89 - 148.50 = -0.61 \text{ м}; \quad \Delta h_2 = 147.33 - 148.00 = -0.67 \text{ м}.$$

Значения рабочих отметок выписывают на профиль в зависимости от положения проектной линии по отношению к линии природного рельефа (прил. 2 – 5).

4. На план квартала выписать проектные отметки перекрестков улиц (в числителе) и показать уклоноуказатели (прил. 1).

5. Определить положение проектных горизонталей вдоль осей улиц между перекрестками.

По оси ул. Геодезическая горизонталю будут иметь отметки: 144.60; 144.80; 145.00; 145.20; 145.40; 145.60; 145.80; 146.00; 146.20; 146.40; 146.60; 146.80; 147.00; 147.20; 147.40; 147.60; 147.80; 148.00 (в метрах).

Расстояние между горизонталями d соответствующее уклону $i = 0.0192$, вычисляется по формуле (1):

$$d = \frac{0.2}{0.0192} = 10.4 \text{ м}.$$

Положение ближайшей к перекрестку с ул. Южной горизонтали, в соответствии с формулой (2), равно

$$a = \frac{148.05 - 148.00}{0.0192} = \frac{0.05}{0.0192} = 2.6 \text{ м}.$$

Контроль вычислений выполняется по формуле

$$d \cdot n + a = S_{\text{ул.}},$$

где n – число уложений d ($n = 17$):

$$17 \cdot 10.4 + 2.6 = 179.4 \approx 180 \text{ м}.$$

Вычислив d и a , находим положение проектных горизонталей по оси улицы, откладывая расстояние в масштабе топоплана от перекрестка с ул. Северной до перекрестка с ул. Южной на плане квартала (прил. 1) в соответствии с рис. 19.

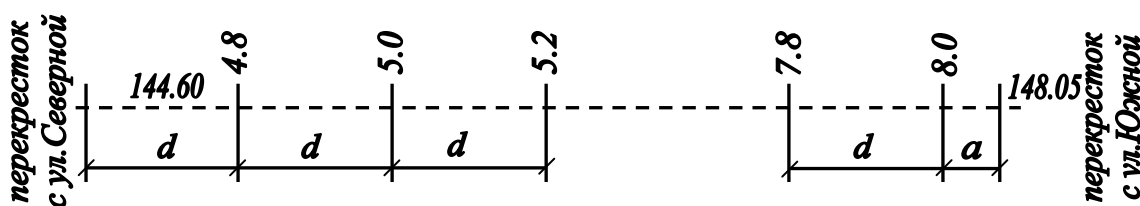


Рис. 19. Градуирование горизонталей по ул. Геодезическая

6. Рассчитать положение проектных горизонталей на проезжей части, газоне и тротуаре для всех улиц.

Вычисления выполняют для одной горизонтали каждой улицы. Выполним расчеты по формулам (3 – 6) для ул. Геодезической.

Смещение горизонтали по линии бордюра, у отметки дна лотка, будет равно:

$$l_{\text{л}} = \frac{0.02 \cdot 7.0}{0.0192} = 7.3 \text{ м}.$$

По линии бордюра у отметки верха бордюрного камня горизонталь будет иметь скачок в сторону продольного уклона улицы на величину

$$l_{\text{б}} = \frac{0.15}{0.0192} = 7.8 \text{ м.}$$

На границе газона и тротуара горизонталь сместится также от перпендикуляра к оси улицы в сторону продольного уклона на величину

$$l_2 = \frac{0.02 \cdot 2.0}{0.0192} = 2.1 \text{ м.}$$

У «красной» линии горизонталь сместится в сторону уклона на величину

$$l_{\text{тр}} = \frac{0.01 \cdot 4.5}{0.0192} = 2.3 \text{ м.}$$

Выполнив построения по правилам, изложенным в п. 2.1, получим положение проектных горизонталей по ул. Геодезическая (прил. 1).

Расчет положения проектных горизонталей по улицам в соответствии с рассмотренным примером удобно вести в табл. 4.

Таблица 4 Расчет положения проектных горизонталей по улицам

Название улицы	$i_{\text{прод.}}$, ‰	$\frac{b_{\text{ул.}}}{2}$, м	$b_{\text{газ.}}$, м	$b_{\text{тр.}}$, м	$i_{\text{ноп.ул.}}$, ‰	$i_{\text{ноп.газ.}}$, ‰	$i_{\text{ноп.тр.}}$, ‰	$l_{\text{л.}}$, м	$l_{\text{б.}}$, м	l_2 , м	$l_{\text{тр.}}$, м
Геодезическая	19.2	7.0	2.0	4.5	20.0	20.0	10	7.3	7.8	2.1	2.3
Северная	5.5	3.0	2.0	3.75	20.0	20.0	10	10.9	27.2	7.3	6.8
Южная	6.5	3.0	2.0	3.75	20.0	20.0	10	9.2	23.1	6.2	5.8
Западная	20.0	3.0	2.0	3.75	20.0	20.0	10	3.0	7.5	2.0	1.9

7. Проектирование горизонталей на перекрестках производится по правилам, изложенным в п. 2.2.

8. Выполнить планировку внутриквартальной территории. В работе рассматривается упрощенный вариант без решения внутриквартальных проездов. Для отвода воды от зданий вокруг них проектируется отмостка.

Пользуясь продольными уклонами и поперечными профилями улиц (см. рис. 17), вычисляем проектные отметки углов квартала в соответствии с формулой (9). Порядок вычислений и построений проследим на рис. 20.

Вычисление отметки точки 1 (рис. 20):

– по ул. Северная

$$H_1 = 145.30 - 0.0055 \cdot 8.75 - 0.020 \cdot 3.0 + 0.15 + 0.020 \cdot 2.0 + 0.010 \cdot 3.75 = 145.42 \text{ м;}$$

– по ул. Западная

$$H_1 = 145.30 + 0.0200 \cdot 8.75 - 0.020 \cdot 3.0 + 0.15 + 0.020 \cdot 2.0 + 0.010 \cdot 3.75 = 145.64 \text{ м.}$$

За окончательное значение берут среднее арифметическое

$$H_{1(\text{ср.})} = \frac{145.42 + 145.64}{2} = 145.53 \text{ м.}$$

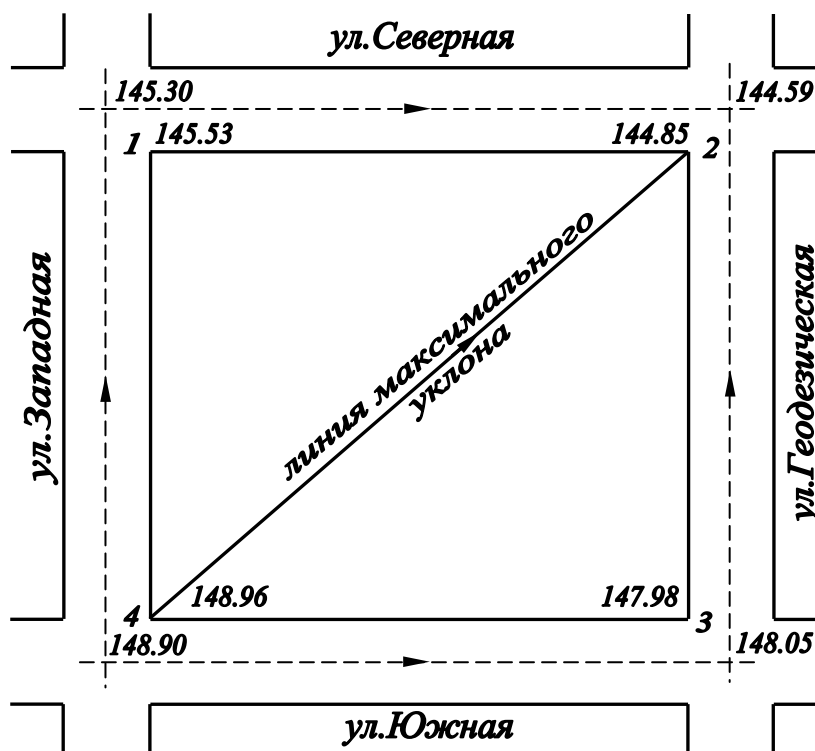


Рис. 20. Схема планировки внутриквартальной территории

Проектные отметки точек 2 и 3 (рис. 20) вычисляют только по ул. Геодезическая, так как она является главной по отношению к ул. Северная и Южная

$H_2 = 144.59 + 0.0192 \cdot 8.75 - 0.020 \cdot 7.0 + 0.15 + 0.020 \cdot 2.0 + 0.010 \cdot 4.5 = 144.85$ м;

$H_3 = 148.05 - 0.0192 \cdot 8.75 - 0.020 \cdot 7.0 + 0.15 + 0.020 \cdot 2.0 + 0.010 \cdot 4.5 = 147.98$ м.

Вычисление проектной отметки точки 4 (рис. 20):

– по ул. Южная

$H_4 = 148.90 - 0.0065 \cdot 8.75 - 0.020 \cdot 3.0 + 0.15 + 0.020 \cdot 2.0 + 0.010 \cdot 3.75 = 149.01$ м;

– по ул. Западная

$H_4 = 148.90 - 0.0200 \cdot 8.75 - 0.020 \cdot 3.0 + 0.15 + 0.020 \cdot 2.0 + 0.010 \cdot 3.75 = 148.90$ м.

За окончательное значение принимаем:

$H_{4cp.} = 148.96$ м.

По вычисленным отметкам углов квартала выбирают линию максимального уклона. Для рассматриваемого примера она направлена из точки 4 в точку 2 (рис. 20).

По линии максимального уклона выполняют градуирование горизонталей так же, как и для улиц (см. п. 2.1), затем проводят горизонтали по правилам, изложенным в п. 2.3. Решение внутриквартальной территории приведено в прил. 1.

Выполнив планировку улиц, перекрестков и внутриквартальной территории, оформляют план организации рельефа черной пастой или тушью.

Отметки проектных горизонталей надписывают со стороны повышения рельефа, при этом отметки проектных горизонталей, кратные 1.00 м, указывают полностью (эти горизонталы утолщают), а для промежуточных приводят только два знака после запятой; показывают бергштрихи, через здания проектные горизонталы не проводят и линию максимального уклона не показывают (прил. 1).

9. Вычислить объем земляных масс для внутриквартальной территории.

Для этого накладывают кальку на план организации рельефа и проводят границу участка по «красным» линиям, разбивают участок на квадраты с длиной стороны 40 м (для рассматриваемого примера) и путем интерполирования определяют для вершины каждого квадрата проектную (по горизонталям внутриквартальной планировки) и фактическую (по горизонталям природного рельефа) отметки. Затем вычисляют рабочие отметки, находят точки и линии нулевых работ и определяют объем земляных работ для каждого квадрата отдельно для выемок и насыпей по правилам, изложенным в п. 2.4.

Пример оформления плана земляных масс приведен в прил. 6.

10. Определить объем земляных работ по ул. Геодзическая.

Для вычислений по формуле (13) необходимо вычертить три поперечных профиля: два по «красным» линиям пересекающих ее улиц и третий – между ними в характерной точке. Местоположение профилей показано на ПОР (прил. 1). Примеры вычерчивания поперечных профилей приведены в прил. 7.

Площади насыпей и выемок определяются суммированием элементарных площадей, расположенных на каждом поперечном профиле (прил. 7). Вычисления приведены в табл. 5.

Таблица 5. Определение площадей насыпей и выемок

Номер поперечного профиля	Номер элементарной фигуры профиля	Расстояние между рабочими отметками, м	Средняя рабочая отметка элементарной фигуры или величина основания для треугольника, м	Элементарная площадь, м ²	
				насыпи	выемки
I-I	1	4.5	0.19	0.8	
	2	2.0	0.14	0.3	
	3	5.3	0.16		0.4
			Σ	1.1	0.4
II-III	1	4.5	0.30	1.3	
	2	2.0	0.20	0.4	
	3	5.7	0.18		0.5
			Σ	1.7	0.5
III-IV	1	4.5	0.42		1.9
	2	2.0	0.49		1.0
	3	7.0	0.64		4.5
	4	7.0	0.72		5.0
	5	2.0	0.66		1.3
	6	4.5	0.65		2.9
			Σ	0.0	16.6

Подсчет объемов земляных работ удобно вести в табл. 6.

Таблица 6. Ведомость подсчета объемов земляных работ по поперечным профилям

Номер поперечного профиля	Площадь, м ²		Средняя площадь, м ²		Расстояние между поперечниками, м	Объем земляных работ, м ³	
	насыпи	выемки	насыпи	выемки		насыпи	выемки
I-I	1.1	0.4	1.40	0.45	100.0	140	45
II-II	1.7	0.5	0.85	8.55	64.0	54	547
III-III	0.0	16.6			Σ	+194	-592

Для проверки необходимо представить следующие материалы.

1. План организации рельефа в масштабе 1 : 500 (прил. 1).
2. Продольные профили улиц (прил. 2 – 5).
3. План земляных масс на кальке (прил. 6).
4. Поперечные профили улиц для подсчета объемов земляных работ (прил. 7).
5. Пояснительную записку с необходимыми расчетами и пояснениями: расчет положения проектных горизонталей (табл. 4), определение площадей насыпей и выемок (табл. 5), ведомость подсчета объемов земляных работ по поперечным профилям (табл. 6).

4. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ОРГАНИЗАЦИИ РЕЛЬЕФА КВАРТАЛА ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CREDO

В настоящее время при проектировании и строительстве населенных пунктов, промышленных предприятий, транспортных коммуникаций, каналов и других сооружений, наряду с традиционными методами проектирования (аналитическим, графическим, модельно-графическим, макетно-графическим), все шире применяются системы автоматизированного проектирования, основанные на применении цифровых моделей местности (ЦММ). Именно ЦММ является исходным материалом для работы систем автоматизированного проектирования (САПР) строительства и автоматизированных систем управления (АСУ). Использование ЦММ значительно упрощает и ускоряет многие процессы управления городскими территориями, начиная с подсчета площадей и заканчивая составлением списков неплательщиков налогов.

4.1. Общие сведения о программном комплексе CREDO и основные понятия, используемые при проектировании

CREDO – программный комплекс для обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генеральных планов и автомобильных дорог, разработанный НПО «Кредо-Диалог», г. Минск [9, 10].

Программные продукты CREDO работают на собственной информационно-инструментальной платформе без использования других графических систем. При этом все системы комплекса CREDO открыты для экспорта/импорта из других проектирующих систем, таких, как AutoCAD, Intergraph и др. Модули (системы) работают на всех PC-совместимых компьютерах и не требуют дополнительного программного и аппаратного обеспечения. Интерактивная графика и мощная интеллектуальная поддержка дают каждому пользователю CREDO в полной мере использовать преимущества современных технологий, принимать тщательно проработанное и обоснованное решение, получать удовлетворение от процесса работы и от его результата.

Функции модулей CREDO предоставляют возможность:

- собирать и обрабатывать топографо-геодезическую информацию различными методами: электронными геодезическими приборами различных типов, традиционными методами линейных и площадных изысканий, сканированием существующих картографических материалов, использованием материалов, созданных в других информационно-программных системах;

- формировать цифровые модели местности инженерного назначения и предоставлять их для дальнейшего использования в бумажном (планшеты или листы) и электронном (различные выходные форматы) виде;

- проектировать и вести с использованием ЦММ генпланы: детальной планировки, коммуникаций, «красных» линий, разбивочные и т. д.;

- создавать объёмную геологическую модель местности на основе методики, позволяющей одновременно строить и корректировать несколько вертикальных инженерно-геологических разрезов произвольной топологии;
- собирать данные для геоинформационных систем;
- обрабатывать геодезические данные для проведения сейсморазведочных работ;
- проектировать геометрию транспортных объектов любой сложности (транспортных развязок, перекрёстков, путепроводов, трасс);
- выполнять полный комплекс проектно-изыскательских работ для проектирования загородных автомобильных дорог II – V категорий.

Все системы CREDO работают с единым набором данных в общей оболочке, что обеспечивает непрерывность процесса обработки изысканий и проектирования, предоставляет возможность осуществлять вариантное проектирование и в полной мере внедрять современные эффективные технологии. В то же время, каждый модуль комплекса CREDO является самостоятельной программной единицей и может использоваться отдельно.

Программный комплекс CREDO состоит из следующих систем:

- CREDO_DAT – система, обеспечивающая сбор и обработку топографической информации;
- CREDO_TER – система создания и представления цифровой модели местности (ЦММ);
- CREDO_CEO – система формирования математической пространственной модели геологического строения площадки или полосы изысканий;
- CREDO_PRO – интерактивное проектирование горизонтальной планировки объектов промышленного, гражданского, автодорожного и железнодорожного строительства;
- CREDO_SR – система автоматизированной обработки геодезических данных при производстве разведочных работ геофизическими методами, требующими создания (привязки) геофизических профилей;
- CAD_CREDO – система обработки линейных изысканий, проектирования нового строительства и реконструкции автомобильных дорог II – V категорий;
- CREDO_LIN – система обработки линейных изысканий для проектирования дорог, трубопроводов, ЛЭП и т. д. Исходными данными для работы системы являются данные полевых журналов и схем, а также эти данные могут быть получены в результате экспорта из других систем CREDO;
- CREDO_MIX – система автоматизированного проектирования генеральных планов предприятий, транспортных сооружений; жилищно-гражданских объектов, горизонтальной и вертикальной планировок.

Подробнее рассмотрим возможности системы CREDO_MIX, которая предназначена для создания цифровой модели местности и решения задач проектирования горизонтальной и вертикальной планировки объектов промышленного, гражданского, автодорожного и железнодорожного строительства

[9]. Такими объектами могут быть городские улицы и дороги; автомобильные дороги общего пользования; железные, промышленные и лесовозные дороги; трубопроводы, генпланы гражданских и промышленных объектов; городской микрорайон, аэродром и т. д.

Особенности системы:

- высокая скорость цифрового моделирования;
- возможность работы с большими объемами данных;
- топологическая корректность контуров;
- работа с неограниченным количеством слоев;
- уникальный математический аппарат, обеспечивающий высокую точность и динамическую визуализацию геометрических построений любой сложности.

Основная особенность этой системы – возможность точного аналитического расчета сложных геометрических построений в сочетании с интерактивной графикой и работой на цифровой модели местности. Это существенно расширяет возможности и ускоряет работу проектировщика, позволяет точно, качественно и эффективно проектировать промышленные и гражданские объекты, автомобильные и железные дороги. Система предназначена для проектирования нового строительства и реконструкции автомобильных дорог II – V технических категорий.

Система позволяет:

- запроектировать продольный профиль, сделать его корректировку в интерактивном режиме, сохранить данные, сравнить варианты;
- запроектировать продольные профили земляного полотна и продольный водоотвод;
- запроектировать выравнивание продольного и поперечных профилей при реконструкции (усилении) дорожной одежды, рассчитать объемы выравнивающих слоев и срезки существующей дорожной одежды;
- выполнить оптимальное конструирование дорожной одежды нежесткого типа в соответствии с требованиями ВСН 46-83;
- выполнить гидравлический расчет водоотводных сооружений, объемов стоков и пропускной способности труб и малых мостов;
- выбрать тип укрепления;
- сделать расчет объемов земляных и планировочных работ;
- выполнить расчет осадки насыпи на слабом основании;
- выполнить расчет устойчивости откосов земляного полотна с подтоплением и без подтопления;
- сделать транспортно-эксплуатационную и экологическую оценку проекта;
- запроектировать экологические мероприятия по снижению влияния шума и токсичных выбросов на окружающую среду;
- создать и просмотреть перспективное изображение проектируемой дороги в статическом и динамическом режимах.

Информационная основа CREDO_MIX

Основной объем данных для формирования цифровой модели рельефа и ситуации приходит из CREDO_DAT, CAD_CREDO и других систем сбора и обработки топографической информации. Эти данные поступают через открытый обменный формат и могут содержать всю необходимую информацию для полного автоматизированного построения ЦММ.

Подосновой, которая визуализируется и используется для создания ЦММ, могут быть:

- растровые данные в формате BMP;
- векторные данные в формате DXF.

Данные CREDO_MIX

CREDO_MIX позволяет проектировать объекты от построения точных геометрических элементов в плоскости на цифровой модели рельефа до создания объемной модели.

Данные CREDO_MIX включают:

1) данные ЦММ (процедура «ПОВЕРХНОСТИ»), включающие цифровую модель рельефа (ЦМР) и цифровую модель ситуации (ЦМС), цифровую модель нетопографической информации: точки с высотой или без нее, линии двухмерные (ситуации) и трехмерные (структурные линии), контуры поверхностей или площадного объекта, поверхности;

2) исходная модель рельефа и ситуации может быть создана в CREDO_MIX, CREDO_TER или получена импортом готовой поверхности из других программ, в том числе проектного решения из CAD_CREDO (подгрузка треугольников);

3) геометрические данные (процедура «ПЛАН»), сгенерированные в CREDO_MIX: точки, линии, видимые элементы, объекты (трассы), графические маски, базисы разбивки, размеры и пр.;

4) геометрия объекта на плоскости может быть создана в CREDO_MIX, а ось проектируемого линейного объекта может быть получена импортом из подсистемы CREDO_LIN («Линейные изыскания»), где она описана в текстовом виде;

5) данные цифровой модели проектируемого объекта (процедура «ПОВЕРХНОСТИ»), сгенерированные в CREDO_MIX: точки поверхности, структурные линии, контуры поверхностей или площадного объекта, поверхности.

Точки CREDO_MIX

Для создания ЦММ рельефные и ситуационные точки являются основой, а при геометрическом проектировании объектов точки, как правило, образуются в результате построений (пересечения, сопряжения и т. д.) геометрических элементов.

Для построения ЦММ используются точки двух видов:

- точки, необходимые для формирования ЦМР, – рельефные и рельефно-ситуационные;
- точки, необходимые для формирования ЦМС, – ситуационные без высотной отметки и ситуационные с отметкой.

Для создания ЦММ не требуется высокая точность координат вводимых точек, поэтому в структурах цифровых моделей точки хранятся с точностью до сантиметра.

Для создания ЦМ проектируемой поверхности используются точки геометрии (точки пересечения и сопряжения геометрических элементов, начала и конца объекта и т. д.).

Точность создания точек геометрии очень высокая, координаты выводятся с точностью, определенной пользователем в настройке, а хранятся с двойной точностью.

Цифровая модель существует в отдельном информационном слое, поэтому при построениях с захватом точек геометрии создаются точки структуры ЦММ, их координаты при этом округляются.

Цифровая модель рельефа (ЦМР) – это множество треугольных граней, построенных на точках (вершинах граней) с координатами X , Y , Z . Построенное множество треугольных граней названо триангуляцией. Множество треугольников аппроксимирует участки различных поверхностей (естественные и спланированные поверхности Земли, искусственные покрытия, поверхности отдельных геологических слоев и др.).

Участок поверхности, аппроксимируемый множеством треугольных граней, ограничен контуром. Контур поверхности – это замкнутая не пересекающаяся ломаная линия. В ЦМР реальных объектов, как правило, может быть много контуров. В целях однозначности определения ЦМР каждый выделенный участок поверхности может принадлежать только одному контуру.

На основе ЦМР системами CREDO решаются задачи проектирования инженерных объектов, и при этом рельеф поверхности отображается на экране и в твердых копиях так же, как и на топографических картах и планах: горизонталями, условными знаками обрывов и откосов и т. д.

Элементы цифровой модели рельефа и их взаимосвязь

Алгоритм формирования ЦМР использует информацию о контурах рельефа, точках и структурных линиях.

Точка ЦМР имеет три координаты: X , Y , Z . Точки могут быть рельефными или рельефно-ситуационными.

Структурная линия – линия, соединяющая существующие или вновь построенные точки ЦМР и однозначно определяющая триангулирование участка поверхности.

Каждый отрезок структурной линии при формировании ЦМР является ребром треугольника. Структурные линии позволяют однозначно определить характерные формы рельефа: лощины (тальвеги), хребты (водоразделы) и т. д. Следует создавать структурные линии в тех случаях, когда требуется изменить рельеф так, как видит его специалист. Для этого можно использовать дополнительную полевую информацию об особенностях рельефа, отраженную, например, в абрисах, кодами электронных регистраторов и т. д.

Контур рельефа – участок поверхности, имеющий однородный рельеф. Однородный рельеф следует понимать как совокупность неровностей, сходных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития. Таким

образом, всю поверхность участка местности, формируемую как ЦМР, представляют в виде одного или нескольких контуров. Это позволяет выделять формы рельефа, на границах которых горизонталы ломаются, сдвигаются или обрываются: обрывы, ямы, откосы выемок и насыпей, водоемы, карьеры, поверхности с искусственным покрытием и т. д.

Система CREDO_MIX позволяет отображать рельеф в пределах соответствующего контура различными видами горизонталей:

- аппроксимационными и линейно-интерполяционными сплайнами: естественные поверхности;
- прямыми линейно-интерполированными: антропогенные формы рельефа.

В пределах контура можно проводить дополнительные горизонталы и менять шаг горизонталей.

В некоторых случаях рельеф можно не отображать горизонталями, например, искусственные покрытия, водоемы и т. п.

Обрывы и откосы отображаются в отдельном контуре соответствующим условным знаком.

Система контуров рельефа при построении ЦМР образует топологически корректное множество. Однозначность создания ЦМР при построении контуров обеспечивается их различным взаиморасположением:

- пересекающиеся контуры;
- смежные контуры;
- внутренние контуры, касающиеся или не касающиеся внешнего контура.

Построенные в разных контурах поверхности, конечно, могут выглядеть по-разному. Но взаимосвязь контуров проявляется при определении системой параметров точек их пересечения и при использовании операций удаления, изменения и контуров.

Цифровая модель ситуации

Цифровая модель ситуации (ЦМС) представляет собой систему элементов ситуации как множество условных знаков на плане, которыми отображается разнообразная топографическая информация. Как правило, в системе CREDO_MIX ЦМС формируется на основе рельефных и ситуационных точек. Элементы ЦМС отображаются масштабными и внемасштабными условными знаками. Система элементов ЦМС включает площадные, линейные и точечные объекты.

Площадной объект – участок поверхности, ограниченный ситуационным контуром и заполняемый масштабным условным знаком (лес, сельхозугодие, здание и т. п.). Линия контура отображается соответствующим условным знаком, а площадь контура выделяется цветом и условными знаками заполнения. Сам объект может экранировать элементы рельефа. Площадному объекту может присваиваться необходимая семантическая информация. Контурам площадных объектов присущи те же свойства, что и рельефным

контурам, то есть система обеспечивает топологически корректное множество контуров.

Линейный объект – прямая или ломаная линия с немасштабно выражающейся шириной, отображаемая соответствующим условным знаком (ЛЭП, ограждения, границы и т. п.). Линейный объект имеет те же свойства, что и любая линия в CREDO_MIX.

Точечный объект – точка с немасштабным условным знаком (опора ЛЭП, репер, памятник и т. п.).

Модель объекта проектирования

В соответствии с концепцией представления в CREDO_MIX объемной модели объекта проектирования, любое конструкторское решение описывается структурной геометрической моделью, которая отражает не только взаимное расположение элементов объекта в пространстве, но и их геометрическую форму. Структурная геометрическая модель строится методами структурного и параметрического синтеза, что дает возможность проектировать строительные объекты, начиная от построения линий на плоскости к пространственным линиям, образующим сложные поверхности, и через них к объемным моделям объектов.

Методы конструирования на плоскости

Методы конструирования в CREDO_MIX функционально разделены на группы методов:

- координатной геометрии – Coordinate Geometry (COGO);
- конструирования и редактирования ТРАСС (ПОЛИЛИНИЙ);
- разбивки объектов и точек;
- графического редактирования;
- построения размерных линий и указания размеров;
- работы с блоками данных.

Трассы создаются в CREDO_MIX несколькими методами:

- указанием непрерывной цепочки сопряженных или пересекающихся элементов;
- непосредственным построением трассы с одновременным построением образующих ее элементов;
- импортом в CREDO_MIX из других проектирующих систем.

Для вертикальной планировки в CREDO_MIX предусмотрены такие возможности, как создание структурной линии с заданным уклоном или заложением откосов, создание параллельных контуров для создания поверхности с заданными параметрами, нахождение линии пересечения двух поверхностей и т. д. [10].

Проектирование линейных объектов

Объект проектирования может состоять из одной трассы или компоноваться из нескольких трасс разной конфигурации. В одном каталоге на одной и той же ЦММ можно проектировать несколько объектов. По трассам можно выполнять продольные и поперечные разрезы. Продольный разрез проводится по трассе, а поперечный – по нормали к ней. Продольный и

поперечный разрез можно просматривать для анализа размещения объекта проектирования на земной поверхности и относительно других объектов на местности.

Слои CREDO_MIX

В CREDO_MIX проектирование можно вести в разных слоях. Слои – это иерархически-древовидные структуры с четкой подчиненностью и связностью данных. Это позволяет четко распределить работы между исполнителями разной специализации. Например, при проектировании вертикальной планировки микрорайона можно выделить слои: здания, проезжая часть, газоны, тротуары, внутриквартальная территория и пр. В свою очередь, в каждом из этих слоев можно выделить свои подслои.

Структура и насыщенность слоев элементами настраивается самим пользователем. Это дает возможность выделять целые фрагменты объекта по функциональному назначению. Можно легко настраивать визуализацию, возможность захвата, удаления и т. д. таких фрагментов, так как все слои и подслои имеют свои настройки: фильтр на отображение, предельный масштаб для визуализации, запрет/разрешение на захват и удаление элементов слоя. Настройка определенного слоя распространяется на все подчиненные ему слои.

Количество слоев не ограничено. Пользователь может работать, изменяя данные только активного слоя. Информацию из других, то есть неактивных слоев, можно только принимать к сведению или использовать для построений в активном слое. Каждый слой имеет свой уникальный номер. Можно сделать видимыми нужные слои и экранировать, то есть закрыть отмеченным слоем видимость нижележащих слоев. Порядок расположения слоев может быть изменен в процессе работы. Вне слоев находятся базовые геометрические элементы, фрагменты чертежа, форматы, планшеты.

Расчет объемов

В основу положен универсальный метод расчета – по призмам. Объемы работ рассчитываются между двумя поверхностями, каждая из которых представлена множеством плоских треугольных граней. Программа не накладывает никаких ограничений на взаимное расположение этих поверхностей. В них могут быть участки с непостроенными поверхностями, их контуры могут не совпадать.

Цель расчета – получить положительные и отрицательные объемы, определить линию их разделения (линия нулевых работ), границу определения рассчитанных объемов (граница работ).

Пространство, замкнутое между двумя поверхностями, разбивается на конечное число трехгранных призм, основания которых в общем случае наклонные.

Объем насыпи рассчитывается как сумма объемов этих призм, когда проектная поверхность выше исходной.

Объем выемки рассчитывается как сумма объемов призм, когда исходная поверхность выше проектной.

Линия нулевых работ определена линией пересечения двух поверхностей.

Граница работ определяется двумя поверхностями в контуре, выделенном для расчета объемов.

Алгоритмом предусмотрены три способа расчета: в произвольном контуре, по сетке квадратов или по трассе [10]. Способ расчета не влияет на точность, а лишь на представление его результатов:

- в произвольном заданном контуре выводится положительный и отрицательный объем;
- по квадратам с заданным шагом выделяются контуры, в которых выводятся положительный и отрицательный объемы, а также суммарный объем;
- по всей трассе или по ее участку с заданными параметрами «нарезаются» поперечники, определяющие контуры, в которых выводятся положительный и отрицательный объемы, а также суммарный объем.

По результатам расчета образуется новый слой, в котором создаются:

- дополнительные точки с отметкой, равной рабочей отметке, т. е. разницы отметок проектной и существующей поверхностей;
- линейные объекты, как границы работ и нулевых работ;
- текстовые строки с объемами работ;
- треугольники, залитые назначенным цветом насыпи и выемки.

Для расчета объемов насыпи и выемки с учетом дорожной одежды выбирается слой с проектной поверхностью с точками, отметки которых понижены на глубину корыта, и слой с исходной поверхностью. Так же можно рассчитать объемы и с учетом замены грунта и снятия растительного слоя.

4.2. Типовая последовательность работы в CREDO_MIX

После загрузки системы и входа в рабочую среду CREDO_MIX типовая, но совсем не обязательная, последовательность работы сводится к следующему [10].

4.2.1. Настройка среды CREDO_MIX

При знакомстве с установленной системой CREDO_MIX рекомендуется работать с параметрами настройки, установленными по умолчанию.

В области горизонтальных кнопок активизируется процедура «Настройка» (рис. 21), и настраивается необходимая конфигурация системы, тем самым, определяются условия работы, характер, цвета и вид отображения элементов модели проекта. Настроенная конфигурация сохраняется на диске для последующих сеансов работы с данным объектом.

При первых сеансах работы в среде CREDO_MIX рекомендуется внимательно изучить *фильтр на*

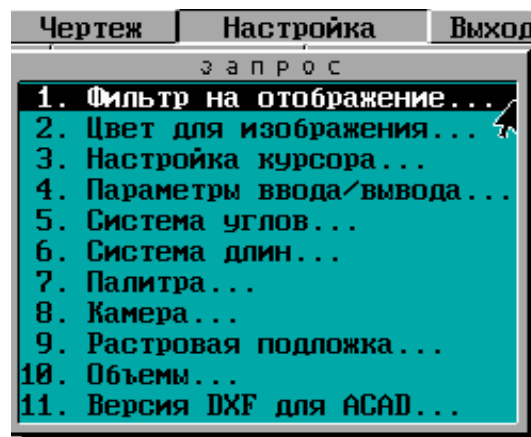


Рис. 21. Меню программы

отображение и использовать его возможности для оптимизации процесса работы в среде.

При настройке цвета для изображения нужно обеспечить цветовую различимость разных элементов объекта. В параметрах ввода/вывода, в первую очередь, определяются базовый шаг горизонталей, плавность горизонталей, обращается внимание на опции масштабирования отметок, экранирования ситуационных контуров. Выбирается рабочая система представления угловых и линейных величин. Настраивается палитра.

4.2.2. Создание слоёв CREDO_MIX

Система предоставляет возможность создания элементов объекта по слоям, имеющим древовидную структуру. Все создаваемые элементы записываются в активный слой. Слои можно перемещать, объединять и удалять. Структура слоёв (рис. 22) продумывается до начала работы над объектом – в дальнейшем это может значительно сократить время на корректировку. В каждом из слоев устанавливаются необходимые настройки – фильтры и цвета для отображения. В одном слое могут находиться любые элементы разнородных структур (поверхностей, ситуаций, геометрических данных и т. п.), но рекомендуется при возможности структурировать их по разным слоям и группам слоев, чтобы обеспечить более корректное их использование.

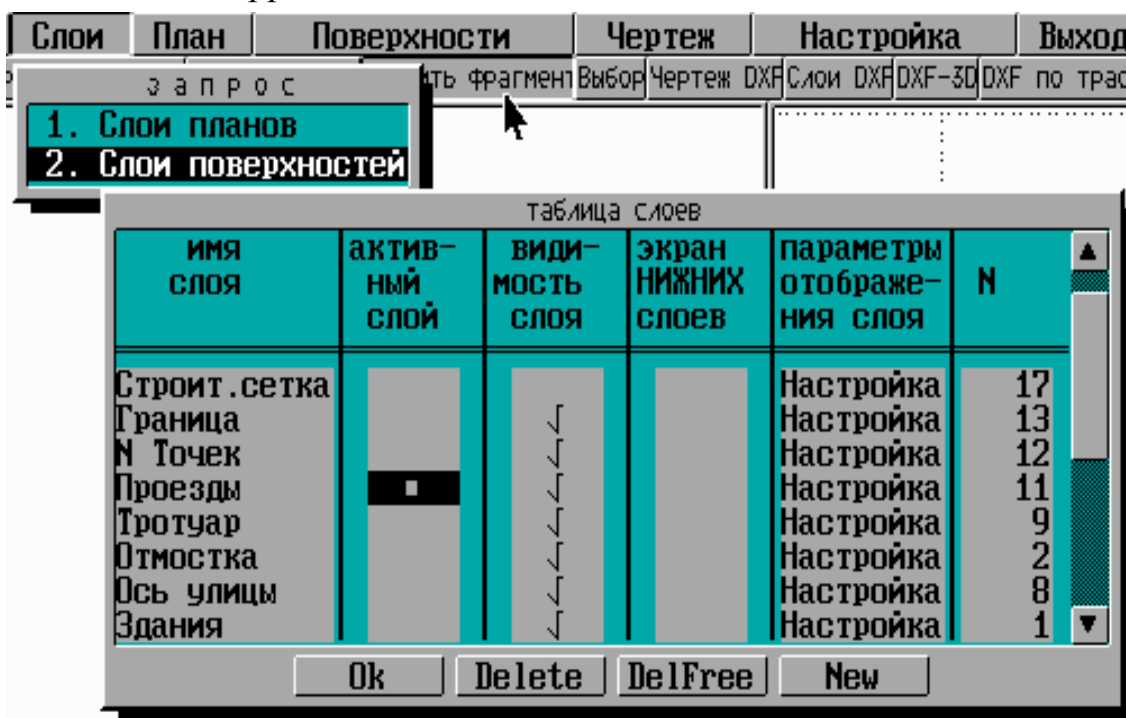


Рис. 22. Меню программы

Необходимо помнить, что базовые геометрические элементы находятся вне слоев CREDO_MIX, на чертеж они не выводятся. Вне слоев также находятся планшетная и координатная сетки, фрагменты чертежа, форматы.

Подложки подгружаются в активный слой и так же, как и геометрические элементы, подчиняются параметру визуализации этого слоя.

Устанавливается активность слоя, и можно приступить к проектированию вашего объекта.

4.2.3. Организация работы с данными CREDO_MIX

В области горизонтальных кнопок активизируется процедура «ДАННЫЕ» (рис. 23) и заполняется «Карточка объекта». Обращается внимание на масштаб плана. От соотношения масштаба плана, выбранного в «Карточке объекта», и масштаба текущей визуализации объекта в рабочем окне или масштаба чертежа зависят толщины вычерчиваемых линий, размеры условных знаков, цифр, букв и специальных символов графики CREDO_MIX.

Так, например, в «Карточке объекта» устанавливается масштаб плана 1 : 500, а масштаб текущей визуализации объекта в рабочем окне – 1 : 1 000 (или 1 : 250). При этом размер вычерчиваемых в рабочем окне вышеперечисленных элементов будет уменьшен в два раза (при масштабе 1 : 1 000) или, соответственно, увеличен в два раза (при масштабе 1 : 250). Этот же принцип соблюдается системой и при создании графического файла (например, в формате DXF). Для отмены этого принципа нужно отключить масштабирование отметок в функции «НАСТРОЙКА/Параметры ввода/вывода».

В большинстве случаев проектируемый объект должен быть определен в единой для всех данных системе координат, соответствовать реальным пространственным пропорциям и учитывать множественные ограничения, определяемые характером местности и элементами ситуации. Для разрешения этой проблемы можно в начале работы или в любой другой удобный момент выполнить следующие действия из текущего рабочего каталога:

- конвертировать данные, полученные из других систем, например точки из CREDO_DAT, для создания ЦММ;
- подгрузить треугольники ЦМР, созданные в другой системе, например, проектное решение автомобильной дороги из CAD_CREDO;
- подгрузить файл векторных данных в качестве DXF подложки;
- подгрузить файл растровых данных в качестве подложки BMP;
- импортировать план и профиль трассы в форматах системы CAD_CREDO;
- импортировать геометрические данные из файла формата DXF;
- импортировать или ввести точки с независимыми координатами.

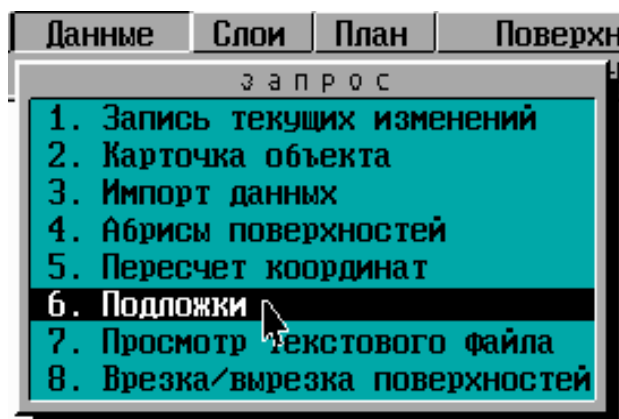


Рис. 23. Меню программы

4.2.4. Создание исходной цифровой модели местности

Как правило, исходная ЦММ передается проектировщикам в готовом виде от изыскательских подразделений. Во всех остальных случаях данные для создания цифровой модели местности в CREDO_MIX могут быть самые разные, их можно разделить на две группы:

- в качестве исходных данных используются точки с координатами X, Y, Z (рельефные) и X, Y (ситуационные), которые могут быть получены из системы CREDO_DAT «Инженерная геодезия», импортом или конвертацией из других источников;

- для представления о ЦММ могут быть использованы растровые или векторные данные в виде DXF или BMP подложек .

Для создания ЦММ по существующему картматериалу необходима предварительная подготовка:

- сканируется карта (топоплан) целиком или по фрагментам, если размер объекта больше формата сканера;

- при хорошем метрическом качестве материала в CREDO_MIX выполняется привязка точек (как правило, это кресты координатной сетки) и преобразовывается растр каждого фрагмента, при этом произойдет автоматическая сшивка;

- если качество неудовлетворительное, т. е. в растре есть нелинейные искажения, необходимо произвести трансформацию растра в программе TRANSFORM.

После этого можно производить дигитализацию. Точки создаются по горизонталям с высотой, равной высоте сечения рельефа, при этом следует воспользоваться операцией «ПОВЕРХНОСТИ / Точка / Точки по сплайну». Далее действуют, как в обычной ситуации: строятся рельефные контуры, структурные линии, создаются поверхности.

Способы создания ЦММ возможно комбинировать: дигитализировать подложку, а в местах инструментальной съемки местности создавать ЦММ по точкам или в одном объекте использовать площадные и линейные изыскания и т. д.

Часть топоплана можно оставить в растровом виде, а на участке с созданной ЦММ наложить экран, т. е. сделать невидимой подложку там, где в ней уже нет необходимости.

На основе разбивочного плана создаётся цифровая модель местности, а затем составляется проект вертикальной планировки.

4.2.5. Создание строительной системы координат

При необходимости позиционирования объектов генплана с привязкой к строительной сетке и вывода координат в строительной системе создаётся строительная сетка, используется соответствующая кнопка в функции «ПЛАН / Методы». Строительная сетка может создаваться в отдельном слое. Для работы в строительной системе координат необходимо в функции «НАСТРОЙКА / Параметры ввода/вывода / Настройка ввода/вывода»

установить пометку в пункте «Вывод по строительной сетке», а для вывода координат точек и ординат линий в функции «ПЛАН / Т.П.размеров» выбрать «да» в строке «Вывод по строительной сетке».

4.3. Составление проекта вертикальной планировки

Для того, чтобы приступить к вертикальной планировке, необходимо иметь следующие данные:

- слой с исходной поверхностью «Рельеф»;
- слои «Здание» и «Проезды» к нему;
- слои «Улица», «Ось улицы», «Отмостка», «Газон», «Тротуар».

Последовательность действий:

- оценка существующего рельефа;
- проектирование подъезда к зданию;
- задание высоты углам здания;
- проектирование поверхности до пересечения с рельефом;
- настройка параметров;
- расчёт объёмов насыпи и выемки.

4.3.1. Оценка существующего рельефа

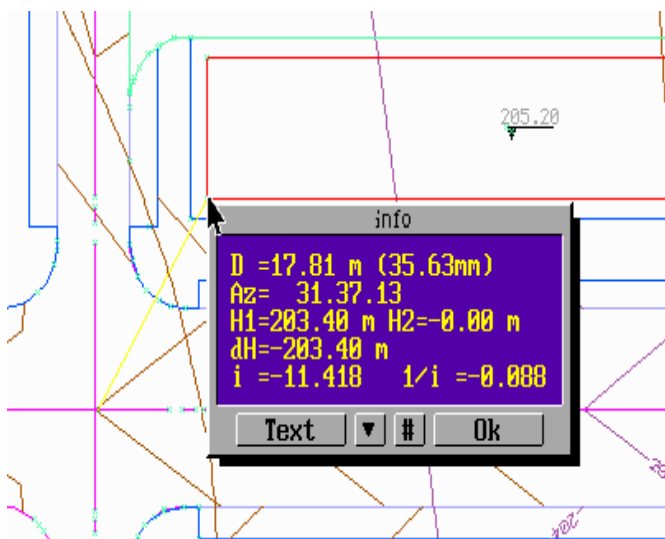


Рис. 24. Определение уклона между точками

Основные действия по оценке рельефа сводятся к выполнению следующих операций:

- делается активным (текущим) слой «Рельеф» с исходной поверхностью (процедура «Слой»);

- определяется уклон между двумя интересующими точками рельефа, используется операция

«Поверхности / Измерения / D, Az по точкам» (рис. 24);

- просматривается разрез поверхности, используется операция

«Поверхности/Поверхность/

Разрез»;

- включается настройка «Фильтр на отображение / Элементы рельефа / Направление и значение стока». Определяется направление и значение градиента стока.

4.3.2. Проектирование проездов (улиц) и перекрестков

Проезд проектируется в слое «Улицы», для чего этот слой делается активным. Для проектирования продольного профиля проезда создаётся структурная линия по оси улицы.

Структурную линию можно создавать:

- на точках поверхности текущего слоя;
- на точках поверхности других слоёв;
- на точках геометрии – с одновременным построением на них точек поверхности;
- в произвольном месте – с одновременным построением точек поверхности.

Выбирается операция «Поверхности / Структурная линия / Создать». Нажимается клавиша **M** латинского алфавита. На экране появится меню, в котором определяется метод создания структурной линии (рис. 25).

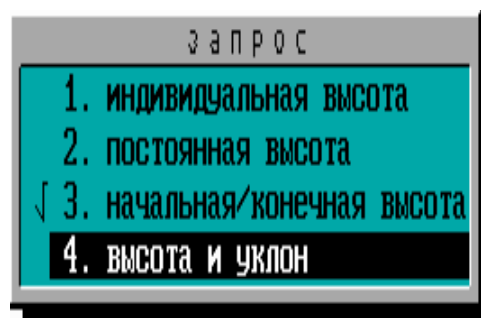


Рис. 25. Меню «Запрос»

Нажимается дважды левая клавиша мыши (ЛКМ) по пункту 3 – «Начальная / конечная высота». Захватывается начальная точка и указывается её высота, затем при нажатой клавише **SHIFT** или **Alt** захватывается и вводится высота конечной точки. *Захватывать точки с помощью **SHIFT** или **Alt** необходимо в том случае, если точки принадлежат другому слою.*

Если бы у точки не было высоты, то в меню запроса стояло бы нулевое значение. Затем контролируются и проставляются уклон и расстояние по линии между начальной и конечной точками структурной линии. Выбирается операция «Поверхности / L, Az для линии». Указывается структурная линия улицы.

Появится окно с информацией по линии.

Для вывода на чертёж уклоноуказателя активизируется вторая кнопка меню, как это показано на рис. 26.

За курсором вдоль линии будет следовать уклоноуказатель со значениями уклона и длиной линии. Перемещая курсор, закрепляется положение стрелки уклоноуказателя, останавливается курсор в нужном месте и нажимается левая клавиша мыши (рис. 27).

Стрелка уклоноуказателя является абрисной линией и корректируется в функции «Данные / Абрисные линии».

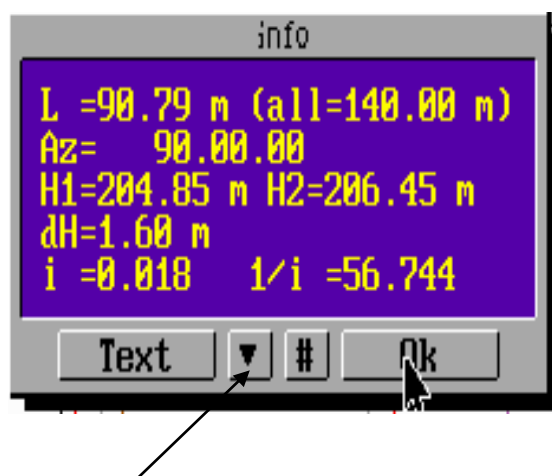


Рис. 26. Вывод уклоноуказателя

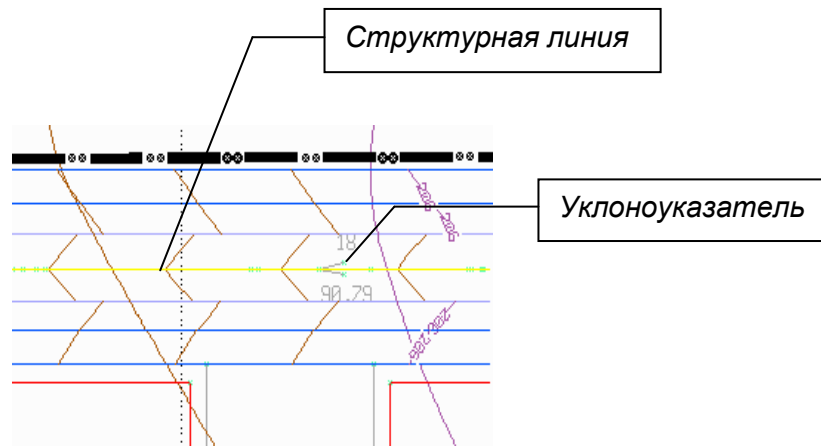


Рис. 27. Установка уклоноуказателя

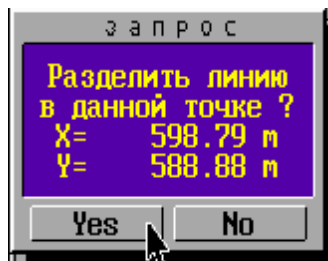


Рис. 28. Меню «Запрос»

При проектировании вертикальной планировки (для неоднородного рельефа) необходимо разорвать структурную линию, используя операцию «Структурная линия / Разорвать» и удалить в том месте, где существует неоднородный рельеф (рис. 28).

Выбирается точка, в которой нужно разорвать структурную линию, и подтверждается запрос (рис. 29).

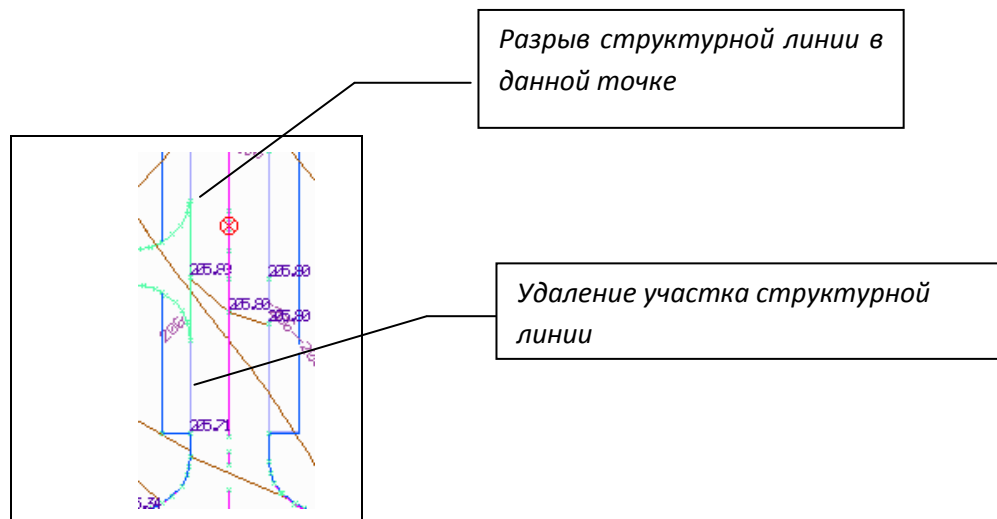


Рис. 29. Разрыв и удаление структурной линии

При проектировании перекрёстков необходимо произвести набор множества отметок, корректировать положение структурных линий и менять рёбра треугольников, для того, чтобы достичь ожидаемого результата. Возможно, в более поздней версии программного модуля CREDO_MIX это неудобство будет устранено.

4.3.3. Создание контура поверхности проезда, площадок вокруг зданий, контура здания

Создание контура поверхности проезда (улицы)

Создаётся контур поверхности операцией «Поверхности / Контур поверхности / Создать» так, как это показано на рис. 30. Контур с однородным и неоднородным рельефом необходимо создавать отдельно. Поочерёдно захватываются все (необходимые) созданные по кромкам запроектированного проезда точки, контур замыкается в начальной (исходной) точке (рис. 30).

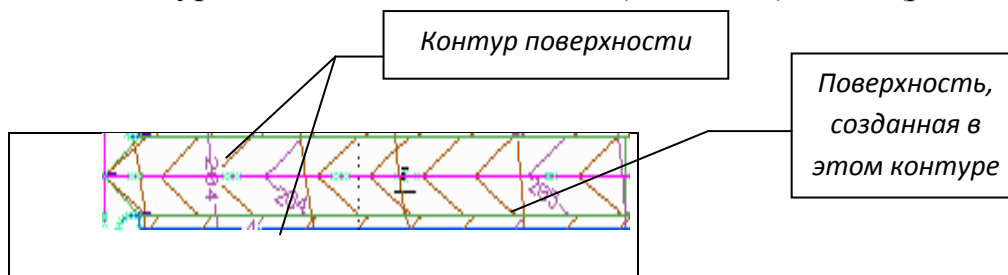


Рис. 30. Поверхность, созданная в контуре

Далее создаётся поверхность при помощи операции «Поверхности / Поверхность / Создать» в только что созданном контуре и отображается аппроксимационными горизонталями (рис. 30).

Выполняется настройка шага проектных операций «Настройка / Параметры ввода/вывода / Шаг горизонталей».

Создание поверхности площадки вокруг здания (для внутриквартальной территории)

Создаётся контур поверхности на территории между улицей и проездом, захватываются все точки смежных контуров (рис. 31).

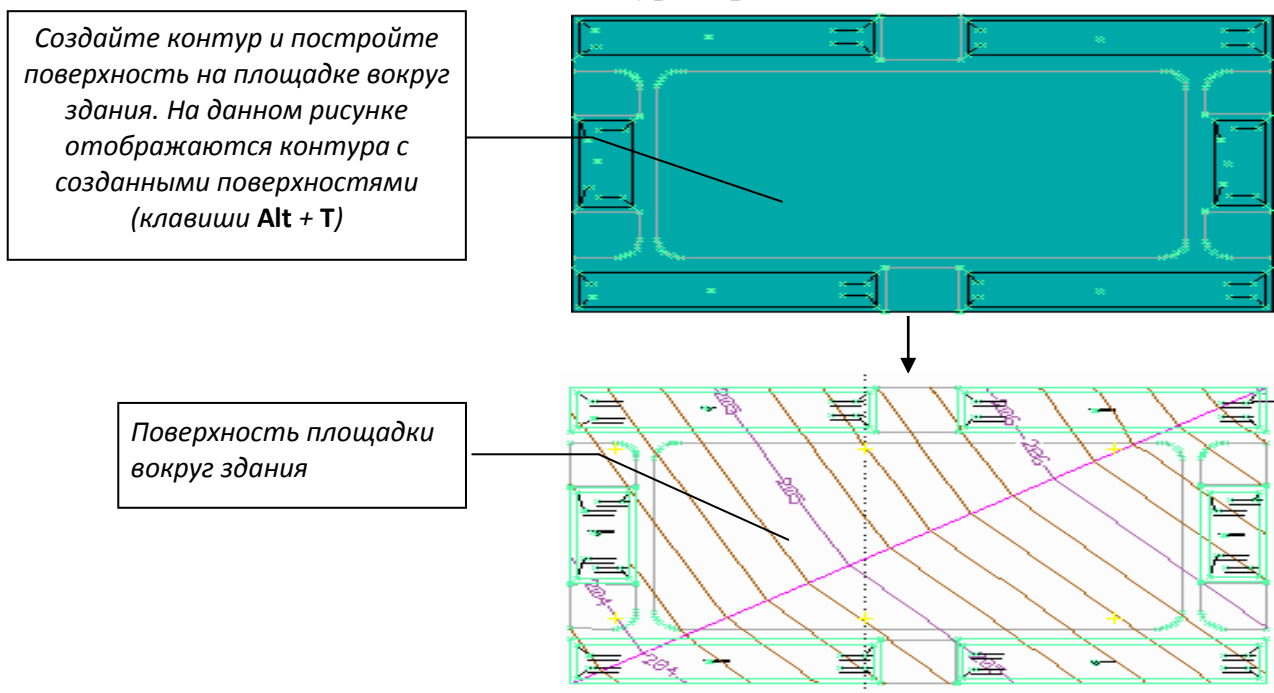


Рис. 31. Поверхность площадки вокруг здания

Создаётся поверхность в этом контуре и отображается ломаными горизонталями. Определяется, везде ли создана поверхность. Для этого нажимаются клавиши **ALT + T**. Цветом треугольников будет залита созданная поверхность. Для возврата в предыдущее состояние эти клавиши нажимаются ещё раз.

Создание поверхности по контуру здания

Поверхность по контуру здания можно создавать, например, если необходимо получить объёмы работ за вычетом объёмов под контуром здания или для отключения отображения горизонталей внутри контура.

Создать поверхность по контуру здания можно несколькими способами. Рассмотрим один из способов.

Для выполнения этого задания создаются рельефные точки (с высотой) по углам здания – на точках геометрии. Для этого используется операция «Поверхности / Точка / Создать». При создании рельефных точек с захватом точек геометрии на уже созданной поверхности в запросе на высоту точки будет выведена отметка, интерполированная с поверхности активного слоя «Отмостки». Теперь создаётся контур поверхности по углам здания с захватом вновь созданных точек. Далее создаётся поверхность при помощи операции «Поверхности / Поверхность / Создать» в только что созданном контуре и показывается горизонталями без отображения (рис. 32). А в контуре вокруг здания перестраивается поверхность «Контур поверхности / Восстановить поверхность».

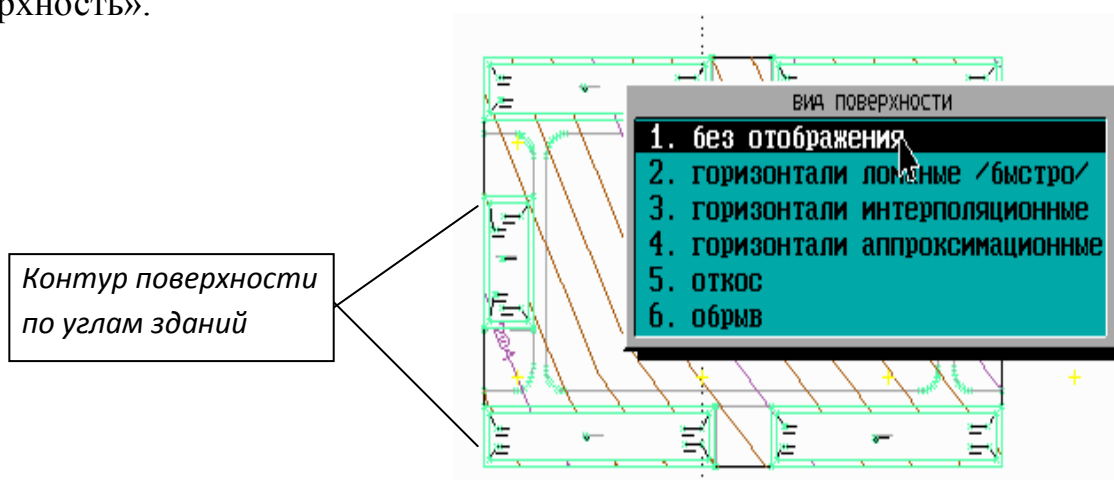


Рис. 32. Контур поверхности по углам зданий

4.3.4. Анализ проектной поверхности

– Просматриваются разрезы поверхности (по всем улицам, используя операцию «Поверхности / Поверхность / Разрез»). В качестве примера приведен разрез по ул. Геодезическая (рис. 33).



Рис. 33. Разрез по улице Геодезическая

– Включается отображение стока в операции «Настройка / Фильтр на отображение / Элементы рельефа / Направление и значение стока» (рис. 34).

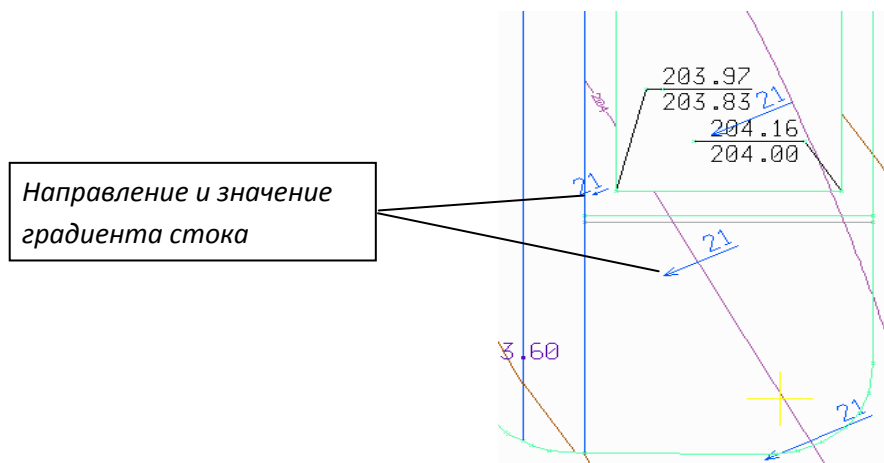


Рис. 34. Направление и значение стока

– Анализируются полученные горизонтالي. Их положение иллюстрирует направление поверхностного водоотвода, а конфигурация – согласованность проектного рельефа с ландшафтом.

– При необходимости корректируется положение горизонталей путём изменения рёбер треугольников – «Поверхности / Поверхность / Изменить ребро».

Горизонтالي – это изображение построенной поверхности, состоящей из плоских треугольных граней, которые опираются на проектные точки. Нельзя изменить горизонтали, не изменяя ребро треугольника или высоту точки.

4.3.5. Расчёт объёмов земляных работ

Для расчета объёмов работ необходимо убедиться в том, что созданы, как минимум, две поверхности в разных слоях.

До начала расчёта делаются необходимые настройки:

– в функции «НАСТРОЙКА / Объемы» следует указать, каким условным обозначением отображать линии нулевых работ и границы работ, каким цветом заливать насыпь и выемку, создавать ли картограмму работ, размерность выводимых на экран и чертеж значений насыпи и выемки;

– высота значений насыпи и выемки будет выводиться текстом с высотой символов, определенных в функции «НАСТРОЙКА / Параметры ввода/вывода / Высота надписи отметок».

Затем необходимо определить из списка слои с проектной и исходной поверхностями (операция «Выбор слоев»), а также выбрать один из методов вывода результатов расчета:

– в контуре (построить курсором произвольный контур, в котором необходимо рассчитать объемы насыпи и выемки);

– по сетке квадратов с заданным шагом (сетку квадратов можно привязать к строительной сетке);

– по трассе (с привязкой к пикетажу и заданным шагом расчета).

В результате расчета образуется новый слой, в котором будут созданы:

– дополнительные точки с отметкой, равной рабочей отметке, т. е. разницы отметок проектной и существующей поверхностей;

– линейные объекты, как границы работ и нулевых работ;

– текстовые строки с объемами работ;

– треугольники, залитые назначенным цветом насыпи и выемки.

Настраиваются параметры элементов слоя с объемами для вывода на чертеж картограммы работ. Выбирается операция «Поверхности / Объёмы / Выбор слоёв». Указывается исходный и проектный слои для расчёта объемов земляных работ (рис. 35).



Рис. 35. Таблица слоев

При помощи операции «Поверхности / Объёмы / Точка» выводится проектная и исходная отметки какой-либо характерной точки (рис. 36).

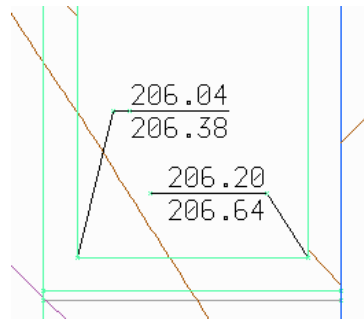


Рис. 36. Вывод отметки

Отображение картограммы, размерность отметки, вывод нумерации квадратов, условные знаки границ и нулевых работ нужно настроить в функции «Настройка / Объёмы» до начала расчёта объёмов работ. Цвет насыпи и выемки, при необходимости, можно изменять и после расчёта объёмов работ (рис. 37).

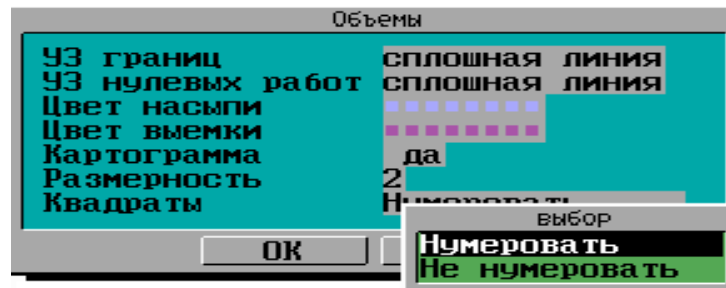


Рис. 37. Объёмы

Для расчёта объёмов работ на внутриквартальной территории выбирается операция «Поверхности / Объёмы / По сетке», определяются положение и ориентация сетки, задается шаг сетки – 20 м (рис. 38).

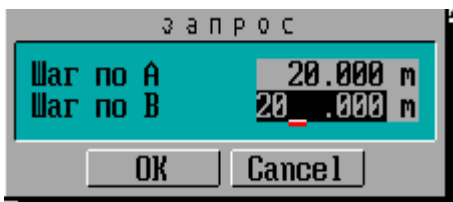


Рис. 38. Шаг сетки

После завершения программа создаст новый слой «VOLUME», в котором будет располагаться вся информация по объёмам земляных работ.

Высоту надписей по объёмам «насыпь / выемка» можно изменить операцией «Чертеж / Текст поверхностей / Изменить». Если нужно изменить высоту текста группы надписей, воспользуйтесь операцией «Чертеж / Текст поверхностей / Группа».

В процессе расчёта формируется «Таблица объёмов насыпи и выемки». Эта ведомость сохраняется в файле «VOLUME.TXT».

Для расчёта объёмов земляных работ по улицам, газонам и тротуарам выбирается операция «Поверхности / Объёмы / По контуру».

После завершения программа создаст новый слой «VOLUME», в котором будет располагаться вся информация по объёмам работ.

В процессе расчёта также формируется «Таблица объёмов насыпи и выемки». Эта ведомость сохраняется в файле «VOLUME.TXT».

4.3.6. Выпуск чертежей

Для формирования и вывода чертежей в системе CREDO_MIX предназначена функция «Чертеж / Чертеж DXF». При помощи этой функции формируется чертёж и производится запись DXF-файла.

Перед формированием чертежа в функции «Настройка / Фильтр на отображение» включается отображение общих для всего объекта элементов, в том числе элементов геометрии, которые необходимы для вывода на чертёж.

Затем производится выбор фрагмента для чертежа.

Фрагмент, который будет присутствовать на чертеже, выбирается операцией «Чертеж / Чертеж DXF / Фрагмент-окно» (рис. 39, 40). Создается прямоугольный фрагмент. При помощи операции «Выбор» указанный фрагмент будет выбран для формирования чертежа.

После выбора фрагмента чертежа активизируется операция «Чертеж DXF». На экране раскроется окно «Формирование чертежа», в котором будет расположен выбранный ранее фрагмент (рис. 40).

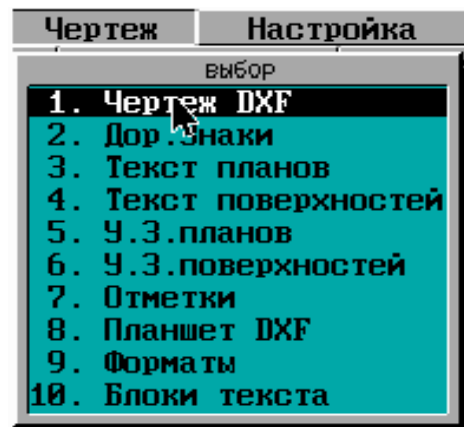


Рис. 39. Меню программы

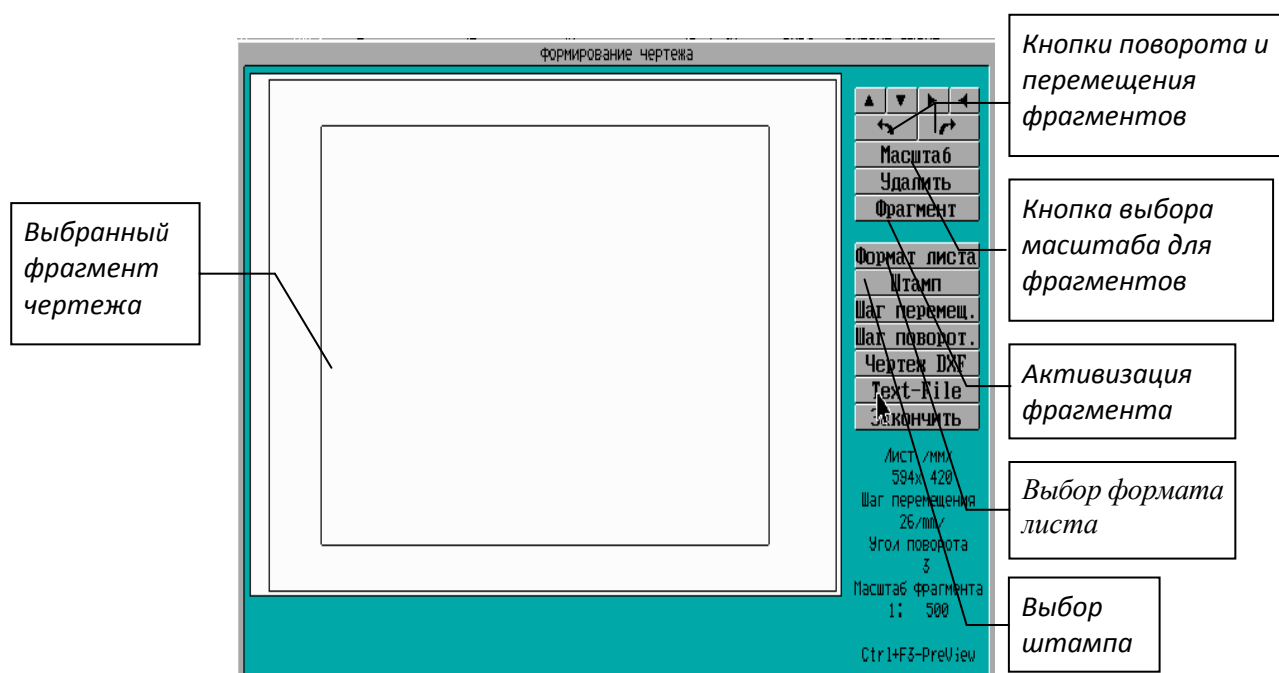


Рис. 40. Формирование чертежа

После этого выполняются следующие действия:

- при помощи кнопки «Формат листа» задается формат листа (А4, А3 и др.);
- нажатием кнопки «Фрагмент», активизируется фрагмент;

– для большого фрагмента устанавливается масштаб 1 : 500.

При помощи кнопки «Штамп» выбирается один из предлагаемых вариантов: выбор штампа, штамп пустой, штамп отсутствует. После этого формирование чертежа закончено. Дополнительно на чертёж вместе с графическими фрагментами можно вывести текстовый файл в виде фрагмента чертежа. Например, ведомость расчёта объёмов. Для этого предназначена кнопка «Text – File». После вставки текстового файла его можно расположить в удобном месте кнопками горизонтального и вертикального перемещения и просмотреть при помощи кнопок поворота фрагмента.

Отображение фрагмента чертежа включается при помощи клавиш **Ctrl + F3** (рис. 41).

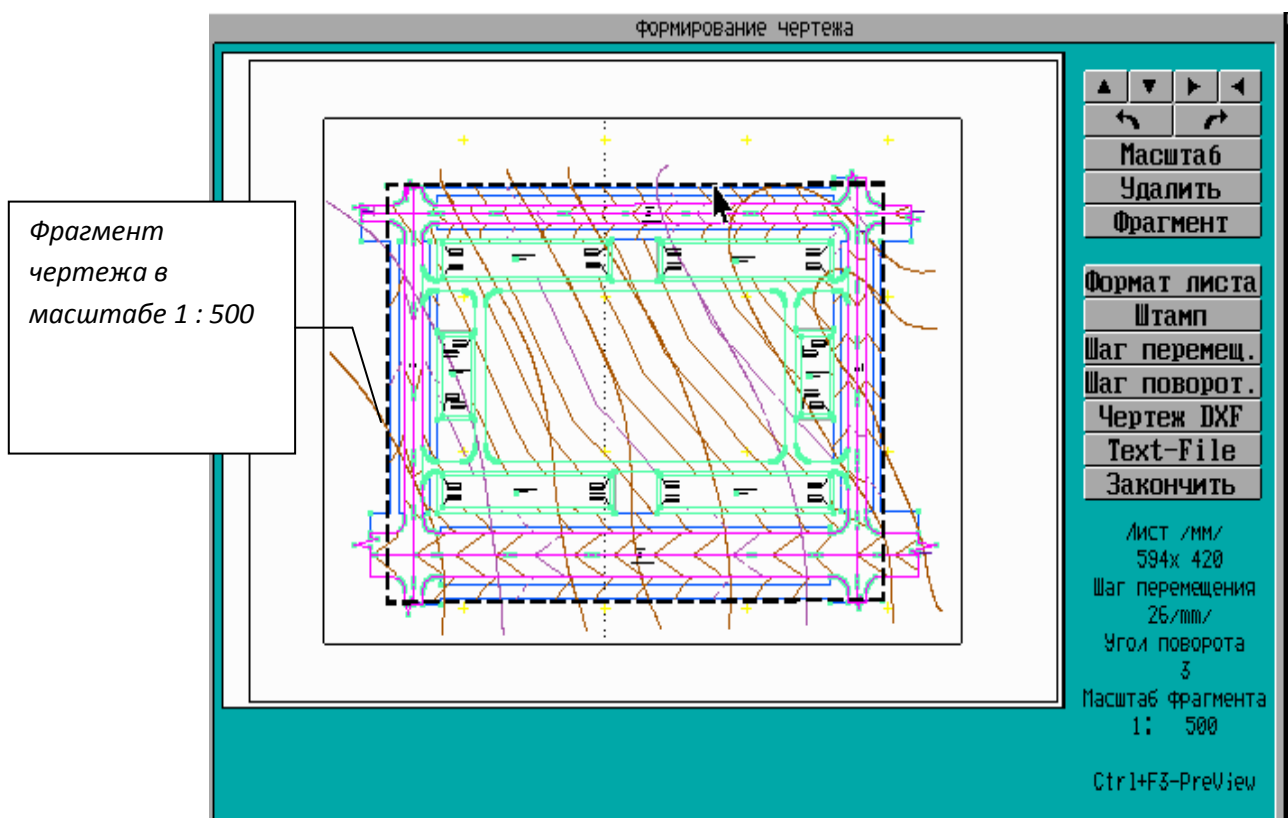


Рис. 41. Фрагмент чертежа

По окончании формирования чертежа необходимо осуществить запись DXF-файла при помощи кнопки «Чертёж DXF».

Построение чертежа – это завершающий этап типовой последовательности работы в среде CREDO_MIX.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое вертикальная планировка?
2. Какие задачи решает вертикальная планировка городских территорий?
3. Методы составления плана организации рельефа.
4. Исходные материалы, необходимые при составлении проекта организации рельефа.
5. Какие условия должны быть соблюдены при проектировании осей улиц, проездов?
6. За счет чего происходит смещение проектных горизонталей на границах проезжей части, бордюрного камня, газонов и тротуаров?
7. Как выполняется вертикальная планировка перекрестков, какие требования при этом должны быть учтены?
8. Какие задачи решает вертикальная планировка внутриквартальной территории?
9. Последовательность составления проекта вертикальной планировки внутриквартальной территории.
10. Что такое рабочая отметка?
11. Какие материалы составляют при вычислении объемов земляных работ?
12. Методы определения объемов земляных работ.
13. От чего зависит выбор длины стороны квадрата при вычислении объемов земляных работ методом четырехгранных призм?
14. Как определяется объем земляных работ по улицам?
15. Что является критерием при выборе оптимального варианта проекта организации рельефа?
16. Какие исходные материалы необходимы при автоматизированном способе проектирования вертикальной планировки?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 21.508-93. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 31 с.
2. СНиП 2.07.01-89. Строительные нормы и правила градостроительства. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: 1989. – 64 с.
3. Карпик, А.П. Составление плана организации рельефа: методические указания / А.П. Карпик, А.В. Горобцов. – Новосибирск: НИИГАиК, 1991. – 36 с.
4. Куликов, Б.С. Инженерное оборудование территории: учеб. пособие для студентов / Б.С. Куликов. – Новосибирск: СГГА, 1998. – 95 с.
5. Бейербах, В.А. Инженерные сети, инженерная подготовка и оборудование территорий, зданий и стройплощадок: учеб. пособие для студентов архитектурных вузов / В.А. Бейербах. – Ростов н/Д.: Феникс, 2004. – 640 с.
6. Горохов, В.А. Инженерное благоустройство городских территорий и населенных мест: учеб. пособие для вузов / В.А. Горохов, О.С. Расторгуев. – М.: Стройиздат, 1994. – 456 с.
7. Основы градостроительства. Лазарев А.Г., Шеин С.Г., Лазарев А.А., Лазарев Е.Г. / Ростов н/Д.: Феникс, 2004. – 413 с.
8. Климов, О.Д. Практикум по прикладной геодезии. Изыскания, проектирование и возведение инженерных сооружений / О.Д. Климов, В.В. Калугин, В.К. Писаренко. – М.: Недра, 1991. – 271 с.
9. CREDO. Программный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог. Т. 7. CREDO_MIX: Цифровая модель проекта. Кн. 1. – Описание системы CREDO_MIX. – Минск, 2000. – 62 с.
10. CREDO. Программный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог. Т. 7. CREDO_MIX: Цифровая модель проекта. Кн. 2. Руководство пользователя. – Минск, 2000. – 205 с.