



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО «БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

«Утверждаю»
Заместитель директора
по учебной работе
_____ Н.В. Ратникова
« ____ » _____ 2013 г.

Геодезия

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

с программой и краткими методическими указаниями для учащихся
заочного отделения по специальности 2-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Разработчик: Тарима В.А., преподаватель Брестского государственного политехнического колледжа;

Контрольные задания составлены на основании типовой учебной программы для реализации образовательной программы среднего специального образования по специальности 2-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» утвержденной Министерством образования Республики Беларусь от 16 декабря 2011 года.

Контрольные задания рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии организационно-технологических строительных дисциплин.

Протокол № ____ от «__» _____ 2013 г.

Председатель _____ Д.Ю.Ясюкевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Основными направлениями развития народного хозяйства Республики Беларусь предусмотрено повышение уровня индустриализации капитального строительства и превращение его в единый процесс возведения объектов из элементов заводского изготовления.

Для выполнения этой задачи разрабатываются и внедряются более совершенные методы геодезического обслуживания строительства зданий и сооружений, повышены требования к точности и методике геодезических измерений, пересмотрены и дополнены допуски на строительно-монтажные работы.

Программа предмета «Геодезия» предусматривает изучение основ геодезии, геодезических инструментов, геодезических измерений и разбивочных работ, осуществляемых при возведении зданий и сооружений.

В результате теоретического курса, выполнения практических задач и прохождения полевой практики, на основании общеобразовательного стандарта учащийся должен:

знать на уровне представления:

- организацию государственной геодезической сети;
- организацию геодезического обеспечения строительно-монтажных работ;

знать на уровне понимания:

- требования нормативно-технических документов по геодезическому обеспечению строительства;
- методы геодезических измерений и разбивочных работ;
- правила работы с геодезическими приборами и инструментами;

уметь:

- применять инструктивно-нормативную документацию по геодезической службе в строительстве;
- пользоваться геодезическими приборами и инструментами;
- выполнять геодезические разбивочные работы;
- использовать различные методы и способы геодезических измерений в зависимости от характера строительства объекта и требований к точности геометрических параметров;
- осуществлять геодезический контроль качества производства строительно-монтажных работ;
- соблюдать правила безопасности при выполнении геодезических работ.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Особенностью изучаемого предмета является его прикладной характер, поэтому учебным планом предусмотрено время на прохождение в период лабораторно-экзаменационной сессии геодезической практики, которая является продолжением изучения курса предмета. На практике будет отработано умение правильно и быстро выполнять поверки инструментов, приводить их в рабочее положение, качественно измерять углы и превышения. Для лучшего усвоения предмета необходимо также ознакомиться в ближайшем строительно-монтажном управлении (СМУ) с планами строительных участков, разбивочными и исполнительными чертежами.

Рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы над учебным материалом:

- ознакомление по программе с содержанием каждой темы;
- изучение и конспектирование указанной в программе литературы;
- выполнение контрольной работы, состоящей из двух задач
 - 1) вычисление координат плановых точек, построение плана в масштабе 1 : 500 и привязка здания к плановым точкам полярным способом;
 - 2) вертикальная планировка строительного участка с составлением картограммы земляных работ, подсчет объемов земляных работ и вертикальная привязка здания на плане с горизонталями.

В период лабораторно-экзаменационной сессии учащийся выполняет практические работы, предусмотренные программой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основные

1. Нестеренок В.Ф., Нестеренок А.С. Позняк. - Мн.: Университетское, 2001.
2. Глотов Г.Ф. Геодезия. – М.: Стройиздат, 1979.
3. Григоренко А.Г., Киселев М.И. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 1983.
4. Фельдман В. Д., Михелев Д. III. Основы инженерной геодезии..- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1988.

Дополнительные

5. Геодезические работы в строительстве. Справочник строителя / В.Н.Ганьшин, Б.И.Коськов, Л.С. Хренов и др.; Под ред В.И. Ганьшина. - 2-е изд., доп. и перераб. -М.: Стройиздат,1984.
6. Кулешов Д. А., Стрельников Г.Е., Резенцев Г.Е. Инженерная геодезия - М • Картгеоцентр; Геодезиздат, 1996
7. СНиП 3.01.03.84. Пособие по производству геодезических работ в строительстве. – М.: 1985.

8. СНиП 3.01.03.84. Правила производства и приемки работ. Геодезические работы в строительстве. - М.: 1985.
9. Строительные нормы по инженерным изысканиям для строительства БНБ1, 02.01-96.- Мн.: 1996.
10. СНБ 1.02.01-96. Инженерные изыскания для строительства.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Введение

Понятие о геодезии. Применение геодезии в строительстве. Краткие сведения о развитии геодезии и ее современном научно-техническом состоянии.

Единицы мер, используемых в геодезии. Понятие о геометрических моделях Земли (геоид, общеземной эллипсоид, земной шар, их размеры), об учете кривизны Земли при геодезических измерениях и о размерах участков, принимаемых плоскими. Метод горизонтальной проекции. Географические (глобальные) координаты. Системы плоских координат (прямоугольные - местные и зональные, полярные). Высотные координаты.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.4-15].

Раздел 1. Общие сведения по геодезии

Тема 1.1. Ориентирование направлений

Понятие об ориентировании. Магнитная стрелка, ее склонение и наклонение. Сближение географических меридианов. Азимуты географические и магнитные, дирекционные углы, румбы, прямые и обратные ориентирующие углы. Прямая и обратная геодезические задачи.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с. [стр15-21].

Тема 1.2. Понятие о государственных и съёмочных геодезических сетях

Топографические карты, планы и профили

Назначение плановых и высотных геодезических сетей. Методы их создания. Спутниковые системы позиционирования плановых и высотных пунктов. Обобщенная схема построения современной государственной геодезической сети. Съёмочные геодезические сети.

Общая характеристика топографических карт и планов, инженерно-топографических планов для строительства. Профили. Численный, линейный и поперечный масштабы. Условные знаки для топографических карт и планов. Изображение рельефа горизонталями. Специальные условные знаки для инженерно-топографических планов. Решение инженерно-топографических задач по планам. Влияние деформации бумажной основы на точность измерения расстояний и определения координат точек по планам и картам.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.21-50].

Тема 1.3. Элементы теории погрешностей измерений

Виды геодезических измерений. Погрешности результатов измерений. Абсолютная и относительная погрешности. Равноточные измерения. Вероятнейшее (наиболее надежное) значение многократно и равноточно измеренной величины. Средняя квадратическая погрешность. Предельная погрешность - абсолютная и относительная. Средняя квадратическая погрешность функций измеренных величин, среднего арифметического и отдельного результата измерения при равноточных данных.

Технические средства для геодезических расчетов. Правила расчетов с приближенными числами.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.50-61].

Раздел 2. Геодезические измерения и инженерно-геодезические изыскания для строительства

Тема 2.1. Измерение углов

Горизонтальные и вертикальные углы.

Общая схема теодолита. Устройство основных частей теодолита, их назначение. Отсчетные микроскопы — штриховой и шкаловой. Эксцентриситет алидады. Классификация теодолитов по точности. Технические теодолиты. Основные геометрические оси теодолита. Полевые поверки и юстировки теодолитов. Измерение горизонтальных углов способами отдельного угла и круговых приемов. Меры по уменьшению погрешностей угловых измерений. Измерение вертикальных углов. Юстировка места нуля вертикального круга. Правила обращения с геодезическими приборами.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.61-90].

Тема 2.2.Измерение расстояний

Знаки для закрепления и обозначения геодезических пунктов на местности и на строительных объектах. Механические приборы (ленты и рулетки) для непосредственного измерения расстояний. Компарирование лент и рулеток. Подготовка линий на местности к измерениям. Вешение измеряемых линий. Техника измерений. Определение угла наклона линии. Вычисление горизонтального проложения с учетом поправок за компарирование и температуру прибора, за наклон линии.

Косвенные способы измерения расстояний.

Оптические дальномеры. Штриховой (нитяный) дальномер, определение его постоянных, вычисление горизонтального проложения. Понятие об оптических дальномерах двойного изображения.

Светодальномеры, принцип их работы. Современные конструкции светодальномеров. Технические возможности их использования в строительно-монтажном производстве.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с. [стр.90-106].

Тема 2.3. Нивелирование и геодезические изыскания на трассе линейного сооружения

Назначение нивелирования, его виды. Геометрическое нивелирование, его способы. Устройство нивелиров с уровнем и с компенсатором, нивелирных реек. Нивелирные башмаки и костыли, колышки, их назначение. Классификация нивелиров по точности. Поверки и юстировки нивелиров.

Техническое нивелирование. Последовательность действий на станции. Записи в полевом журнале. Постраничный контроль вычислений. Определение фактической невязки превышений в нивелирном ходе, допустимой невязки. Уравнивание превышений. Вычисление высоты (отметки) связующих и промежуточных пунктов.

Современные нивелиры, их точность и функциональные возможности. Лазерные нивелиры, их применение в строительстве.

Тригонометрическое нивелирование. Механическое микро nivelирование. Понятие о физических методах нивелирования (барометрическом, гидростатическом).

Трасса сооружения линейного вида: прямолинейные в плане участки, углы поворота, горизонтальные круговые кривые, их главные элементы. Геодезические работы на трассе: трассирование, измерение углов поворота, разбивка пикетажа по оси трассы и на поперечниках. Нивелирование пикетных точек трассы. Обработка результатов нивелирования.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.106-120].

Тема 2.4. Плановое съемочное обоснование. Теодолитная съемка

Назначение планового съемочного обоснования, его виды. Теодолитные ходы. Обработка результатов измерения длины сторон и углов. Вычисление и уравнивание приращений координат. Вычисление координат вершин теодолитного хода. Теодолитная съемка. Способы съемки ситуации. Составление контурного топографического плана.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.148-151].

Тема 2.5. Плано-высотные топографические съемки

Плано-высотное съемочное обоснование топографических съемок. Понятие о тахеометрической съемке с помощью оптических и электронно-оптических автоматизированных тахеометров. Нивелирование поверхности по квадратам и по магистралям, с использованием контурного плана.

Понятие о цифровых моделях местности и их назначении. Палетки, нанесение ситуации по данным абриса.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.147].

Раздел 3. Геодезическое обеспечение строительно-монтажных работ

Тема 3.1. Геодезическая основа строительно-разбивочных работ

Сущность разбивочных работ. Понятие о проекте производства геодезических работ. Задачи городской геодезической службы, геодезической службы строительной организации и самих строителей в геодезическом обеспечении строительно-монтажных работ.

Здания и сооружения, их геометрические оси. Назначение осей.

Виды плановой геодезической разбивочной основы. Строительная геодезическая сетка, плановые строительные координаты. Высотная геодезическая основа на стройплощадке. Знаки для закрепления и обозначения осей сооружений.

Элементы геодезических разбивочных работ: построение проектного горизонтального угла, проектного отрезка прямой линии; перенесение в натуру проектной отметки; совмещение точек со створом; построение вертикальной плоскости, линии с заданным уклоном, наклонной плоскости; передача отметки в котлован и на монтажный горизонт.

Специальные геодезические приборы для строительно-монтажных работ: оптические и лазерные для отвесного проецирования, для нивелирования и построения наклонных плоскостей, их основные поверки. Тяжелые отвесы. Применение при разбивочных работах лазерных «рулеток», электронных тахеометров.

Требования к точности выноса в натуру главных или основных осей зданий и сооружений и к геометрической точности возведения сооружения и монтажа в нем конструкций. Строительно-монтажные допуски отклонений и, выбор предельных погрешностей геодезических разбивочных работ.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия– Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.187-221].

Тема 3.2. Вертикальная планировка на стройплощадке

Задачи вертикальной планировки. Топографическая основа проекта планировки. Проектирование горизонтальной и наклонной плоских

поверхностей. Учет баланса земляных работ. Расчет положения линии нулевых работ, объемов земляных работ. Вынос наклонной площадки в натуру.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.184-187].

Тема 3.3. Геодезические работы в период подготовки строительства

Нанесение на копию строительного генерального плана пунктов разбивочной геодезической сети. Способы разбивки основных осей зданий, трасс и траншей. Расчет границ откосов котлована и объема земляных работ. Геодезический контроль при сооружении котлована.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.192-194].

Тема 3.4. Геодезическое обеспечение строительства гражданских зданий, башенных сооружений

Разбивки при нулевом цикле строительства для устройства ленточных фундаментов, сборных фундаментов под колонны, монолитных фундаментов, свайных фундаментов. Исполнительные съемки.

Разбивка монтажных осей на монтажных горизонтах различными способами при возведении каменных, крупнопанельных зданий. Геодезические работы при монтаже каркасных зданий. Понятие о пространственной геодезической сети. Геодезический контроль при строительстве монолитных зданий и сооружений. Контроль за положением скользящей опалубки. Определение отклонения от вертикали высоких зданий и башенных сооружений.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.221-224].

Тема 3.5. Геодезическое обеспечение геометрической точности монтажа промышленных зданий

Геодезическое обеспечение геометрической точности монтажа несущих колонн каркаса здания, ферм, ригелей, подкрановых конструкций и путей. Исполнительные съемки, оформление результатов контроля.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с [стр.224-231].

Тема 3.6. Геодезические работы при строительстве подземных коммуникаций

Сбор планов и чертежей, отражающих плановое и высотное положение существующих подземных коммуникаций (трубопроводов, электрических кабелей, линий связи и др.) Поиск и съемка существующих подземных коммуникаций, не обозначенных на планах. Оформление, в соответствующих организациях разрешений на производство земляных работ вдоль трассы проектируемой подземной прокладки. Особенности пикетажно-нивелирных работ вдоль оси проектной трассы коммуникации. Разбивочные работы при устройстве траншей и смотровых колодцев. Требования к точности, укладки труб напорных и самотечных трубопроводов, газопроводов, кабелей и других коммуникаций. Исполнительные съемки.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с. [стр.231-245].

Тема 3.7. Общие сведения о геодезических работах при техническом обслуживании зданий и сооружений

Использование исполнительной документации при техническом обследовании зданий и сооружений. Наблюдение за местными деформациями конструкций с помощью маяков, трещиномеров, гидронивелиров и др. Научно-практические задачи проведения геодезических наблюдений за деформациями и смещениями зданий и сооружений, уникальных объектов. Методы работ и требования к точности измерения осадки, горизонтальных смещений и крена зданий и сооружений.

Требования охраны труда при выполнении геодезических работ.

Литература:

Нестеренок В.Ф., Нестеренок М.С, Позняк А.С. Геодезия – Мн.: Университетское, 2001- 310с. [стр.224-231].

Практические занятия

№ занятия	Содержание практических занятий
1	Измерение с помощью буссоли магнитных азимутов и румбов. Решение задач на ориентирование, преобразование магнитных направлений в географические азимуты, дирекционные углы и румбы. Решение прямой и обратной геодезических задач.
2	Графическое построение линейного и поперечного масштабов. Определение по плану (карте) прямоугольных координат не менее двух точек, углов ориентирования, высоты точек. Построение профиля местности, вычисление крутизны ската.
3	Изучение технического теодолита. Отсчет по угломерным кругам. Выполнение поверок теодолита и юстировок. Определение места нуля, вычисление углов наклона. Измерение горизонтальных углов. Заполнение журнала. Измерение расстояний с помощью штрихового дальномера

	зрительной трубы теодолита.
4	Изучение нивелиров. Выполнение поверок и юстировок нивелира. Поверки реек. Измерение превышений. Обработка результатов нивелирования. Обработка учебного журнала нивелирования трассы и поперечников. Составление продольного профиля и профилей поперечников. Геометрические элементы проектирования продольного профиля сооружения линейного вида.
5	Обработка исходных данных измерения углов и сторон теодолитного хода. Уравнивание горизонтальных углов. Вычисление дирекционных углов сторон, приращений координат, их уравнивание. Вычисление координат вершин теодолитного хода. Составление контурного топографического плана с использованием абрисов съемки ситуации.
6	Обработка журнала-схемы нивелирования по квадратам. Составление топографического плана (проведение горизонталей с использованием палетки, нанесение ситуации по данным абриса).
7	Выполнение вертикальной планировки участка местности под горизонтальную или наклонную плоскость при нулевом балансе земляных работ.
8	Разработка проекта геодезического выноса в натуру основных осей здания относительно пунктов строительной сетки. Составление разбивочной схемы. Расчет контуров котлована по верхней и нижней бровкам его откосов. Определение объема земляных работ.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Методические указания

Пояснительная записка к контрольной работе должна быть составлена кратко и содержать описание основных этапов работы и необходимые расчеты. Не следует переписывать дословно рекомендации методических указаний и приводить однотипные вычисления.

Графический и табличный материал контрольной работы (см. приложения 1,2,3,5,6,7) может быть представлен в туши или карандаше, но обязательно выполненным тщательно и аккуратно, надписи на всех приложениях должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 2.304-80 ЕСКД «Шрифты чертежные».

Примечания:

1. В методических указаниях задачи решены по произвольным исходным данным с необходимыми объяснениями.
2. Листы и вкладыши с замечаниями преподавателей должны быть обязательно сохранены, а исправленные и дополненные приложения следует пометить словом «доработка».

Задача 1

Вычисление координат точек замкнутого теодолитного хода. Построение плана по координатам в масштабе 1:500. Плановая привязка здания 36*12 м полярным способом.

Примечания:

1. На строительной площадке привязка теодолитного хода производится к пунктам полигонометрических сетей, после чего определяются координаты этих точек.

Исходные данные

1. Внутренние измеренные углы полигона равны:

$$\beta_1 = 110^{\circ}06',$$

$$\beta_2 = 81^{\circ}01,5',$$

$$\beta_3 = 93^{\circ}57,5',$$

$$\beta_4 = 74^{\circ}56,5'.$$

$$\Sigma \beta_{\text{изм}} = 360^{\circ}01,5'.$$

2. Дирекционный угол α_{1-2} следует вычислять условно по формуле:

$$\alpha_{1-2} = \frac{1 (\text{№ шифра})}{10},$$

где:

числитель состоит из двух последних цифр шифра, впереди которых ставится цифра 1.

Например, вариант учащегося –64, тогда:

$$\alpha_{1-2} = \frac{164}{10} = 16,4^{\circ} = 16^{\circ}24'.$$

3. Горизонтальные проложения линий равны:

$$d_{1-2} = 50,36 \text{ м},$$

$$d_{2-3} = 64,12 \text{ м},$$

$$d_{3-4} = 61,79 \text{ м},$$

$$d_{4-1} = 61,70 \text{ м}.$$

4. Координаты начальной точки 1 теодолитного хода равны:

$$X_1 = 0,00 \text{ м}, Y_1 = 0,00 \text{ м}.$$

Этапы решения

- I. Уравнение углов.
- II. Вычисление дирекционных углов, румбов.
- III. Вычисление и уравнивание приращений координат.
- IV. Вычисление координат точек теодолитного хода.
- V. Построение координатной сетки и полигона по координатам.
- VI. Вычисление разбивочных элементов плановой привязки углов здания.

Решение задачи

I этап.

1. Выписываем в ведомость вычисления координат исходные данные (см. приложение 1);

- а) измеренные углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ – в графу 2,
- б) начальный дирекционный угол α_{1-2} – в графу 4,
- в) горизонтальные проложения сторон полигона $d_{1-2}, d_{2-3}, d_{3-4}, d_{4-1}$ – в графу 6,
- г) координаты начальной точки X_1 и Y_1 – в графы 11 и 12.

2. Производим уравнивание измеренных углов полигона.

Для замкнутого полигона теоретическая сумма углов вычисляется по формуле:

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ (n - 2),$$

где:

n – число углов в полигоне.

В примере $n = 4$, следовательно, $\sum \beta_{\text{теор}} = 360^\circ 00'$. Но так как при измерении углов допускались некоторые погрешности, то фактическая сумма $\sum \beta_{\text{изм}} \neq \sum \beta_{\text{теор}}$, а разница между $\sum \beta_{\text{изм}}$ и $\sum \beta_{\text{теор}}$ называется угловой невязкой.

Для данного примера:

$$f_\beta = f\beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}} = 360^\circ 01,5' - 360^\circ 00' = + 1,5'$$

Сравним полученную угловую невязку с допустимой для определения качества измерения углов.

$$f_{\beta\text{доп}} = 1'\sqrt{n},$$

где:

n – число вершин замкнутого полигона (в данном примере $n=4$)

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = 1' \sqrt{4} = \pm 2'$$

Условие $(f_{\beta}) \leq f_{\beta_{\text{доп}}}$ выполняется: $1,5' < 2'$, углы измерены с необходимой точностью.

Угловую невязку следует распределить на измеренные углы с противоположным знаком так, чтобы ликвидировать в графе «Исправленные углы» десятые доли минут, а при наличии целых минут их следует распределить на углы, заключенные между наиболее короткими сторонами.

Вычисленные значения исправленных углов записывают в графу 3.

II этап.

3. По исходному дирекционному углу α_{1-2} , равному для данного примера $16^{\circ}24'$, вычисляем дирекционные углы последующих линий, пользуясь формулой: $\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^{\circ} - \beta_n$, так как измерены правые углы теодолитного хода.

$$\begin{aligned}\alpha_{2-3} &= \alpha_{1-2} + 180^{\circ} - \beta_2, \\ \alpha_{3-4} &= \alpha_{2-3} + 180^{\circ} - \beta_3, \\ \alpha_{4-1} &= \alpha_{3-4} + 180^{\circ} - \beta_4,\end{aligned}$$

Затем, для контроля, вычисляем $\alpha_{1-2} = \alpha_{4-1} + 180^{\circ} - \beta_1$.

Если полученный при этом дирекционный угол будет равен исходному, то вычисление выполнено правильно.

Пример расчета дирекционных углов рассматриваемого варианта задачи

$$\begin{aligned}\alpha_{1-2} &= 16^{\circ}24' \\ &+ 180^{\circ}00' \\ &= 196^{\circ}24' \\ &- 81^{\circ}01' \\ \alpha_{2-3} &= 115^{\circ}23' \\ &+ 180^{\circ}00' \\ &= 295^{\circ}23' \\ &- 93^{\circ}57' \\ \alpha_{3-4} &= 201^{\circ}26' \\ &+ 180^{\circ}00' \\ &= 381^{\circ}26' \\ &- 74^{\circ}56' \\ \alpha_{4-1} &= 306^{\circ}30' \\ &+ 180^{\circ}00' \\ &= 486^{\circ}30' \\ &- 110^{\circ}06' \\ &= 376^{\circ}24' \\ &- 360^{\circ}00' \\ \alpha_{1-2} &= 16^{\circ}24'\end{aligned}$$

$16^{\circ}24'$ -исходный дирекционный угол.

Вычисленные дирекционные углы записываем в графу 4 (приложение 1).

4. Пользуясь формулами зависимости между дирекционными углами (азимутами) и румбами, вычисляем румбы линий:

- I. четверть $r = A$ (румб северо-восточный),
- II. четверть $r = 180^\circ - A$ (румб юго-восточный),
- III. четверть $r = A - 180^\circ$ (румб юго-западный),
- IV. четверть $r = 360^\circ - A$ (румб северо-западный).

Полученные румбы записываем в графу 5 (приложение 1).

III этап.

5. По румбам и горизонтальным проложениям сторон полигона вычисляют приращения координат ΔX и ΔY , пользуясь формулами:

$$\Delta X = d \cos r$$

$$\Delta Y = d \sin r,$$

где:

d - горизонтальное положение линии,

r - румб линии.

Вычисление приращений производят до 0,001 м, а при записи в ведомость их необходимо округлять до 0,01 м.

При вычислении приращений, кроме таблиц, можно использовать микрокалькуляторы, имеющие клавиши функций \sin и \cos . Для этого необходимо произвести преобразование минут в десятые доли градуса. Для примера преобразуем $r = 16^\circ 24' = 16,4^\circ$.

Знаки приращений координат зависят от направления линии, т. е. от названия румбов линий, и определяются по таблице:

Таблица 1 - Знаки приращений координат

Приращения	I четверть, СВ	II четверть, ЮВ	III четверть, ЮЗ	IV четверть, СЗ
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Вычисленные и округленные значения приращений с соответствующими знаками записываем в графы 7 и 8 (приложение 1).

6. Подсчитываем алгебраические суммы приращений $\sum \Delta X_{i \text{ выч}}$ и $\sum \Delta Y_{i \text{ выч}}$

Теоретическая сумма приращений замкнутого полигона должна быть равной нулю, т. е. $\sum \Delta X_{\text{теор}} = 0$, $\sum \Delta Y_{\text{теор}} = 0$.

Но так как при измерении углов и сторон полигона допускаются некоторые погрешности, то фактическая сумма вычисленных приращений не будет

равна нулю. Разница между вычисленными суммами приращений и теоретическими называется невязкой по осям координат f_x и f_y .

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta X_{\text{выч}} - \sum \Delta X_{\text{теор}} \\ f_y &= \sum \Delta Y_{\text{выч}} - \sum \Delta Y_{\text{теор}} \end{aligned}$$

В данном примере имеем:

$$f_x = +0,01 \text{ м.}$$

$$f_y = -0,03 \text{ м.}$$

7. Вычисляем абсолютную невязку по формуле:

$$f_{\text{abc}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

получаем:

$$f_{\text{abc}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 0,03 \text{ м.}$$

8. Вычисляем относительную линейную невязку по формуле:

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{abc}} / P,$$

где:

P – сумма горизонтальных проложений линий ($P = \sum d_i = 237,93$)

В примере:

$$f_{\text{отн}} = \frac{0,03}{237,93} = \frac{0,03 \div 0,03}{237,93 \div 0,03} = \frac{1}{7931}$$

9. Сравниваем полученную относительную невязку с допустимой:

$$f_{\text{отн}} \leq f,$$

где:

$$f = \frac{1}{2000} - \text{допустимая невязка.}$$

$$\frac{1}{7931} < \frac{1}{2000}$$

Относительная невязка меньше допустимой, условие выполнено.

10. Вычисленные линейные невязки f_x и f_y распределяем по приращениям пропорционально их горизонтальным приложениям с обратным знаком по формулам:

$$\begin{aligned} \Delta f_x &= -\frac{f_x}{\sum d_i} d_i, \\ \Delta f_y &= -\frac{f_y}{\sum d_i} d_i, \end{aligned}$$

где:

Δf_x и Δf_y - величины невязки, приходящиеся на сторону,

$\sum d_i$ -- периметр полигона,

d_i - горизонтальное проложение.

Полученные значения необходимо округлить до второго десятичного знака.

Если величина цифры линейной невязки меньше количества сторон полигона (в данном примере $f_x = +0,01$, цифра 1, количество сторон равно 4), то в этом случае невязку нужно распределить на наиболее протяженную сторону (в примере $d_{\text{наиб.}} = 64,12$).

Невязка $f_y = -0,03$, в этом случае распределяем по одной сотой на наиболее длинные стороны.

11. Исправленные с учетом невязок приращения записываем в графы 9 и 10 (приложение 1).

Примечание. Если сумма исправленных приращений со знаками « + » и « - » будет равна нулю, то вычисления произведены верно.

IV этап.

12. Вычисляем координаты точек теодолитного хода по формулам:

$$X_n = X_{n-1} + \Delta X,$$

$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta Y,$$

путем последовательного решения прямых геодезических задач на плоскости, начиная от исходного пункта до возвращения к нему же в замкнутом ходе. Это дает возможность контролировать правильность вычисления координат.

Вычисленные координаты заносим в графы 11 и 12 (приложение 1).

Ведомость вычисления координат необходимо аккуратно оформить в карандаше на листе бумаги 20×30 см.

V этап.

13. Пользуясь значениями вычисленных координат, следует нанести плановые точки на план масштаба 1:500. Для этого необходимо на чертежной или миллиметровой бумаге вычертить координатную сетку со сторонами квадратов 5 см и произвести соответствующую оцифровку координат на осях X и Y (рисунок 4).

Полученные на плане точки необходимо соединить прямыми линиями и надписать значения румбов и горизонтальных проложений сторон полигона (см. приложение 2).

Примечания. 1. Координатную сетку нанести в тонких линиях зеленой или синей тушью.

2. Точки соединить линиями толщиной 1-2 мм черной тушью или в карандаше.

3. Диаметр точек теодолитного хода для М: 1:500- 1,5 мм.

VI этап.

14. На план теодолитного хода М 1:500 накладываем контур здания 36×12 м (произвольно), два угла которого привязываем к плановым точкам ближайшей стороны полигона полярным способом.

15. Пользуясь поперечным масштабом, определяем координаты углов здания графическим способом.

В данном примере координаты точек:

$$\begin{aligned}X_A &= 1,40 \text{ м}, \quad Y_A = 20,20 \text{ м.} \\X_D &= 1,40 \text{ м}, \quad Y_D = 56,20 \text{ м.}\end{aligned}$$

Значения координат точек теодолитного хода т. 1 и т. 4 надо взять из ведомости вычисления координат (см. приложение 1):

$$\begin{aligned}X_1 &= 0,00 \text{ м} \quad X_4 = -36,70 \text{ м.} \\Y_1 &= 0,00 \text{ м} \quad Y_4 = 49,59 \text{ м.}\end{aligned}$$

16. Для определения длины стороны S_i решаем обратную геодезическую задачу, используя дирекционные углы направлений 1-А, 4-Д

$$\begin{aligned}\tan \gamma_i &= (\Delta Y_1) / \Delta X_1 \\S_i &= (\Delta X_1) / \cos \gamma_1\end{aligned}$$

Вычисляем приращения:

$$\begin{aligned}\Delta X_1 &= X_A - X_1 = 1,40 - 0,00 = 1,40 \text{ м} \\ \Delta Y_1 &= Y_A - Y_1 = 20,20 - 0,00 = 20,20 \text{ м}, \\ \Delta X_2 &= X_D - X_4 = 1,40 - (-36,70) = 38,10 \text{ м}, \\ \Delta Y_2 &= Y_D - Y_4 = 56,20 - 49,59 = 6,61 \text{ м.}\end{aligned}$$

Дирекционные углы направлений 1-А и 4-Д соответственно равны:

$$\begin{aligned}\tan \gamma_{1-A} &= 20,20 / 1,40 = 14,428 \\ \tan \gamma_{4-D} &= 6,61 / 38,10 = 0,1735 \\ \tan \gamma_{1-A} &= 86^\circ 02' \\ \tan \gamma_{4-D} &= 9^\circ 50'\end{aligned}$$

Длины сторон:

$$\begin{aligned}S_1 &= 1,40 / 0,06917 = 20,24 \text{ м} \\ S_2 &= 38,10 / 0,98530 = 38,67 \text{ м}\end{aligned}$$

17. Вычисляем значения углов β_1 и β_2 :

$$\begin{aligned}\text{угол } \beta_1 &= 90^\circ - r_{1-4} - \alpha_1 \\ \text{угол } \beta_2 &= r_{1-4} + \alpha_2;\end{aligned}$$

где:

α_1 и α_2 углы треугольников

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= 90^\circ - \gamma_{1-A} = 3^\circ 58' \\ \alpha_2 &= \gamma_{4-D} = 9^\circ 50' \\ \beta_1 &= 90^\circ - 53^\circ 30' + 3^\circ 58' = 40^\circ 28' \\ \beta_2 &= 53^\circ 30' + 9^\circ 50' = 63^\circ 20'\end{aligned}$$

18. Вычисленные значения расстояний и углов используем для составления разбивочного чертежа:

$$\begin{aligned}S_1 &= 20,24 \text{ м}; \quad \beta_1 = 40^\circ 28'; \\ S_2 &= 38,67 \text{ м}; \quad \beta_2 = 63^\circ 20'.$$

Примечание. Значения румбов брать из плана (см. таблицу 4)

Приложения к задаче 1

1. Ведомость вычисления координат (прил. 1).

2. План по координатам с привязкой здания к точкам планового обоснования — М1:500 (прил. 2).

Задача 2

По плану вертикальной планировки составить:

- картограмму земляных работ и произвести подсчет объемов земляных работ;
- план участка в горизонталях с вертикальной привязкой здания.

Этапы решения задачи:

1. Вычисление черных, проектных и рабочих отметок;
2. Составление картограммы земляных работ;
3. Вычисление объемов земляных работ;
4. Составление плана участка в горизонталях;
5. Вертикальная привязка здания к строительной площадке.

Примечание: на схеме даны отсчеты по черным сторонам рейки, устанавливаемой поочередно на вершинах квадратов, со сторонами 20х20м, разбитых на строительной площадке. Для высотного определения планируемой поверхности использования рабочий (строительный) репер 1, расположенный в непосредственной близости от планируемой

площадки. Отметка репера $H_{\text{реп}}=140,255$ м. Нивелирование произведено с одной станции (см. приложение 3).

Решение: 1 этап.

1. Вычертить на миллиметровой бумаге схему нивелирования в масштабе 1:500 (см. приложение 3) и с левой стороны условным знаком обозначить репер 1. Перенести на схему отсчеты по рейке на репере 1 и вершинах квадратов.

2. Определить отметку репера для своего варианта задачи. Для этого к отметке репера необходимо прибавить количество метров, равное сумме последних цифр варианта учащегося. Так, если вариант оканчивается числом 55, отметка репера будет равна:

$$H_{\text{реп}}=140,255+(5+5)=150,255 \text{ м.}$$

Отметку репера перенести на схему.

3. Вычислить отметку (отметка земли) вершин квадрата, для чего:

а) вычислить отметку горизонта инструмента (ГИ) со станции нивелирования, которая равна отметке репера плюс отсчет по черной стороне рейки «а», установленной на этом репере. Так, для рассматриваемого примера отметка горизонта инструмента будет равна:

$$\text{ГИ} = H_{\text{реп1}} + a = 150,255 + 1,312 = 151,567;$$

б) вычислить черные отметки вершин квадратов по формуле :

$$H_1 = \text{ГИ} - B_1 = 151,567 - 0,810 = 150,757,$$

$$H_2 = \text{ГИ} - B_2 = 151,567 - 0,724 = 150,843.$$

Полученные отметки необходимо округлить до второго десятичного знака:

$$H_1 = 150,757 = 150,76 \text{ м.}$$

$$H_2 = 150,843 = 150,84 \text{ м и т.п.}$$

4. Вычислить проектную (красную) отметку горизонтальной плоскости площадки по формуле (см. рисунок.7):

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4 \times n}$$

H_0 – проектная отметка;

$\sum H_1$ - сумма черных отметок ,входящих в один квадрат;

$\sum H_2$ - сумма черных отметок ,входящих в два квадрата;

$\sum H_3$ - сумма черных отметок , входящих в три квадрата;

$\sum H_4$ – сумма черных отметок ,входящих в четыре квадрата;
 n – число всех квадратов.

Примечание: 1. В рассматриваемом примере черные отметки «Н₃» отсутствуют.
 2. При вычисление проектной (красной) отметки руководствоваться приложением 4:

$$\begin{aligned}\sum H_1 &= (150,76 + 150,63 + 149,20 + 148,77) = 599,36; \\ \sum H_2 &= 2(150,84 + 150,56 + 150,00 + 149,83 + 149,85 + 149,05) = 2 \times 899,61 = 1799,22; \\ 4\sum H_4 &= 4(150,32 + 149,96) = 4 \times 300,28 = 1201,12;\end{aligned}$$

$$H_0 = \frac{599,16 + 1799,22 + 1201,12}{4 \times 6} = 149,99$$

Проектную (красную) отметку H_0 перенести на картограмму земляных работ (см. приложение 5).

5. Вычислить рабочие отметки на вершинах квадратов по формуле:

$$h = H_0 - H_{\text{чер}},$$

где:

h - рабочие отметки,
 H_0 - проектная (красная) отметка,
 $H_{\text{чер}}$ – черная отметка ,

$$\begin{aligned}h_1 &= H_0 - H_1 = 149,99 - 150,76 = - 0,78, \\ h_2 &= H_0 - H_2 \text{ и т. д.}\end{aligned}$$

Если рабочая отметка будет иметь знак «+», то это будет насыпь ,если знак «-», то это выемка.

2 этап.

6. Вычертить на миллиметровой бумаге сетку квадратов 20x20 м в масштабе 1:500.

7. На каждую вершину квадрата вынести соответственно: проектную (красную), черную и рабочую отметки (см. приложение 5).

Примечание: Черные отметки на картограмме обозначить черным цветом, проектные и рабочие – красным.

8. Определить местоположение точек нулевых работ. Указанные точки определяются на сторонах квадратов, имеющих противоположные знаки рабочих отметок. Расстояние от вершины квадрата до точки вычисляется по формуле:

$$X = \frac{a}{a + b} \times d$$

где:

X – расстояние от вершины квадрата до точки нулевых работ,
 a – рабочая отметка вершины квадрата, от которой определяется расстояние X (т. е. отметка выемки);

b – рабочая отметка другой вершины квадрата, в направлении которой определяется местоположение точки нулевых работ, (отметка насыпи);

d – длина стороны квадрата, равная 20 м;

При подстановке в формулу значений рабочих отметок их знаки во внимание не принимать.

9. Полученные значения расстояний x отложить в масштабе на соответствующих сторонах квадратов, после чего точки соединить прямыми линиями. Эти линии называются линиями нулевых работ (границами между насыпями и выемками). Площади фигур насыпей и выемок оформить условными знаками.

3 этап.

10. По составленной картограмме земляных работ подсчитать объем насыпей и выемок в каждом квадрате следующим образом:

а) пронумеровать квадраты и геометрические фигуры, полученные в результате обозначения линий нулевых работ, и записать их в картограмму земляных работ (приложение 5);

б) определить средние рабочие отметки вершин каждой фигуры и записать их в таблицу объемов земляных работ (приложение 6, графа 2). Если рассматриваемая фигура будет иметь форму четырехугольника, то:

$$h_{cp} = \sum h_i / 4,$$

где:

h_{cp} – средняя отметка.

$\sum h_i$ – сумма рабочих отметок на вершинах четырехугольника, включая и точки нулевых работ. Если рассматриваемая фигура будет иметь форму треугольника, то:

$$h_{cp} = \sum h_i / 3;$$

в) подсчитать площади пронумерованных фигур и записать их в таблицу объемов земляных работ (приложение 6, графа 3):

г) определить объемы насыпей и выемок в каждом квадрате путем умножения средней рабочей отметки на площадь фигуры и записать их значение в таблицу (приложение 6, графы 4 и 5). Полученные значения объемов земли (в m^3) округлить до целых чисел;

д) составить общий баланс земляных работ, подсчитать суммы объемов земли (в m^3) всех насыпей и выемок;

е) вычислить погрешность баланса (в %) по формуле:

$$\Delta V\% = \frac{\sum \max - \sum \min}{\sum V_{\text{нас}} + \sum V_{\text{в}}} \times 100\%$$

где:

\sum_{\max} - наибольшее значение;

\sum_{\min} - наименьшее значение из полученных значений объемов насыпей или выемки;

$\sum V_{\text{нас}}$ - сумма объемов насыпей, м³;

$\sum V_{\text{в}}$ - сумма объемов выемок, м³ .

ж) сравниваем полученную погрешность с допустимой: $\Delta V\% \leq 5\%$

Примечание: Схему нивелирования, картограмму земляных работ и таблицу объемов земли оформить тушью или в карандаше, кроме надписей на листах миллиметровой бумаги 20х20 см, в соответствии с приложениями 3, 5, 6.

4 этап.

11. План участка местности в горизонталях составляем на листе чертежной бумаги 20х30 см в масштабе 1:500 (приложение 7).

Для составления необходимо:

а) нанести на план сеть квадратов со сторонами 20×20 м (см. приложение 3). Отметки вершин квадратов, округленных до 2-го десятичного знака, перенести на план;

б) нанести на план горизонтали. Высота сечения рельефа для масштаба 1:500 h , и последовательном соединении их плавными кривыми линиями. Определение положения этих точек на плане называется **интерполированием**. Интерполирование можно выполнить графическим или аналитическим способом, определяют расстояния от вершины квадратов до точек и откладывают расстояния в масштабе 1:500.

Рассмотрим графический способ интерполирования – **ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ ПАЛЕТКОЙ**. Интерполировать при любом способе нужно все стороны квадратов. Палетка представляет собой прозрачный лист бумаги (пленки) с нанесенными на нем через равные интервалы (0,5-1 см) параллельными линиями. Количество линий в палетке будет соответствовать количеству интервалов высот через 0,5м между наименьшей и наибольшей отметками плана. Для удобства интервал высоты 0,5м разделим на 5 частей, т. е. через 0,1м. В рассматриваемом примере количество интервалов.

$$П = 150,84 - 148,77 / 0,5 = 2,07 / 0,5 = 4,14 \approx 4.$$

Готовим палетку для 4 интервалов с 5 линиями (см. рис. 1, приложение 8). На палетке фиксируют иглой или карандашом положение точки 1 с отметкой 150,76, совмещают точку и при помощи иглы с вершиной квадрата 1 и вращают палетку вокруг точки до тех пор, пока точка 5 не займет на палетке положение, соответствующее ее отметке, т.е. 150,00 м.

Точку пересечения линий палетки с отметкой 150,50 со стороной квадрата 1 - 5 при помощи иглы или карандаша переносят на план. Эта точка

«а» и является следом горизонтали, имеющей отметку 150,50 (см. рис. 2, приложение 8).

Аналогично определяют положение точки «в» на стороне 2 - 6 с отметкой 150,50 м. Выполнив интерполяцию квадрата 1-2-5-6, переходят к интерполяции следующего квадрата и т. д.

Соединяют точки, имеющие одинаковые отметки, плавной кривой (см. приложение 7, рис.3) и получают горизонталь с отметкой 149,50. Горизонтالي вычерчивают краской или тушью коричневого цвета. Вверх цифр должен быть обращен в сторону повышения рельефа.

5 этап.

Подобные задачи встречаются при курсовом и дипломном проектировании. Требуется произвести вертикальную привязку проектируемого здания АВСД к строительной площадке, рельеф которой изображен горизонталями на плане масштаба 1:500 (см. приложение 7). Проектный уклон i принять равным 0,01, или 10%.

Для выполнения этой работы необходимо:

1) Произвольно расположить здание АВСД 36×12 м на плане в этом масштабе;

2) Найти черные отметки углов здания АВСД и проставить их на чертеже. Для определения отметок точек АВСД необходимо воспользоваться следующими рекомендациями:

а) если точка располагается на горизонтали, ее отметка равна отметке этой горизонтали,

б) если точка располагается между двумя горизонталями, то ее отметка будет соответствовать отметке младшей по высоте горизонтали плюс превышение x . Необходимо через эту точку провести кратчайшим путем линию, соединяющую обе горизонтали, измерить длину отрезков « m » и « d » при помощи масштабной линейки:

m – расстояние от точки до горизонтали, младшей по высоте,

d – заложение – расстояние между двумя горизонталями.

Отметка точки

$$H = H_{\text{м.г.}} + X,$$

где:

$$X = m/d \times h,$$

$H_{\text{м.г.}}$ - отметка младшей по высоте горизонтали,

h - высота сечения рельефа ($h=0,5$).

3. Найти красные отметки углов здания АВСД и проставить их на чертеже:

а) для определения красных отметок сначала надо найти отметку планировки как среднее арифметическое суммы двух черных отметок противоположных углов здания, большая из которых $H_{\text{в}} = 150,45$ м, меньшая $H_{\text{д}} = 149,72$ м.

$$H_0 = \frac{150,45 + 149,72}{2} = 150,08 \text{ м}$$

б) затем определяется превышение между этими точками

$$h'=(a+ b) \times i ,$$

где:

i – проектный уклон планировки,

a и b – соответственно длина и ширина здания,

$$h= (36,00 + 12,00) \times 0,010 = 0,48 \text{ м};$$

в) красная отметка угла здания В будет выше H_0 на половину превышения, а угол Д ниже на ту же величину:

$$H_{В-к} = H_0 + 0,5 \times h = 150,08 + 0,24 = 150,32 \text{ м};$$

$$H_{Д-к} = H_0 + (-0,5 \times h) = 150,08 - 0,24 = 149,84 \text{ м};$$

г) красные отметки у углов здания А и С можно определить от любого угла, отметка которого известна, с учетом заданного уклона планировки и расстояния между точками:

$$H_{А-к} = H_{Д-к} + a \times i = 149,84 + 36,0 \times 0,010 = 150,20 \text{ м}.$$

$$H_{С-к} = H_{Д-к} + b \times i = 149,84 + 12,0 \times 0,010 = 149,96 \text{ м}.$$

Приложения к задаче 2.

1. Схема нивелирования по квадратам – М 1 : 500 (прил. 3).
2. Картограмма земляных работ – М 1 : 500 (прил. 5).
3. Таблица подсчета объемов земляных работ (прил. 6).
4. План вертикальной привязки здания к строительной площадке – М 1 : 500 (прил. 7).

Ведомость вычисления координат.

№ углов	Измеренные углы	Исправленные углы	Дирекционные углы	Румбы	Горизонтальные протяжения линий	Приращения								Координаты	
						Вычисленные				Исправленные					
							ΔX		ΔY		ΔX		ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6		7		8		9		10	11	12
1	110°06′	110°06′												0	0
			16°24′	СВ:16°24′	50,36	+	48,31	+	14,22	+	48,31	+	14,22		
2	81°01′,5	81°01′												+48,31	+14,22
			115°23′	ЮВ:64°37′	64,12	-	27,48	+	57,93	-	27,49	+	57,94		
3	93°57′,5	93°57′												+20,82	+72,16
			201°26′	ЮЗ:21°26′	61,79	-	57,52	-	22,58	-	57,52	-	22,57		
4	74°56′5	74°56′												-36,70	+49,59
			306°30′	СЗ:53°30′	61,70	+	36,70	-	49,60	+	36,70	-	49,59		
														0	0
360°01′,5		360°00′	P=237,93				0,01		-0,03		0		0		

План теодолитного хода.

Масштаб 1:500.

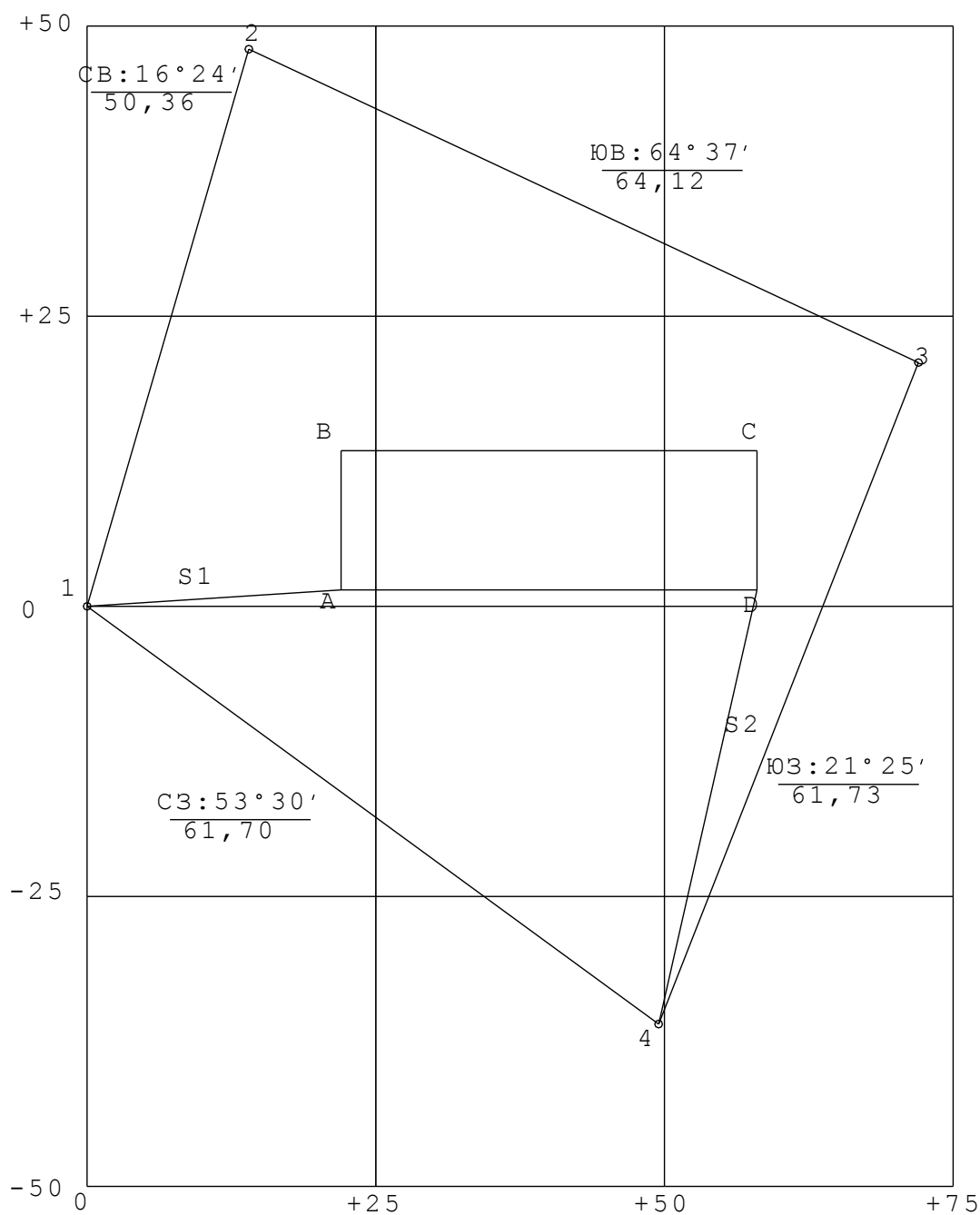
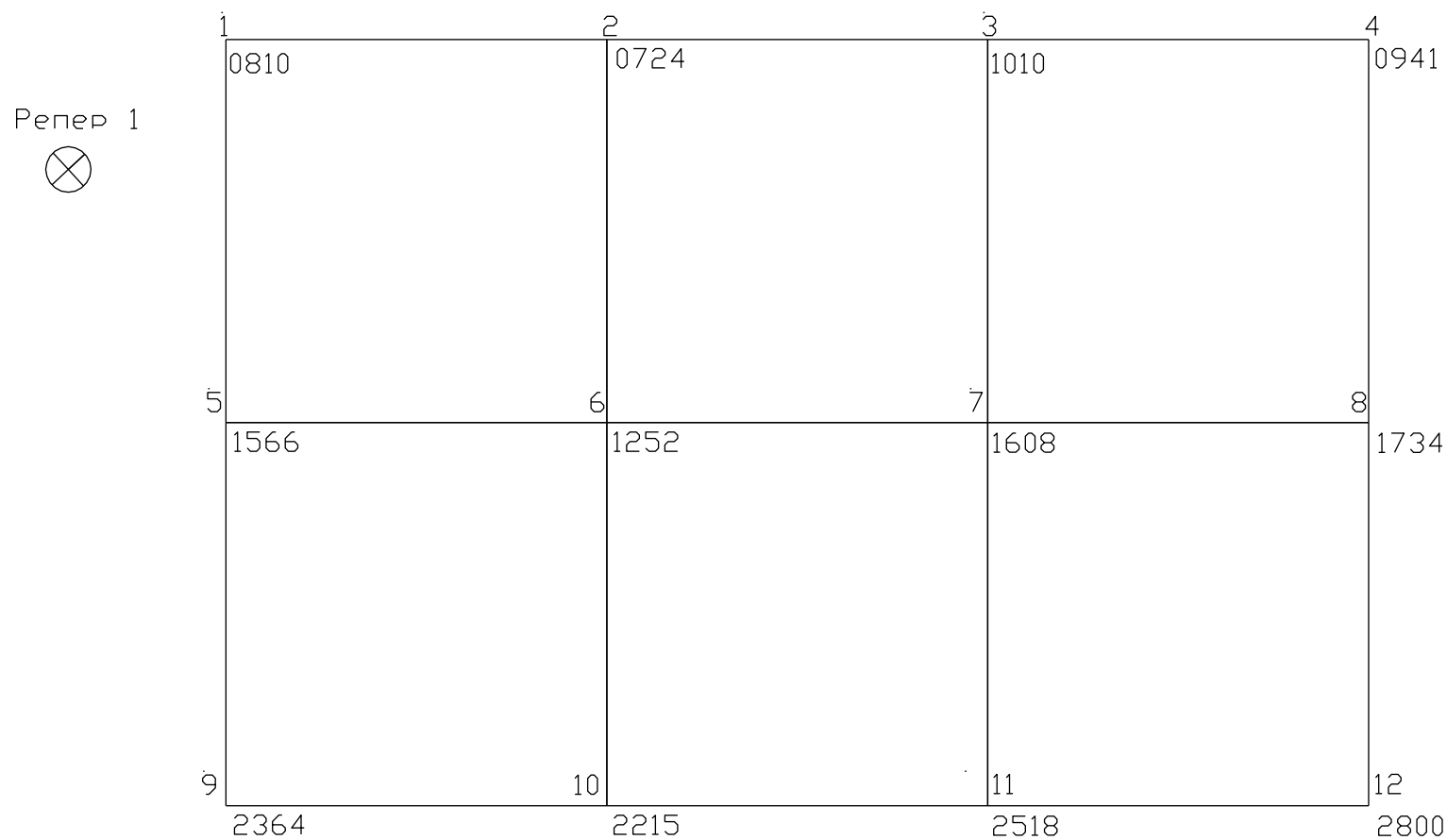


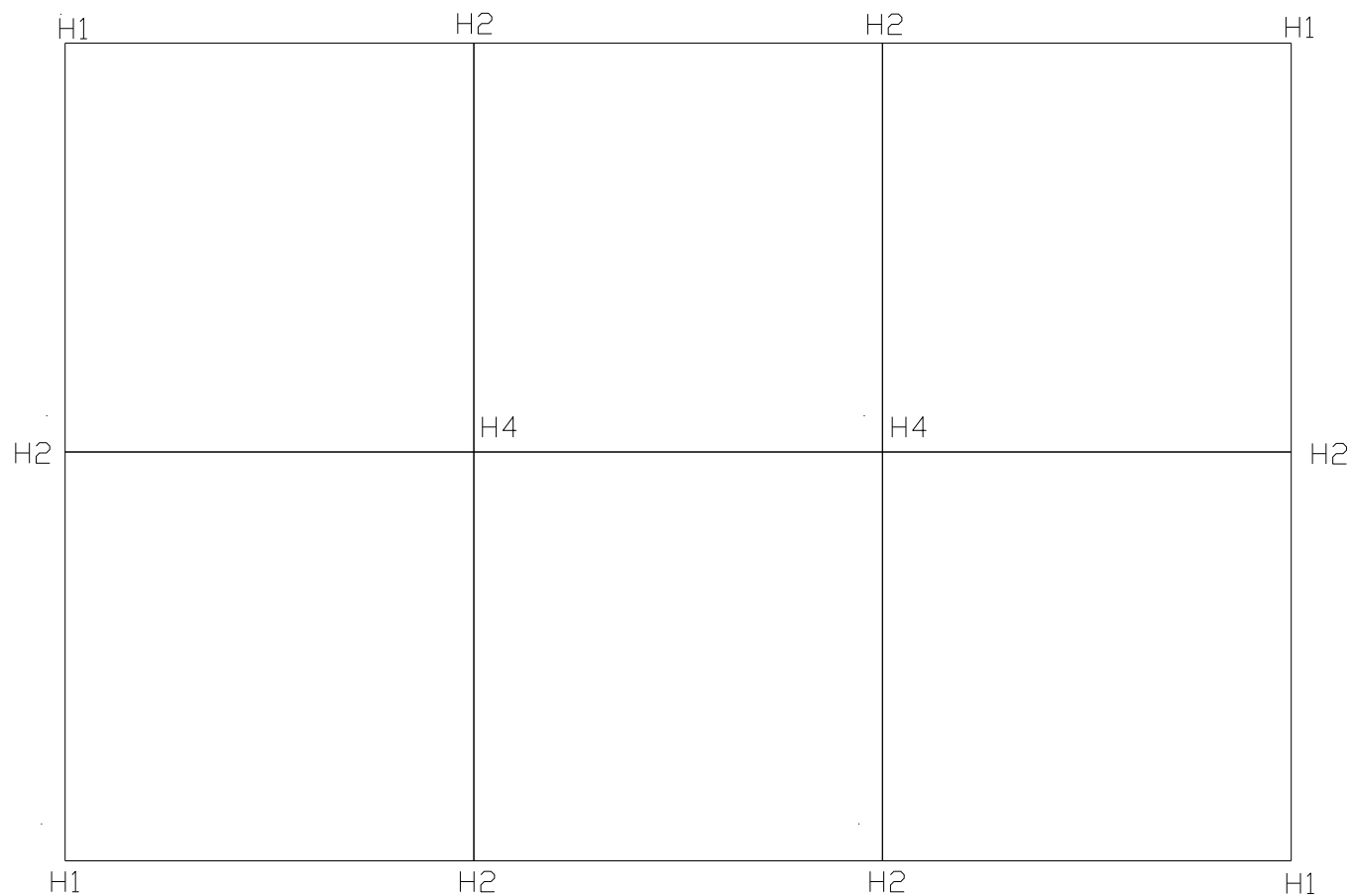
Схема нивелирования площадки
Масштаб 1:500.



Отметка репера: $H_{\text{рп}}=150,255\text{м.}$

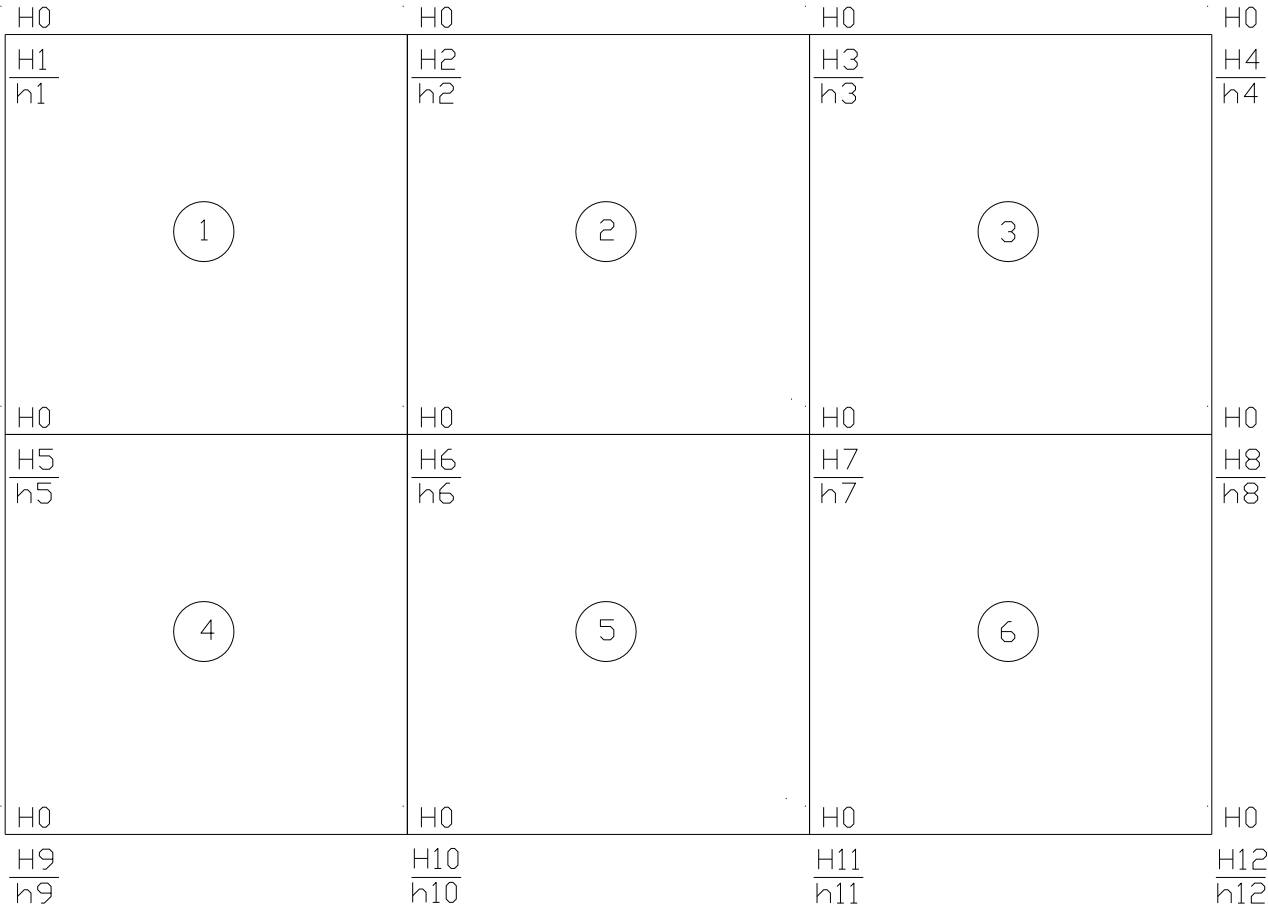
Отсчет по рейке на репере: $a=1312.$

Определение проектной отметки.

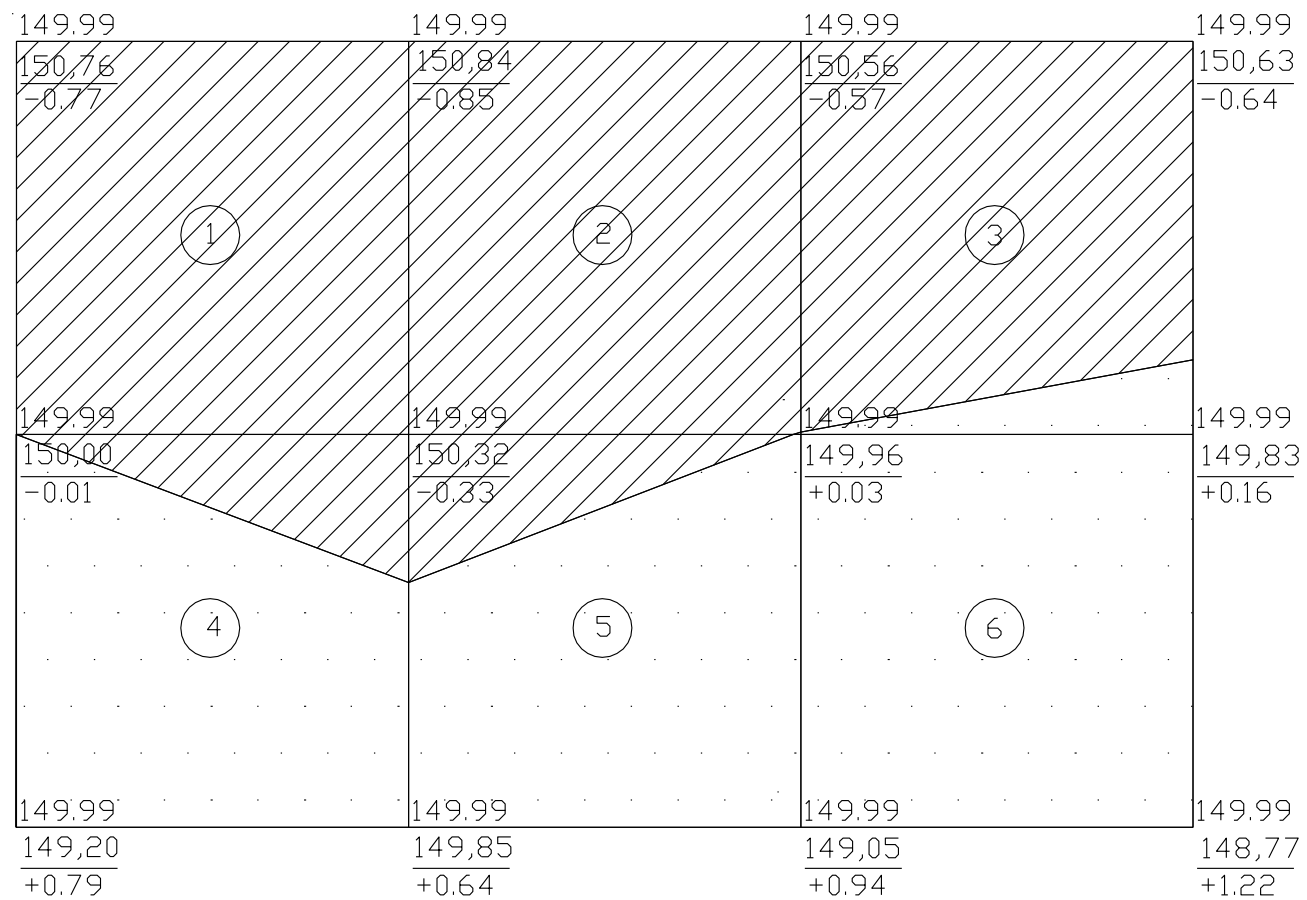


$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4 \times n}$$

***Картограмма земляных работ
Масштаб 1:500***



Картограмма земляных работ
Масштаб 1:500



Вертикальная привязка здания АВСД к строительной площадке.

Масштаб 1:500

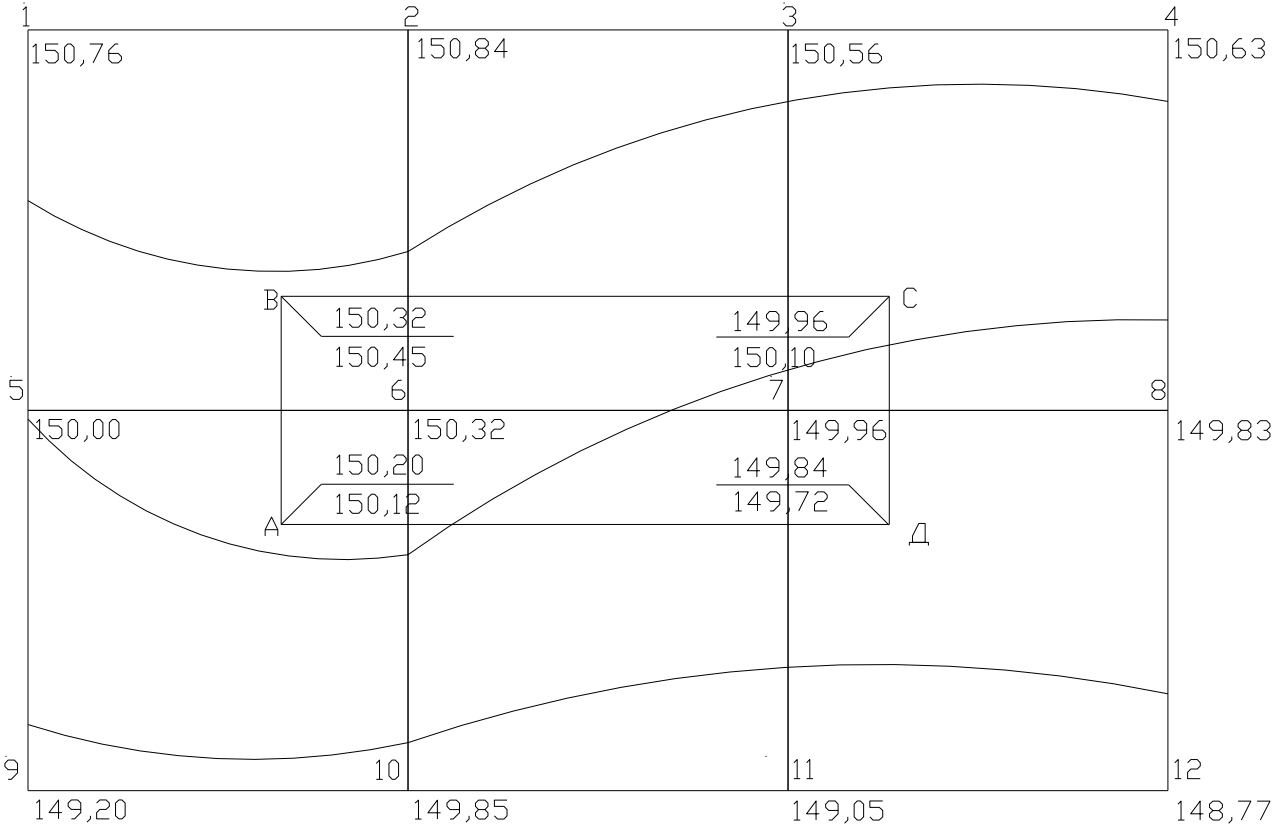




Рис. 1 Палетка

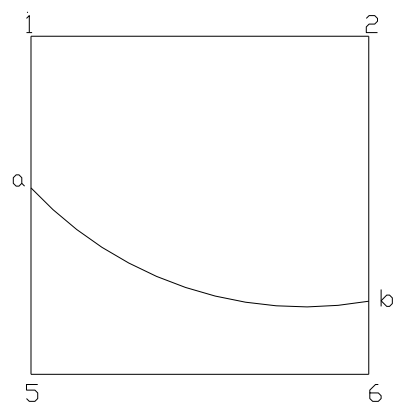


Рис.3 Построение горизонтали в квадрате 1-2-5-6

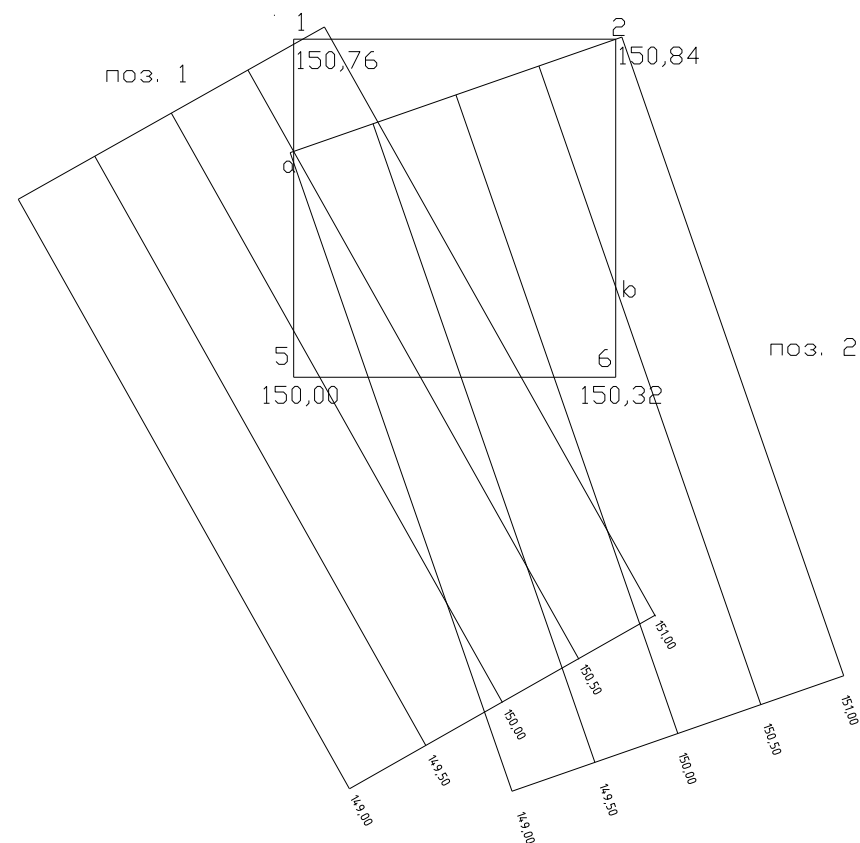


Рис.2 Интерполирование при помощи палетки квадрата 1-2-5-6.

Таблица
для подсчета объемов земляных работ

№ квадратов или их частей	Средняя рабочая отметка	Площадь квадрата или его части	Объемы земляных работ, м ²	
			насыпь	выемка
1	2	3	4	5
1				
2				
3-н				
3-в				
4-н				
4-в				
5-н				
5-в				
6				

