|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Автономная некоммерческая профессиональная образовательная организация  **«УРАЛЬСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»** |  |

# **ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ**

Методические указания и контрольные задания

для студентов - заочников

по специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Екатеринбург

2015

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| ОДОБРЕНО  Цикловой комиссией  технологии строительства | Составлено в соответствии с рабочей программой по дисциплине для специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» |
| Председатель комиссии  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Н. Гараева  «30» мая 2015 г. | Директор  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.И. Овсянников  «30» мая 2015 г. |

Составитель: Семенова Т.Г., преподаватель АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум».

#### I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплинаОП.04. Основы геодезии предусматривает изучение теоретических основ производства инженерно- геодезических измерений при выполнении строительных работ, а также получение практических навыков в работе с основными геодезическими инструментами, ознакомление с современными геодезическими инструментами и методами выполнения геодезических работ, получение навыков в составлении основных геодезических документов и чертежей.

По данной дисциплине предусматривает выполнение одной домашней контрольной работы, охватывающей все разделы рабочей программы.

Материал, выносимый на установочные и обзорные занятия, а также перечень выполняемых практических занятий и лабораторных работ определяются учебным заведением, исходя из профиля подготовки выпускника, контингента студентов (работающих и не работающих по избранной специальности) и соответствующего учебного плана.

На установочных занятиях студентов знакомят с программой дисциплины, методикой работы над учебным материалом и дают разъяснения по выполнению одной домашней контрольной работы.

Варианты домашней контрольной работы составлены применительно к действующей примерной программе по дисциплине.

Обзорные лекции проводятся по сложным для самостоятельного изучения темам программы.

Проведение практических занятий и лабораторных работ предусматривает своей целью закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических умений по программе учебной дисциплины.

Выполнение домашней контрольной работы определяет степень усвоения студентами изученного материала и умение применять полученные знания при решении практических задач.

Учебный материал рекомендуется изучать в той последовательности, которая дана в методических указаниях:

-Ознакомление с примерным тематическим планом и методическими указаниями по темам;

-Усвоение программного материала по рекомендуемой литературе;

-составление ответов на вопросы для самоконтроля, приведенные после каждой темы.

При изложении материала необходимо соблюдать единство терминологии, обозначений, единиц измерения в соответствии с действующими стандартами (СНиПами, ГОСТами).

Целью курса является формирование понятий о геодезических съемках.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

В результате освоения дисциплины студент должен

**уметь**:

- читать ситуации на планах и картах;

- определять положение линий на местности;

- решать задачи на масштабы;

- решать прямую и обратную геодезическую задачу;

- выносить на строительную площадку элементы стройгенплана;

- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек;

- проводить камеральные работы по окончании теодолитной съемки и геометрического нивелирования;

**знать:**

- основные понятия и термины, используемые в геодезии;

- назначение опорных геодезических сетей;

- масштабы, условные топографические знаки, точность масштаба;

- систему плоских прямоугольных координат;

- приборы и инструменты для измерений: линий, углов и определения превышений;

- виды геодезических измерений.

**II. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Наименование разделов и тем** |
|  | **Введение. Основные понятия.** |
|  | Предмет и задачи геодезии. Основные сведения о форме и размерах земли. |
|  | **Раздел 1. Топографические карты, планы и чертежи** |
| 1.1 | Общие сведения. Определение положения точек земной поверхности, системы географических и прямоугольных координат, высоты точек. Понятие о карте, плане и профиле. |
| 1.2 | Масштабы топографических планов, карт. Условные знаки, классификация. |
| 1.3 | Рельеф местности. Формы рельефа. Методы изображения рельефа на планах и картах. |
| 1.4 | Ориентирование направлений. |
| 1.5 | Прямоугольные координаты точек. Прямая и обратная геодезические задачи. |
|  | **Раздел 2. Геодезические измерения** |
| 2.1 | Сущность измерений. Виды геодезических измерений. |
| 2.2 | Угловые измерения. Изучение теодолита 2Т30,2Т30П. |
| 2.3 | Линейные измерения. |
|  | **Раздел 3. Понятие о геодезических съемках** |
| 3.1 | Общие сведения. Назначение и виды геодезических съемок. |
| 3.2 | Назначение и виды теодолитных ходов. Состав полевых работ по проложению теодолитного хода. |

**III. ЛИТЕРАТУРА**

**Основные источники:**

1. М.И Киселёв, ДШ Михелев Геодезия-Москва, ACADEMIA, 2010.

1.И. Ф. Куштин, В. И. Куштин. Геодезия : учеб.-практ. пособие - Ростов н/Д : Феникс, 2009.

2.Г. Д. Курошев, Л. Е. Смирнов. Геодезия и топография: учебник для вузов - 2-е изд. - М.: Академия, 2008.

3.В. Ф. Перфилов, Р. Н. Скогорева, Н. В. Усова. Геодезия : учебник для вузов - 3-е изд. - М. : Высш. шк., 2006.

**Дополнительные источники:**

11. А.В.Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. Геодезия-М. КолосС .2007г.

Нормативная литература:

17. СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве.

18. СНиП II-02-96 Инженерные изыскания для строительства . Основные положения -М. Минстрой России,1997г.

19. ГОСТ 21508-93. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объёктов.

**IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕМАМ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

**ВВЕДЕНИЕ**

При изучении темы следует усвоить основные термины и понятия, уяснить порядок определения положения точек на земной поверхности с помощью различных систем координат, разобраться с системой высот точек.

Для лучшего усвоения материал рекомендуется кратко законспектировать и вычертить сопровождающие схемы.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Какие основные вопросы изучаются дисциплиной «Основы геодезии»?
2. Какова роль геодезии в строительстве?
3. Что такое отметка точки и превышение?

**Раздел 1. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ, ПЛАНЫ И ЧЕРТЕЖИ**

**Тема 1.1 Общие сведения**

Изображение земной поверхности на плоскости, метод ортогонального проектирования. Следует усвоить основные термины и понятия: горизонтальное проложение, угол наклона, горизонтальный угол, карта, план, превышения, Балтийская система высот.

**Тема 1.2 Масштабы топографических планов, карт. Картографические условные знаки.**

При изучении темы усвоить:

-определение масштаба, формы записи масштаба на планах и картах: численная, именованная, графическая;

-точность масштаба, государственный масштабный ряд;

-условные знаки, классификация условных знаков.

**Тема 1.3 Рельеф местности и его изображение на топографических картах и планах**

Следует усвоить и запомнить определение термина «рельеф местности», основные формы рельефа и их элементы; характерные точки и линии, метод изображения основных форм рельефа горизонталями; высота сечения, заложение. Усвоить методику определения высот горизонталей и высот точек, лежащих между горизонталями. Уклон линии.

Усвоить понятие профиля, принцип и методику его построения по линии, заданной на топографической карте.

Начертить соответствующие схемы в конспект.

**Тема 1.4 Ориентирование направлений**

При изучении темы нужно усвоить смысл ориентирования линии на местности. Истинные и магнитные азимуты, склонение магнитной стрелки. Прямой и обратный азимуты. Румбы. Формулы связи между румбами и азимутами. Понятие дирекционного угла. Сближение меридианов. Формулы передачи дирекционного угла. Методика ориентирования плана, карты по буссоли.

**Тема 1.5 Прямоугольные координаты точек. Прямая и обратная геодезическая задачи**

Усвоить сущность прямой и обратной геодезических задач. Алгоритм решения задач. Оцифровка сетки плоских прямоугольных координат на топографических картах и планах. Схема определения прямоугольных координат заданной точки.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Основные геодезические чертежи (план, карта, профиль).
2. Каким образом можно определить положение точек на земной поверхности (географическая и зональная прямоугольная, прямоугольная системы координат).
3. Что такое абсолютная и относительная отметки точки и превышение, горизонтальное проложение, уровенная поверхность? Как найти превышение?
4. Что такое масштаб? Виды масштабов, точность масштаба, государственный масштабный ряд.
5. Что такое горизонтальное проложение?
6. Условные знаки на планах, картах, геодезических и строительных чертежах.
7. Что такое рельеф? Типовые формы рельефа.
8. Горизонтали. Их характеристики и свойства, высота сечения рельефа, заложение.
9. Что такое уклон линии и как его подсчитать?
10. Как определить уклон линии на плане с горизонталями.
11. Методика определения отметок на плане участка с горизонталями.
12. Понятие об ориентировании. Азимуты (истинный и магнитный), дирекционные углы и румбы. Углы сближения меридианов, склонение магнитной стрелки. Прямые и обратные направления.
13. Зависимость между дирекционными углами и румбами.
14. Как определить дирекционные углы и румбы последующих линий по исходному дирекционному углу и измеренным правым углам.
15. Как вычислить румб линии, если известен дирекционный угол.
16. В чем суть плоских прямоугольных координат?
17. Как решается прямая геодезическая задача. Знаки приращений.
18. Как решается обратная геодезическая задача. Знаки приращений.

**Раздел 2 ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

**Тема 2.1 Сущность измерений.**

**Классификация и виды геодезических измерений**

При изучении материала нужно уяснить, какие виды геодезических измерений встречаются в практике геодезических работ и показатели их точности.

Факторы и условия измерений. Виды измерений: непосредственные, косвенные, необходимые, дополнительные, равноточные, неравноточные. Понятие о государственной системе стандартизации и метрологии измерительной техники.

**Тема 2.2 Угловые измерения**

В чем принцип измерения горизонтального угла и обобщенная схема устройства теодолита. Основные части и оси угломерного прибора. Требования к взаимному положению осей и плоскостей.

ГОСТ на теодолиты. Устройство теодолита (типа Т30, 2Т30): характеристика кругов, основных винтов и деталей. Назначение и устройство уровней: ось уровня, цена деления уровня. Зрительная труба, основные характеристики; сетка нитей. Характеристика отсчетного приспособления. Правила обращения с теодолитом. Поверки и юстировки теодолита (типа Т30, 2Т30).

Порядок работы при измерении горизонтального угла одним полным приемом: приведение теодолита в рабочее положение, последовательность взятия отсчетов и записи в полевой журнал, полевой контроль измерений. Факторы, влияющие на точность измерения горизонтальных углов, требования к точности центрирования и визирования.

Технология измерения вертикальных углов, контроль измерений и вычислений. Устройство нитяного дальномера теодолита.

**Тема 2.3 Линейные измерения**

Изучить основные методы линейных измерений. ГОСТ на мерные ленты и рулетки; мерный комплект; методика измерения линий лентой; точность измерений, факторы, влияющие на точность измерений линий лентой (рулеткой); компарирование; учет поправок за компарирование, температуру, наклон линий; контроль линейных измерений.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Виды геодезических измерений.
2. Приборы, применяемые для измерения расстояний на местности.
3. С какой целью выполняется компарирование мерных лент и рулеток?
4. Как измеряется расстояние? Поправки, вводимые при измерении расстояний.
5. Назначения теодолита, его основные части.
6. Установка теодолита, приведение в рабочее положение (последовательность).
7. Как выполнить поверки и юстировки теодолита.
8. Как вычислить коллимационную погрешность теодолита по результатам взятия отсчётов при КП и КЛ; описать способ юстировки.
9. Как вычислить погрешность вертикального круга теодолита и подсчитать величину вертикального угла.
10. Как измерить горизонтальный угол (схема)? Назвать все винты, которыми вы при этом работаете. Показать отсчётное устройство.
11. Как измерить вертикальный угол (схема). Журнал измерения вертикальных углов?

**Раздел 3 ПОНЯТИЕ О ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ**

**Тема 3.1 Общие сведения**

Изучить назначение и виды геодезических съемок. Геодезические сети, как необходимый элемент выполнения геодезических съемок и обеспечения строительных работ. Трактовка задачи по съемке как определения планового и высотного положения точки относительно исходных, тем или иным способом. Основные сведения о государственных плановых и высотных геодезических сетях. Закрепление точек геодезических сетей на местности. Простейшие схемы построения сетей сгущения.

**Тема 3.2 Назначение, виды теодолитных ходов. Состав полевых, камеральных работ по проложению теодолитного хода**

Теодолитный ход, как простейший метод построения плановой опоры (сети) для выполнения геодезических съемок, выноса проекта в натуру. Замкнутый и разомкнутый виды теодолитных ходов. Схемы привязки теодолитных ходов к пунктам геодезической сети. Состав полевых работ по проложению теодолитного хода: рекогносцировка и закрепление точек, угловые измерения на точках теодолитного хода, измерения длин сторон теодолитного хода. Полевой контроль. Обработка журнала полевых измерений.

Состав камеральных работ: контроль угловых измерений в теодолитных ходах, уравнивание углов, контроль линейных измерений в теодолитных ходах, уравнивание приращений координат и вычисление координат точек хода; алгоритмы вычислительной обработки, ведомость вычисления координат точек теодолитного хода; нанесение точек теодолитного хода по координатам на план.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Общие сведения о геодезических сетях, плановые и высотные сети, знаки закрепления сетей.
2. Виды геодезических сетей.
3. Типы геодезических знаков.
4. Порядок обработки материалов теодолитного хода. Полевой контроль измерений.
5. Назначение теодолитного хода.
6. Состав работ по теодолитному ходу. Требования к выбору станции.
7. Как оценить точность угловых измерений при прокладке замкнутого теодолитного хода по вычисленной практической сумме измеренных внутренних углов; f-? пр, n.
8. Как определить точность работ по прокладке теодолитного хода, если известны вычисленные невязки на координатные оси fx, fy, P (периметр хода).

**V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа состоит из десяти вариантов. Каждый вариант контрольной работы содержит четыре теоретических вопроса и три задачи.

Изучать дисциплину рекомендуется последовательно по темам, в соответствии с примерным тематическим планом и методическими указаниями к ним. Степень усвоения материала проверяется умением отвечать на вопросы для самоконтроля, приведенные в конце (раздела).

Вариант контрольной работы определяется по последней цифре шифра- номера личного дела студента.

При окончании номера на «0» выполняется вариант на №10, при последней цифре «1»- вариант №1 и т. д.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

-в контрольную работу записывать контрольные вопросы и условия задач. После вопроса должен следовать ответ на него. Содержание ответов должно быть четким и кратким;

- решение задач следует сопровождать пояснениями;

-вычислениям должны предшествовать исходные формулы;

- для всех исходных и вычисленных физических величин должны указываться размерности;

- приводятся необходимые эскизы, схемы.

На каждой странице оставляется поле шириною 3-4 см для замечаний проверяющего работу. За ответом на последний вопрос приводится список использованной литературы, указывается методическое пособие, по которому выполнялась работа, ставится подпись исполнителя и оставляется место для рецензии.

На обложке работы указывают учебный шифр, наименование дисциплины, курс, отделение, индекс учебной группы, фамилию, имя и отчество исполнителя, точный почтовый адрес.

В установленные учебным графиком сроки студент направляет выполненную работу для проверки в учебное заведение.

Домашние контрольные работы оцениваются «зачтено» или «не зачтено».

После получения прорецензированной работы студенту необходимо исправить отмеченные ошибки, выполнить все указания преподавателя, повторить недостаточно усвоенный материал.

Не зачтенные контрольные работы подлежат повторному выполнению.

Задания, выполненные не по своему варианту, не зачитываются и возвращаются студенту. В методических указаниях приведены примеры решения задач.

**VI. ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ**

**Методические указания**

Выполнение контрольной работы включает теоретические вопросы и практические задачи.

**Задание №1**

Ответить на вопросы в соответствии с вариантом (вариант определяется по последней цифре шифра- номера студента).

Вариант-1

1. Основные вопросы изучаемые дисциплиной «Основы геодезии»? Какова роль геодезии в строительстве?
2. Виды теодолитов. Назначение и устройство теодолита (Т 30). Геометрическая схема.
3. Геометрическое нивелирование из середины, его схема.
4. Виды теодолитных ходов.

Вариант-2

1. Каким образом можно определить положение точек на земной поверхности (географическая и зональная прямоугольная, прямоугольная системы координат).
2. Виды нивелиров. Назначение и устройство нивелира. Схема.
3. Общие сведения о геодезических сетях, плановые и высотные сети, знаки закрепления сетей.
4. Порядок нивелирования трассы. Содержание и технология полевых работ.

Вариант-3

1. Дайте определение основным видам геодезических чертежей.
2. Приведение теодолита в рабочее положение. Поверки и юстировки теодолита (Т30).
3. В чем суть геодезического обоснования, его виды?
4. Нивелирные рейки.

Вариант-4

1. Масштабы применяемы при составлении геодезических чертежей (словесный, линейный, поперечный и т.д.).
2. Способы измерения горизонтальных углов теодолитом.
3. Порядок нивелирования трассы. Пикетажный журнал. Профиль трассы.
4. Геодезическое сопровождение при монтаже подкрановых балок.

Вариант-5

1. Приведите основные виды условных знаков для геодезических чертежей. Дайте их характеристику.
2. Измерение вертикального угла теодолитом. Необходимые вычисления, схема.
3. Нивелирование площадей, зачем нивелируют поверхность. Как определить черные отметки, красную и рабочие отметки?
4. Геодезическое сопровождение при монтаже ферм (балок) покрытия.

Вариант-6

1. Что такое рельеф, его типовые формы, как рельеф изображается с помощью горизонталей?
2. Как измеряется расстояние? Поправки, вводимые при измерении расстояний.
3. В чем суть способов выноса на местность основных точек сооружения (полярного, прямоугольных координат, засечек)?
4. Какими геодезическими работами сопровождается строительство кирпичных зданий?

Вариант-7

1. Какие знаки применяются для закрепления геодезических точек на местности?
2. Виды геодезических измерений.
3. Как делается разбивка сооружения? Для чего делается обноска и как на нее выносят оси здания?

4. Какие геодезические работы нужно выполнять при монтаже стеновых панелей многоэтажных бескаркасных зданий?

Вариант-8

1. С какой целью выполняется компарирование мерных лент и рулеток? Измерение расстояний на местности с помощью мерных лент. Схема.
2. Способы геометрического нивелирования.
3. Как передать разбивочные оси здания в котлован, траншею?
4. Геодезические работы при монтаже многоэтажных каркасных зданий.

Вариант-9

1. Что такое азимут? Какие бывают азимуты? Что такое румб линии? Зависимость между азимутами и румбами.
2. Поверки и юстировки нивелира. Краткие сведения о нивелирных рейках.
3. Как разбить на местности линию с заданным проектным уклоном. Схема.
4. Как определить высоту труднодоступного сооружения.

Вариант-10

1. Реперы. Их назначение и виды.
2. Назначение теодолитного хода. Состав работ по теодолитному ходу. Требования к выбору станции.
3. Как передают на всех строящихся сооружениях проектные отметки и разбивочные оси? Схема.
4. Геодезическое обеспечение монтажа металлических конструкций.

**Задание №2**

***Задача 1***

Определить отметку последующей точки через отметку предыдущей. При способе нивелирования «вперед».

Решить двумя способами: через превышение и через горизонт инструмента. Привести схему.

Таблица 1- Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Отметка начальной точки, м (Н1) | Высота инструмента, м (i) | Отсчет по передней рейке, мм (П) |
| 0 | 76, 45 | 1467 | 0987 |
| 1 | 123,67 | 1564 | 2435 |
| 2 | 132,46 | 0987 | 2108 |
| 3 | 86,98 | 1092 | 1780 |
| 4 | 45,67 | 1143 | 1350 |
| 5 | 165,78 | 1709 | 1092 |
| 6 | 190,24 | 1542 | 0451 |
| 7 | 198,67 | 1261 | 1032 |
| 8 | 34,87 | 0978 | 2681 |
| 9 | 65,73 | 1352 | 2065 |
| 10 | 191,55 | 1680 | 1539 |

**Пример решения задачи**

(вариант-0)

1. Определение отметки точки через превышение - h.

h = i-П= 1467-0987= 0480мм,

H2=Н1+ h=76,45+0,480= 76,93м

1. Определение отметки точки через горизонт инструмента - ГИ.

ГИ= Н1+ i= 76,45+1,467=77, 917м,

H2=ГИ-П=77,917-0,987= 76,93м.

***Задача 2***

Определить отметку последующей точки через отметку предыдущей при способе нивелирования «из середины».

Решить двумя способами: через превышение и через горизонт инструмента. Привести схему.

Таблица 2- Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Отметка начальной точки, м (Н1) | Отсчет по задней рейке, мм (П) | Отсчет по передней рейке, мм (П) |
| 0 | 29,750 | 1730 | 2810 |
| 1 | 125,73 | 2732 | 1542 |
| 2 | 190,25 | 1780 | 1261 |
| 3 | 176,01 | 0923 | 0978 |
| 4 | 189,76 | 0649 | 1352 |
| 5 | 87,90 | 2453 | 1680 |
| 6 | 96,10 | 1083 | 0987 |
| 7 | 190,74 | 0945 | 2435 |
| 8 | 124,87 | 1392 | 2108 |
| 9 | 116,81 | 2756 | 1780 |
| 10 | 186,04 | 2562 | 1350 |

**Пример решения задачи**

(вариант-0)

1. Определение отметки точки через превышение.

h=З-П=1730-2810=-1080 мм,

H2=Н1-h=29,750-1,080=28,670м.

1. Определение отметки через горизонт инструмента.

ГИ= Н1+З=29,750+1,730= 31,480м,

H2=ГИ-П= 31,480-2,810= 28,670м.

***Задача 3***

Вычислить координаты точек замкнутого теодолитного хода. Построить план по координатам в масштабе 1:500. Выполнить плановую привязку здания 12х36м полярным способом.

Таблица 3- Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар-та | Внутренние измеренные углы полигона | | | | Горизонтальные проложения | | | |
| β1 | β2 | β3 | β4 | d1-2 | d2-3 | d3-4 | d4-1 |
| 0 | 110˚06 ' | 81˚0'30'' | 93˚57'30'' | 74˚56'30'' | 50,36 | 64,12 | 61,79 | 61,70 |
| 1 | 144°28' | 75°59 | 95°37 | 43°57'30" | 64,62 | 30,8 | 82,9 | 30,64 |
| 2 | 113°50' | 67°58'30" | 112°10' | 66°01' | 60,10 | 29,84 | 61,20 | 30,36 |
| 3 | 126°18'30" | 66°27'30" | 108°53' | 58°17'30" | 60,19 | 32,00 | 65,40 | 29,94 |
| 4 | 87°47' | 112°04' | 71°12' | 88°52' | 59,62 | 29,86 | 69,79 | 31,80 |
| 5 | 106°42'30" | 108°53'30" | 71°22'30" | 73°04' | 59,79 | 30,07 | 78,21 | 30,10 |
| 6 | 94°57' | 37°45' | 156°01' | 71°20' | 58,45 | 34,77 | 34,41 | 29,56 |
| 7 | 86°04' | 94°02' | 86°01' | 93°54' | 59,87 | 29,88 | 59,93 | 29,96 |
| 8 | 52°51' | 139°41' | 51°58' | 115°28' | 61,29 | 29,91 | 61,40 | 39,80 |
| 9 | 90°35' | 120°02' | 63°04' | 86°21' | 59,90 | 29,95 | 75,34 | 30,04 |
| 10 | 89°12' | 90°27'03" | 90°13' | 90°08' | 59,70 | 29,29 | 59,52 | 29,91 |

1. Исходный дирекционный угол *Ĺ1-2* вычисляется условно по формуле в соответствии с порядковым номером по списку и фамилией студента: число градусов равно двум цифрам шифра студента плюс столько градусов сколько букв в фамилии студента, число минут- 18' плюс сколько букв в фамилии студента.

Например: № 10 Иванов α1-2*= 0˚18'+10°+6°06´=16°24´*

1. Значения исходных координат точки 1определяются по формуле:

х1=у1=100,00+А, А,

где А- число букв в фамилии студента

Например: Иванов х1=у1=100,00+6,06м= 106,06м

Этапы решения

1. Уравнивание углов.
2. Вычисление дирекционных углов, румбов.
3. Вычисление и уравнивание приращений координат.
4. Вычисление координат точек теодолитного хода.
5. Построение координатной сетки и полигона по координатам.
6. Вычисление разбивочных элементов плановой привязки углов здания.

**Пример решения задачи**

1. Выписываем в ведомость вычисления координат исходные данные (см. таблицу 6);

а) измеренные углы β1, β2, β3, β4- в графу 2,

б) начальный дирекционный угол α1-2 - в графу 4,

в) горизонтальные проложения сторон полигона d1-2, d2-3, d3-4, d4-1-

в графу 6,

г) координаты начальной точки Х1=У1 –в графы 11, 12.

*1 этап.* 2. Производим уравнивание измеренных углов полигона.

Для замкнутого полигона теоретическая сумма углов вычисляется по формуле:

Σ βтеор= 180˚(n-2),

где n - число углов хода.

В примере n=4, следовательно

Σ βтеор= 180˚(4-2)= 360˚00'.

Но так как при измерении углов допускались некоторые погрешности, то фактическая сумма

Σ βизм#Σ βтеор,

а разница между

Σ βизм и Σ βтеор называется угловой невязкой.

ƒ*β* =изм.- теор.

где изм - сумма измеренных углов, равная для нашего примера:

Σ βизм= 360˚01 '30 ''

ƒ*β* =360˚01 '30 ''-360˚00'= 01 '30 ''

Величина полученной невязки характеризует качество угловых измерений: чем меньше невязка, тем лучше они выполнены, и наоборот. Поэтому ƒ*β* не может быть больше заранее установленной (допустимой) угловой невязки, которая для теодолитного хода с числом углов n подсчитывается по формуле:

ƒ*β* доп.= 1'*,*

Для нашего примера: ƒ*β* доп.= 1''

При допустимой величине угловой невязки, т.е. когда

ƒ*β*ƒ*β* *доп.*,

Для нашего примера: 01 '30 ''**2'

Угловая невязка в общем случае распределяется между всеми углами поровну с обратным знаком. Каждый угол получит поправку ∆*β* , равную

∆*β = -* ƒ*β /n.*

Для нашего случая ƒ*β* =01 '30 ''

Ее удобно распределить на те углы, которые имеют не целое число минут. Поправку для углов 2, 3 и 4 возьмем равной -0'30'' , а для угла 1 - нуль.

Горизонтальные углы, получившие поправку, называются исправленными и вычисляются по формуле:

βиспр. = βизм. + ∆β

Исправленные углы записываются в графу 3 ведомости вычисления координат.

Сумма исправленных углов должна быть равна теоретической сумме, т.е. испр.= теор

*2 этап.* 3. Вычисление дирекционных углов

Исходный дирекционный угол вычисляется в соответствии с заданием. По исходному дирекционному углу, который, например, для стороны 1-2 равен *16°24´*, вычисляем дирекционные углы остальных сторон теодолитного хода. Вычисления ведут по правилу: дирекционный угол последующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс 1800 и минус исправленный горизонта­льный угол, лежащий справа по ходу:

n= *n-1*+ 1800- β*n*

Например:

2-3 = *16°24´*+ 1800 - 81001' *=115*023' ;

3-4= 1150 23'+ 1800 - 930 57'= 201026';

4-1= 201026'+1800 - 740 56'*=306* 030'*;*

1-2= *306* 030'+1800 - 1100 06'*=376*0*24'-360˚00'=16°24´*

Если при вычислении уменьшаемый угол окажется меньше вычитаемого, то к уменьшаемому углу нужно прибавить 3600. Если вычисленный дирекционный угол окажется больше 3600 , из него вычитают 3600 . Дирекционный угол исходной стороны 1-2, получаемый в конце, служит контролем вычислений.

Используя формулы взаимосвязи дирекционных углов и румбов (таблица 4), по значениям дирекционных углов вычисляют румбы.

#### Таблица 4- Зависимость дирекционных углов и румбов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направление  линии | Дирекционный  угол () | Румб (r) |
| СВ | 00 – 900 | r= |
| ЮВ | 900 – 1800 | r=1800 - |
| ЮЗ | 1800 – 2700 | r=-1800 |
| СЗ | 2700 – 3600 | r= 3600- |

В ведомости вычисления координат записи горизонтальных проложений и их дирекционных углов и румбов делаются в строке между конечными точками той линии, к которой они относятся.

*3этап.* 4.Вычисление приращений координат и уравнивание линейных измерений

Следующим этапом обработки является вычисление приращений координат каждой передней вершины линии относительно задней. Приращения координат ΔX и ΔY вычисляют с помощью микрокалькулятора с точностью 0.01 м по формулам:

∆X=d cos г, ∆Y=d sin г;

Приращения координат записывают с их знаками в графы 7 и 8 на одной строке с соответствующим горизонтальным проложением d и дирекционным углом . Знак приращения координат определяют по направлению румба (таблица 5).

Таблица 5 –Знаки приращений координат

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Приращение | **СВ** | **ЮВ** | **ЮЗ** | **СЗ** |
| Знак ∆X | + | – | – | + |
| Знак ∆Y | + | + | – | – |

1. Подсчитываем алгебраические суммы ∆X и ∆Y

Которые характеризуют удаление конечного пункта теодолитного хода по соответствующим осям относительно начального пункта.

Для замкнутого теодолитного хода теоретические значения этих величин должны быть равны нулю:

Σ∆X=0, Σ∆Y=0

Но из-за погрешностей в измерениях линий значения сумм получаются отличными от нуля. Величины ƒx и ƒ*y* называют невязками приращений координат по осям X и Y и вычисляют:

Σ∆X= ƒx, Σ∆Y= ƒ*y*.

В данном примере имеем: ƒx=+ 0,01 м, ƒ*y*=-0,03 м

Прежде чем распределять эти невязки, надо убедиться в их допустимости, для чего необходимо вычислить абсолютную невязку периметра теодолитного хода.

1. Абсолютную невязку периметра теодолитного хода вычисляют по теореме Пифагора:

 ƒабс =√ ( ƒx 2 + ƒ*y2 )*

В данном примере имеем:

ƒабс =√+ 0,012+(-0,03)2=0,03 м

1. Вычисление относительной линейной невязки

Точность теодолитного хода оценивается по величине относительной невязки, которая не должна превышать 1/2000 доли периметра, т.е.:

ƒотн =ƒабс / р1/2000.

где P - периметр полигона.

В примере:

ƒотн=0,03/237,93=(0,003:0,03)/(237,93:0,03)=

1/7931<1/2000

Если невязка в периметре допустима, то невязки ƒx и ƒ*y* распределяют с обратным знаком на все приращения ∆Xi и ∆Yi; прямо пропорционально длинам линий с округлением до 0.01 м. Соответствующие поправки вычисляют по формулам:

∆ƒX= (-ƒx/Р)di , ∆ƒy= (-ƒy/Р)di

Где ∆ƒX, ∆ƒy –величины невязки, приходящиеся на сторону.

Если величина цифры линейной невязки меньше количества сторон полигона (в данном примере ƒX=+0,01, цифра 1, количество сторон равно 4), то в этом случае невязку нужно распределить на наиболее протяженную сторону (в примере dнаиб.=64,12).

Невязку ∆ƒy=-0,03, в этом случае распределяем по одной сотой на наиболее длинные стороны.

Прибавляя вычисленные поправки к ∆Xi и ∆Yi, получают исправленные значения приращений координат, которые записывают в графы 9 и 10.

Контролем вычисления исправленных приращений координат будут равенства:

Σ∆X*исп.*=0

Σ∆Y*исп.*=0

*4 этап*. 8. Вычисление координат пунктов теодолитного хода.

Заключительным этапом обработки является вычисление координат

Xi и Yi пунктов теодолитного хода. В соответствующую графу ведомости выписывают координаты начального пункта X1 , Y1 (в соответствии с заданием). Координаты остальных пунктов получают последовательным алгебраическим сложением координат предыдущей точки хода с исправленными приращениями координат:

X*n+1*= Xn.+ ∆Xn,n+1 испр **

Y*n+1*= Yn+∆Yn,n+1испр

Сначала вычисляют координаты Xi всех пунктов хода, затем координаты Yi. Контролем вычислений является совпадение вычисленных и исходных координат начального пункта.

Ведомость вычисления координат необходимо аккуратно оформить тушью или в карандаше в соответствии с приложением 1 на листе бумаги формата А4.

*5 этап*. 9. Построение плана теодолитной съемки.

Построение плана выполняют на листе чертежной бумаги формата A3 в масштабе 1:500 (1:1000).

Предварительно строят координатную сетку (взаимно перпендикулярные линии) или сеть квадратов со стороной 5 см. Для построения координатной сетки применяют различные приборы: измеритель и масштабную линейку, координатную линейку Дробышева, трафареты. Правильность построения необходимо проверить путем измерения диагоналей всех квадратов. Точность построения 0.2 мм.

Координатная сетка строится в верхней части листа таким образом, чтобы оставалось свободное место для построения линейного масштаба и чертежного штампа.

Координатную сетку следует подписать в соответствии со значениями координат пунктов теодолитного хода, при этом значения X возрастают снизу вверх, а Y - слева направо. Юго-западный угол сетки должен иметь координаты меньше минимальных в ведомости координат и кратные отрезку местности, которому соответствует сторона квадрата. В принятом масштабе сторона квадрата равна 25 (50) метрам.

При помощи линейки с поперечным масштабом и измерителя наносят на план по координатам все пункты теодолитного хода в таком порядке:

- определяют, по координатам пункта квадрат, внутри которого он находится;

- находят разности координат пункта и юго-западного угла этого квадрата ∆ x и ∆ y;

- откладывают отрезок ∆х в масштабе плана от нижней горизонтальной линии вверх на левой и правой сторонах квадрата;

- соединяют полученные точки тонкой линией и на ней вправо откла­дывают отрезок ∆у в масштабе плана, обозначая его конец наколом, который обводят кружком, и рядом подписывают номер пункта.

Правильность нанесения на план пунктов теодолитного хода проверяют путем сравнения длин сторон хода, измеренных на плане, с их размерами, записанными в ведомости вычисления координат.

Рядом с точками теодолитного хода надписать значения румбов и горизонтальных проложений сторон полигона (см. рисунок 1).

После нанесения на план вершин теодолитного хода и контроля, их последовательно соединяют тонкими линиями. Построенное таким образом плановое обоснование служит основой для нанесения контуров местности.

На план теодолитного хода накладываем контур здания 12х36 м произвольно, два угла которого привязываем к плановым точкам ближайшей стороны полигона полярным способом.

*6 этап*. 10. Геодезическая подготовка данных для перенесения в натуру проекта сооружения

Для запроектированного на плане сооружения, следует подготовить разбивочные элементы для главных точек сооружения (точки А и Д). В качестве опорных пунктов использовать точки 1 и 4 теодолитного хода.

Разбивочными элементами будут длины линий, соединяющие точки сооружения с пунктами теодолитного хода и углы между этими линиями и сторонами хода, т.е.: S1-A, 1

S4-Д , 2

Решают обратную геодезическую задачу для линий 1-А

и 4-Д.

Пользуясь линейкой, определяем координаты углов здания графическим способом.

В данном примере координаты точек:

ХА=1,40 м, УА=20,20 м,

ХД=1,40 м, УД=56,20 м,

Значения координат точек теодолитного хода т.1 и т.4, нужно взять из ведомости вычисления координат (см.

таблица 6):

Х1=0,00 м, У1=0,00 м,

Х4=-36,70 м, У4=49,59 м,

Для определения стороны S1 решаем обратную геодезическую задачу.

Вычисляем приращения координат:

∆X1= XА–X1 ; ∆X2= XД –X4 ;

∆Y1=YА–Y1 ; ∆Y2=YД–Y4 ;

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

tg r1-A=∆Y1 /∆X1 =20,20/1,40=14,428 r1-A=86˚02'

tg r4-Д =∆Y2 /∆X2=6,61/38,10=0,1735 tg r4-Д =9˚50'

Длины сторон:

S1-A =√(( ∆X1)2+(∆Y1)2)*=* √*1,402+20,202 =20,25 м*

S1-A = ∆X1/cos r=1,40/0,06917=20,240 м

S1-A = ∆У1/sin r= *20,20/0,99760=20,248м*

S1-Aср = (20,250+20,240+20,248)=20,246м

S4-Д =√(( ∆X2 )2+(∆Y2)2)*=* √38,102+6,612=38,669 м

S4-Д = ∆X1/cos r=38,667м

S4-Д = ∆У1/sin r=38,669м

S4-Дср =38,668м

Направление румбов определяют по знакам приращений координат. Вычислив румбы линий и используя румб линии 4-1 по соответствующим формулам или из геометрических соображений, определяют искомые углы 1 и2.

На разбивочном чертеже подписывают численные значения длин линий и углов. Все проектируемые элементы (линии, подписи) показывают на чертеже красным цветом.

## Таблица 6- Ведомость вычисления координат

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  точек | Измереные  углы | Исправ-ые углы | Дирекц. углы | Румбы | Гори-ое проложение | Вычисленные  приращения | | Исправленные  приращения | | Координаты | |
| ±∆X | ±∆Y | ±∆ X | ±∆ Y | Х | Y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 110006*1* | 110006*1* |  |  |  | - |  |  |  | 0,00 | 0,00 |
|  |  |  | 160 24*1* | СВ:  160 24*1* | 50,36 | +48,31 | +14,22 | +48,31 | +14,22 |  |  |
| 2 | -30*11*  81001*13011* | 81001*1* |  |  |  | - |  |  |  | +48,31 | +14,22 |
|  |  |  | 1150 23*1* | ЮВ:  640 37*1* | 64,12 | -0.01  -27,48 | +0.01  +57,93 | -27,49 | +57,94 |  |  |
| 3 | -30*11*  93057*13011* | 93 057*1* |  |  |  |  |  |  |  | +20,82 | +72,16 |
|  |  |  | 2010 26*1* | ЮЗ:  21 026*1* | 61,79 | -57,52 | +0.01  22,58 | -57,52 | -22,57 |  |  |
| 4 | -30*11*  74056*13011* | 74056*1* |  |  |  |  |  |  |  | -36,70 | +49,59 |
|  |  |  | 3060 30*1* | СЗ:  530 30*1* | 61,70 | +36,70 | +0.01  49,6 | +36,70 | -49,59 |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0,00 | 0,00 |

изм-= 360*0* 01*1*30*1* *1* 360*0* 00*1* Р=237,97 ∑∆Хв=0,01 ∑∆Yв= -0,03 ∑∆Хи=0,00 ∑∆Yи= 0,00

теор.=180*1* (n-2)=360*0* 00*1* ƒ х=+0,01 ƒ у=-0,0

**ƒ*β*** =изм - теор = +1*1* 30*11*

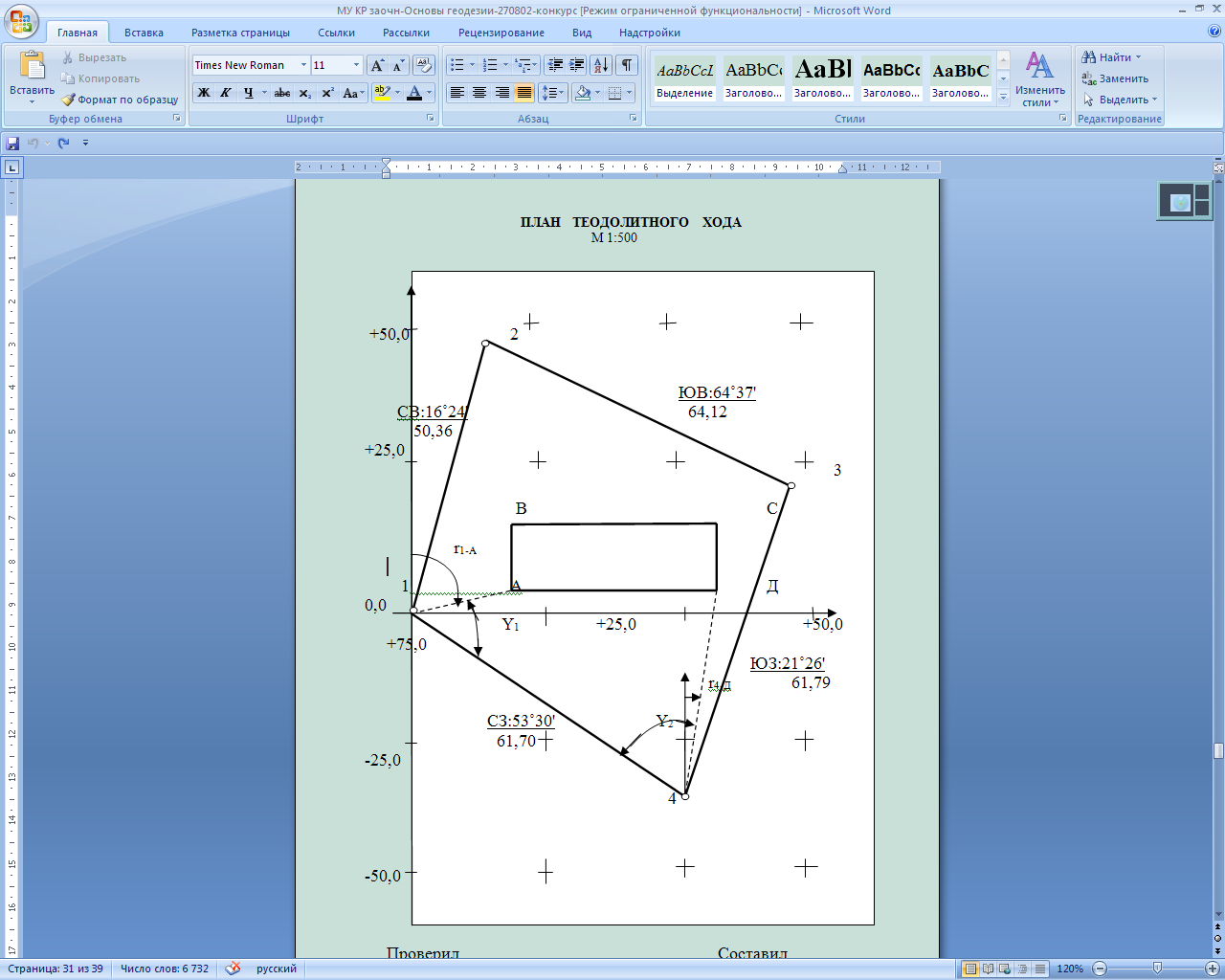
ƒ абс= √ ƒ х 2+ ƒ у2= √0,012+0,032= ±0,03

Допустимая невязка:

ƒ*β(доп)=*1*1*√ n =*)=*1*1*√ 4=**2*1* ; ƒ*β* ≤ ƒ*β(доп)* +1*1* 30*1*≤2*1*

ƒ отн= ƒ абс /Р =0,03/237,97= 1/7930 ≤1/2000

Проверил преподаватель: \_\_\_\_\_\_ Выполнил студент: \_\_\_\_\_\_\_ Шифр\_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

******

Проверил преподаватель: \_\_\_\_\_\_ Выполнил студент: \_\_\_\_\_\_\_ Шифр\_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Рисунок 1- План теодолитного хода

**VIII ЛИТЕРАТУРА**

**Основные источники:**

1. М.И Киселёв, ДШ Михелев Геодезия-Москва, ACADEMIA, 2010.

1.И. Ф. Куштин, В. И. Куштин. Геодезия : учеб.-практ. пособие - Ростов н/Д : Феникс, 2009.

2.Г. Д. Курошев, Л. Е. Смирнов. Геодезия и топография: учебник для вузов - 2-е изд. - М.: Академия, 2008.

3.В. Ф. Перфилов, Р. Н. Скогорева, Н. В. Усова. Геодезия : учебник для вузов - 3-е изд. - М. : Высш. шк., 2006.

**Дополнительные источники:**

11. А.В.Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. Геодезия-М. КолосС .2007г.

Нормативная литература:

17. СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве.

18. СНиП II-02-96 Инженерные изыскания для строительства . Основные положения -М. Минстрой России,1997г.

19. ГОСТ 21508-93. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объёктов.