Новогрудский государственный колледж технологий и безопасности

ГЕОДЕЗИЯ

Методические указания

по изучению предмета и выполнению

контрольных заданий для учащихся-заочников

учреждений, обеспечивающих получение среднего

специального образования по специальности 2-70 02 01

«Промышленное и гражданское строительство»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРЕДМЕТА

Предмет «Геодезия» предусматривает изучение геодезических приборов, геодезических измерений и основ производства инженерно-геодезических работ при возведении зданий и сооружений.

При изучении предмета необходимо пользоваться одним или несколькими из учебников [1], [2], [3], указанных в списке литературы, и другими источниками, строительными нормами.

Особое внимание следует уделить освоению устройства основных геодезических приборов (теодолита и нивелира), производству их поверок, методам работы с ними.

Изучаемый теоретический материал необходимо подкреплять решением практических задач и примеров. Часть лабораторных и практических работ выполняется в период сессии, остальные работы выполняются в межсессионный период по указанию преподавателя.

Изучение предмета завершается во время полевой геодезической практики, проводимой по соответствующей программе. В процессе практики необходимо овладеть навыками работы с геодезическими приборами на местности и на строительной площадке.

Рекомендуется систематическая самостоятельная работа с учебной и нормативной литературой (ГОСТами, СНиПами и СТБ). Основные теоретические и практические положения и выводы изучаемого материала следует конспектировать.

В межсессионный период учащиеся-заочники должны усвоить содержание планов строительных участков, разбивочных и исполнительных чертежей, нормативных документов, используемых в строительно-монтажном управлении.

В результате изучения предмета учащиеся ***должны усвоить***:

-основные теоретические сведения по геодезии;

-общие положения, касающиеся производства геодезических работ при строительстве зданий и сооружений;

-работу с геодезическими приборами.

Должны уметь самостоятельно производить геодезические разбивочные работы на строительной площадке и исполнительные съемки.

Рекомендуется следующий порядок организации самостоятельной работы

над учебным материалом:

1) изучение и конспектирование указанной в программе литературы;

2) выполнение контрольной работы, состоящей из двух теоретических вопросов по выбору преподавателя и двух расчетно-графических заданий:

а) вычисление координат вершин теодолитном хода, построение плана теодолитного хода в масштабе 1:500;

б) вертикальная планировка участка стройплощадки с составлением плана в горизонталях и картограммы земляных работ.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование разделов и тем	Распределение учебного времени				
	всего	Установочные занятия	Обзорные лекции	Практические занятия во время сессии	Время, рекомендуемое для самостоятельной работы
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1. Основные сведения по геодезии	46	-	-	-	-
1.1 Общие сведения	6	1	-	-	5
1.2 Геодезические планы и чертежи	6	-	1	-	5
1.3 Элементы теории погрешностей	2	-	-	-	2
1.4. Измерение расстояний	6	-	2	-	4
1.5. Нивелирование. Нивелирные работы на трассе сооружения линейного вида	14	-	2	4	8
1.6.Теодолиты. Угловые измерения. Теодолитная съемка	12	-	2	4	6
2. Геодезическое обеспечение строительно-монтажных работ	30	-	-	-	-
2.1.Организация геодезических работ в строительстве	2	-	-	-	2
2.2.Геодезические работы при вертикальной планировке строительной площадки	4	-	2	-	2
2.3.Геодезическая основа строительных разбивочных работ. Внешние и внутренние разбивочные сети	4	-	-	-	2
2.4.Геодезическое обеспечение подготовительного периода 2	2	-	2	-	-
2.5.Геодезическое обеспечение нулевых циклов	4	-	-	-	4
2.6.Геодезическое обеспечение возведения наземных частей зданий	6	-	2	-	4

2.7 Геодезическое обеспечение прокладки подземных коммуникаций	2	-	-	-	2
2.8. Геодезическое обеспечение технического обслуживания (эксплуатации) зданий	2	-	-	-	2
2.9. Геодезическое обеспечение монтажа промышленных зданий и оборудования	2	-	-	-	2
2.10. Исполнительные геодезические съемки	2	-	-	-	2
ВСЕГО	76	1	13	8	54

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Инженерная геодезия. Д.Ш. Михелёв. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 480с.
2. Инженерная геодезия. Г.А. Федотов. – М.: Высшая школа, 2006. – 463с.
3. Геодезия. В.Ф. Перфилов. – М.: Высшая школа, 2008. – 350с.
4. Геодезия. А.В. Маслов. – М.: «Недра», 1986. – 416с.
5. Практикум по геодезии. З.С. Голубева. – М.: «Колос», 1969. – 240с.
6. Геодезическое обеспечение строительства: учебно–методическое пособие. М.С. Нестерёнок. – Минск: БНТУ, 2007. -106 с.
7. Инженерная геодезия. В.П.Подшивалов, М.С.Нестеренок. – Минск: Высш.шк.,2011.-463.с
8. Геодезия: обработка результатов измерений. Куштин И.Ф. – М.: ИКЦ «МарТ»;Ростов н/Д: издательский центр «МарТ», 2006.- 288с.

Дополнительная

9. Инженерная геодезия: методическое пособие к контрольным и лабораторным работам для студентов строительных специальностей заочной формы обучения. М.С. Нестерёнок, А.С. Позняк. – Мн.: БНТУ, 2005. – 116 с.
10. Геодезия при строительстве трубопроводов и водохозяйственных объектов: методическое пособие. В.И. Михайлов. – Мн.: БНТУ, 2006. – 92 с.
11. Технология выполнения инженерно- геодезических работ на строительной площадке: методическое пособие. М.С. Нестерёнок, А.С. Позняк. – Мн.: БГПА, 1996. – 29 с.
12. Лабораторный практикум по инженерной геодезии: учебное пособие для вузов. В.Ф. Лукьянов, В.Е. Новак, Н.Н. Борисов и др. – М.: Недра, 1990. – 334с.
13. Справочник по геодезическим работам в строительно–монтажном производстве. Под ред. Ю.Г. Полищука. - М.: Недра, 1990.
14. Строительные нормы Беларуси (СНБ 5.01.01 – 99). – Мн., 1999.
15. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. -М, 1979.

16. СНБ 1.02.01-96. Инженерные изыскания для строительства. - Мн., 1996.-110 с.
17. СНиП 3.01.03-84. Геодезические работы в строительстве. - М., 1988.-28 с.
18. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. - Изд. 5.-М.:Недра. - 198с.
19. ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения. - М: Издательство стандартов, 1977. - 32с.
20. ГОСТ 21.508-85. Генеральные планы предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов, 1986. - 32с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Раздел 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГЕОДЕЗИИ

1.1. Общие сведения

Геодезия как наука, ее задачи. Роль и назначение геодезии в строительстве. Фигура земли, ее размеры. Понятие о координатах точек. Единицы мер в геодезии. Виды измерений. Ориентирование на местности. Азимуты, румбы и зависимость между ними. Дирекционный угол. Сближение меридианов. Связь между дирекционным углом и азимутом.
Прямая и обратная геодезические задачи. Понятие о государственной геодезической сети, спутниковых геодезических системах местоопределения.

Методические указания

При работе над темой необходимо изучить §§ В.I- В.2, 1.1—1.7 из учебника [3], или §§ 2, 7-12,17-21 из учебника [2], усвоить понятия: геоид, эллипсоид, земной шар, географические, плоские прямоугольные координаты, высотные координаты, азимут географический, азимут магнитный, румб, дирекционный угол, сближение меридианов, склонение магнитной стрелки.

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Что такое физическая и основная уровенная поверхность планеты Земля?
2. Какие системы плановых координат применяются в геодезии?
3. Система высот. Отметка, превышение, условные отметки.
4. Найти превышение между точками А и В, если отметка точки А = 150м, а отметка точки В = 148,5м.
5. Определить отметку точки В, если H_A=123,75 м, а h_{AB}=l,85 м.
6. Дать определение азимута, показать различие между магнитным и географическим (истинным) азимутами.
7. Дать определение дирекционного угла, румба. Как они связаны в разных четвертях?
8. Вычислить румб линии, если дирекционный угол α =128°56'.
9. В чем суть прямой геодезической задачи? Как она решается?
10. В чем суть обратной геодезической задачи? Как она решается?
11. Что представляет собой государственная геодезическая сеть? Какими методами она создается? Дать сведения о спутниковых приборах геодезического местоопределения, их точности и применении в геодезических работах.
12. Определить дирекционный угол и румб стороны ВС, если в ломаной линии АВС α_{AB} =40°23', правый по ходу угол $\beta_{пр.}$ = 235°56' и левый по ходу угол $\beta_{лев}$=106°47'.
13. Вычислить плоские прямоугольные координаты точки В, если даны координаты точки А X_A=1000 м, $У_A$=1000 м, длина линии АВ d_{AB}= 1500м, ее дирекционный угол α_{AB} =45°.

14. Определить горизонтальное проложение линии АВ и дирекционный угол α_{AB}, если координаты точек АВ X_A=1580,45м, $У_A$=800,65 м, $X_в$=-500м, $У_в$=650 м.

1.2. Геодезические планы и чертежи

Карта, план, профиль, масштабы, условные знаки. Рельеф, изображение его горизонталями на планах. Заложение, угол наклона и уклон отрезка между горизонталями.

Методические указания

При работе над темой следует уяснить понятия: план, карта, профиль. Рассмотрите масштабы, их виды, точность, сущность метода изображения рельефа горизонталями. Уясните свойства горизонталей и понятия: высота сечения рельефа, заложение, крутизна ската, уклон. Учебный материал по данной теме изложен в §§ 2.1-2.4 [3] или в §§4, 13-16 [2].

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Что называют планом, картой, профилем? Топографические планы, их масштабы.
2. Виды масштабов. Как определить предельную точность масштаба, погрешность измерения расстояний по плану или карте?
3. Каковы предельная точность масштаба 1:1000 и точность измерения расстояния на карте масштаба 1:1000?
4. Что такое горизонталь? Каковы ее свойства? Что такое высота сечения рельефа, угол наклона линии? Что называется заложением?

1.3. Элементы теории погрешностей

Сущность измерений. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности.

Случайная и систематическая погрешности. Свойства случайных погрешностей измерений. Средняя квадратичная погрешность. Предельная погрешность. Допустимая величина погрешности. Общие правила контроля измерений и вычислений.

Методические указания

Уделите особое внимание изучению статистических свойств случайных погрешностей, средней погрешности одного измерения, арифметической середине, абсолютной, относительной погрешности измерений. Усвойте понятия: равноточное измерение и неравноточное измерение.

Материал, необходимый для изучения темы, изложен в §§ 3.1-3.4 [3].

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Одна и та же линия измерена лентой четыре раза. При этом получены результаты: d_1=212,20 м, d_2=212,02 м, d_3=212,08 м, d_4=212,15 м. Определить абсолютную погрешность каждого результата измерений, дать приближенную оценку среднеквадратической, предельной и относительной предельной погрешностей каждого результата.

2. Угол измерен 3 раза. Результаты измерений: β_1=25°48', β_2=25°47,5' β_3=25°48,5' .

Найти вероятнейшее значение угла, среднюю квадратическую погрешность одного измерения, среднюю квадратическую погрешность вероятнейшего значения угла $\beta_{ср}$.

3. Какие измерения называются равноточными, а какие - неравноточными?

4. Назовите виды геодезических измерений на местности и единицы мер, применяемые в геодезии.

5. Какие погрешности результатов измерений относят к грубым, систематическим и случайным?

6. Каковы основные свойства случайных погрешностей результатов измерений?

7. Как выбираются в геодезии величины предельной, абсолютной и предельной относительной погрешностей?

8. Что такое среднеквадратическая погрешность и как она определяется приближенно, поскольку неизвестно точное значение измеряемой величины?

1.4. Измерение расстояний

Закрепление точек на местности постоянными и временными знаками. Приборы для непосредственного измерения расстояний, их компарирование. Подготовка линий к измерениям. Процесс измерений. Введение поправок. Дальномеры оптические, светодальномеры. Косвенные способы измерения расстояний.

Методические указания

В процессе изучения данной темы особое внимание следует уделить компарированию мерных лент и рулеток, а также методике измерения расстояний мерными приборами, контролю точности измерений. Усвойте, какие поправки и с каким знаком вводятся в результаты измерений.

При изучении косвенных методов надо обратить внимание на определение расстояний нитяным оптическим дальномером, иметь понятие об определении расстояний светодальномерами.

Материал по данной теме изложен в §§ 5.1 -5.3 [3] или в § 22 [2].

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Назначение вешения линий. Как оно производится различными способами?

2. Назовите характеристики приборов, которые применяются для непосредственного измерения расстояний.

3. В чем необходимость и как выполняется компарирование мерных лент и рулеток?

4. Как измеряются отрезки линий на местности стальной 20-метровой лентой?

5. Почему наклонные отрезки линий приводят к горизонтальному приложению? Как вычисляют горизонтальное проложение?

6. Как определяется поправка в длину линий за температуру? Вычислить температурную поправку ΔD_t в длину линии $D_{изм.}$=284,65м, если температура ком парирования t_K=+20^{0}C, а средняя температура ленты при измерении t =-18^{0}C. Указать знак поправки, вычислить исправленное значение D.

7. Определить поправку за компарирование мерной ленты, если длина компаратора L =20 м при температуре t_K = 20°C, а при трехкратном компарировании ленты при той же температуре получены следующие результаты: L_1=20,005 м, L_2=20,007 м, L_3=20,004 м. Данной лентой измерено расстояние $D^/$=210,3 м. Вычислить величину поправки ΔD_K за компарирование в длину D' и указать знак поправки, исправленное расстояние D.

8. Вычислить без определения поправки горизонтальное проложение линии, если ее длина D=100,05 м, угол наклона υ=80°24'. Определить поправку за уклон данного отрезка линий.

9. Вычислить длину линии, измеренной стальной лентой ***l*** = 19,987м. Лента вдоль линии уложена 8 раз, измерен остаток, равный 14,37м. Правильно учесть знак поправки за компарирование.

10. Назовите простейшие геодезические знаки для закрепления и обозначения точек на местности.

11. Определить погрешность неприступного расстояния АВ, если базисы b_1=b_2=100м, измеренные горизонтальные углы α_1=60°20', α_2=80°30', β_1=54^{0}55', β_2=85°40' (см. схему на рис. 5.5,б, с 96 [5]).

12. Определить неприступное расстояние параллактическим способом, если базис b=80 м, а параллактический угол φ =25°30' (см. схему на рис. 5.5, а, с. 96 [5]).

1.5. Нивелирование. Нивелирные работы на трассе сооружения линейного вида

Задачи и виды нивелирования. Основные типы нивелиров. Поверки нивелиров. Нивелирные рейки, башмаки, костыли, их назначение.

Работа на станции и заполнение нивелирного журнала. Обработка результатов нивелирования.

Понятие о трассе линейного сооружения, трассировании. Разбивка главных точек круговой кривой. Нивелирование трассы. Составление продольного профиля трассы.

Практические работы

Изучение устройства нивелиров и их поверок. Нивелирные рейки. Отсчеты по рейке. Определение превышений. Обработка журнала технического нивелирования.

Методические указания

При работе над данной темой изучите типы и классификацию нивелиров, их устройство и поверки, уясните сущность нивелирования и его основные виды. Особое внимание уделите способам геометрического нивелирования. Ознакомьтесь с комплексом работ по трассированию

линейных сооружений. Материал для изучения темы изложен в §§ 6.1-6.4, 7.2, 9.2 [3] или §§ 33-42 [2].

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Что называется нивелированием? Сущность геометрического нивелирования. Чем различаются способы нивелирования из середины и вперед? В чем сущность последовательного нивелирования?
2. Объясните назначение и сущность основных поверок нивелира с уровнем. Каково значение главной поверки нивелира?
3. Как закрепляются нивелирные реперы на местности? Их назначение.
4. Опишите сущность тригонометрического, барометрического, гидростатического и механического нивелирования.
5. Определить горизонт прибора ГП, если отсчет по рейке, установленной на точке А, равен 1568мм, а отметка H_A =167,045м.
6. Какова последовательность работы на станции при техническом нивелировании? Контроль измерения превышений на станции.
7. Как определить невязку превышений хода при техническом нивелировании? Чему равна допустимая невязка превышений в ходе?
8. Трасса линейного сооружения. Углы поворота трассы. Круговые кривые на поворотах трассы. Главные элементы круговых кривых: тангенс Т, кривая К, домер Д, биссектриса Б, их вычисление.
9. Что такое пикетажный журнал, каков порядок его составления?
10. Как осуществляется нивелирование трассы?
11. С какой целью составляют продольный профиль трассы? Составление профиля.
12. Что такое поперечный профиль трассы? Его составление и назначение.
13. Как называются основные элементы круговой кривой на трассе и как они определяются?

1.6. Теодолиты. Угловые измерения. Теодолитная съемка

Принципы измерения горизонтальных и вертикальных углов. Типы теодолитов, их поверки и юстировки. Подготовка теодолитов к работе. Способы измерения горизонтальных углов. Измерение вертикальных углов. Журналы измерения углов. Теодолитная съемка.

Практические работы

Изучение устройства теодолитов. Выполнение основных поверок. Измерение горизонтальных и вертикальных углов.

Методические указания

Теодолит - основной прибор для измерения углов. Следует ознакомиться с устройством теодолита, изучить его поверки и юстировки, а также способы измерения углов.

Материал, необходимый для изучения темы, изложен в §§ 4.1-4.5 [3] или в §§ 23-24 [2].

Вопросы для самоконтроля

1. Для чего предназначен теодолит? Назовите его основные части и оси.
2. Как привести теодолит в рабочее положение?
3. Назовите основные геометрические условия сопряжения осей теодолита.
4. Как определить коллимационную погрешность зрительной трубы теодолита? Как ее устранить без нарушения заводской наладки прибора?
5. Как выполняются поверки теодолита 2Т30П?
6. Что называют местом нуля вертикального круга и для чего его надо знать?
7. Назовите способы измерения горизонтальных углов, объясните их сущность.

Раздел 2. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

2.1. Организация геодезических работ в строительстве

Организация геодезических работ в строительстве. Типовое положение о геодезической службе в строительстве. Главные задачи геодезической службы в строительстве. Комплекс геодезических работ строительно-монтажной организации. Правила безопасности при производстве работ.

Методические указания

По данной теме необходимо уяснить общую организацию геодезических работ в строительстве, обратив внимание на главные задачи геодезической службы. Следует иметь представление о комплексе геодезических работ в строительстве, внимательно изучить правила безопасности при производстве работ.

Материал для изучения темы представлен в литературе [6].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные задачи геодезического сопровождения строительства.
2. Каковы правила безопасности при выполнении геодезических работ?

2.2. Геодезические работы при вертикальной планировке строительной площадки

Нивелирование поверхности по квадратам. Камеральная обработка результатов нивелирования по квадратам. Составление плана, проектирование плоских поверхностей искусственного рельефа, расчеты объемов земляных работ участка местности.

Методические указания

При работе над данной темой следует изучить материал, изложенный и § 9.3 [3] или в §§ 43-44 [2], уделить внимание технологии нивелирования поверхности по квадратам. Важно освоить порядок обработки полученных результатов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую роль выполняет сетка квадратов при нивелировании поверхности?
2. Как нивелируют точки у вершин сетки квадратов и вычисляют их высоты?
3. Как наносят на план горизонтали по данным нивелирования поверхности?
4. Что называют вертикальной планировкой?
5. Как рассчитывают проектные отметки вершин квадратов, рабочие объемы земляных работ, баланс земляных работ?

2.3. Геодезическая основа строительных разбивочных работ. Внешние и внутренние разбивочные сети

Проектная и технологическая документация для производства геодезических работ на строительной площадке.

Геодезические сети на стройплощадке. Классификация осей сооружения. Внешняя и внутренняя разбивочная основа. Разбивочные работы в процессе строительства.

Методические указания

Техник-строитель должен знать состав проектно-технологической документации для производства геодезических работ.

Следует ознакомиться с разбивочной основой возводимых зданий и сооружений, иметь понятие о строительной геодезической сетке, изучить разбивочные работы, выполняемые на строительной площадке.

Учебный материал по данной теме изложен в §§ 9.4-9.9 [3] или в §§64-65 [2].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные виды документации для производства геодезических работ на строительной площадке. Содержание основных и детальных разбивочных работ.
2. Что представляет собой разбивочный чертеж? Для чего он необходим?
3. Что является плановым геодезическим обоснованием разбивочных работ?
4. Что является высотным геодезическим обоснованием разбивочных работ?

2.4. Геодезическое обеспечение подготовительного периода

Основные элементы геодезических разбивочных работ: построение углов заданной величины, вынос точки на заданную отметку, построение на местности линий и плоскостей с заданным уклоном.

Способы геодезической разбивки главных и основных осей: полярных, прямоугольных координат, линейной засечки, угловой засечки.

Методические указания

Данной теме следует уделить особое' внимание, так как такие разбивки, как вынос точки на заданную отметку, построение углов, линий и плоскостей определяют точность монтажа конструкций и отсутствие соответствующего брака при строительстве. Необходимо также хорошо усвоить и способы, с помощью которых разбивают оси зданий и сооружений.

Материал для изучения темы изложен в §§ 9.6-9.8 [3].

Вопросы для самоконтроля

1. В чем суть способа полярных координат при выносе точек в натуру?
2. В чем заключается суть способа прямоугольных координат при выносе точек в натуру?
3. В чем сущность выноса точек в натуру полярным способом полярных координат?
4. Сущность способа прямой угловой засечки. Когда он применяется?
5. В каких случаях применяется способ линейной засечки для выноса точек в натуру? В чем его суть?
6. Как вынести точку на проектную отметку с контролем? Как построить точку горизонтального угла с контролем?
7. Как построить на местности линию заданного уклона с контролем?
8. Как построить вертикальную плоскость с помощью теодолита с контролем?
9. Назначение способа вертикальной плоскости при геодезических разбивочных работах. Каким прибором и как производится такая разбивка с контролем?

2.5. Геодезическое обеспечение нулевых циклов

Детальная разбивка осей зданий и сооружений. Разбивка обноски и вынос на нее осей. Закрепление осей створными знаками.

Геодезические работы при сооружении котлованов. Нивелирование дна и откоса котлованов. Вынос проектной отметки основания. Плановая и высотная разбивка монолитных и сборных ленточных фундаментов.

Разбивка отдельных фундаментов под колонны. Разбивка свайных фундаментов.

Исполнительная документация.

Методические указания

При работе над темой следует изучить материал, изложенный в § *66* [2], § 9.9 [3].

Обратите внимание на назначение строительной обноски, изучите ее виды и устройство. Необходимо усвоить порядок и содержание геодезических работ при сооружении котлованов и различных видов фундаментов, допуски на погрешности геодезических разбивок.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды и назначение строительной обноски. Какие геодезические требования предъявляются к ее точности?
2. Как выполняется геодезическая разбивка планового и высотного положения фундаментов стаканного типа, ленточных, свайных, монолитных?

2.6. Геодезическое обеспечение возведения надземных частей зданий

Геодезические разбивочные работы при возведении бескаркасных и каркасных зданий.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты с помощью теодолита и нивелира. Приборы вертикального проецирования. Разбивка для установки железобетонных и металлических колонн, допуски на разбивочные работы.

Исполнительная документация.

Методические указания

При изучении данной темы, которая изложена в §§ 67-71 [2], необходимо уяснить состав строительно-монтажных работ надземного цикла. Обратите внимание на способы передачи осей и отметок на монтажные горизонты. Изучите особенности разбивочных работ при проектировании зданий, контроль установки конструкций в проектное положение, допуски на погрешность геодезических работ. Ознакомьтесь с исполнительной документацией.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните, как можно передать оси сооружения на дно котлована, а также на высоту монтажного горизонта?
2. Как передать отметку на дно котлована и закрепить ее?
3. Как передать отметку на высоту монтажного горизонта?

2.7. Геодезическое обеспечение прокладки подземных коммуникаций

Оформление разрешений на производство земляных работ.

Выявление существующих подземных коммуникаций. Перенесение в натуру проектных осей подземных коммуникаций. Разбивки траншей и смотровых колодцев. Разбивочные работы при укладке трубопроводов. Допуски.

Методические указания

При изучении темы следует ознакомиться с порядком оформления разрешений на производство земляных работ, усвоить технологию работ по перенесению в натуру проектных осей подземных коммуникаций, изучить требования к точности разбивок, порядок расчета длины визирок.

Необходимый учебный материал изложен в §§ 12.1-12.7 [3].

Вопросы для самоконтроля

1. Как закрепляют осевые точки трассы?
2. Как выполняются разбивочные работы при устройстве траншей и котлованов?
3. Как рассчитать высоту постоянной и ходовой визирок?
4. Как выполняются разбивочные работы при укладке труб в траншею?
5. В чем назначение исполнительных съемок? Способы их проведения.

2.8. Геодезическое обеспечение технического обслуживания (эксплуатации) зданий

Геодезическое обеспечение технического обслуживания эксплуатируемых зданий.

Виды и причины осадки, смещений и деформаций сооружений. Наблюдения за осадками методами геометрического, тригонометрического и гидростатического нивелирования. Наблюдения за сооружениями со сдвигами и кренами различными способами.

Методические указания

В процессе возведения и эксплуатации зданий и сооружений неизменно происходят их осадка и деформации. Следует знать причины осадки и деформаций. Необходимо также усвоить способы, с Помощью которых можно наблюдать за деформациями.

Материал для изучения темы изложен в §§ 9-11 [3].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные причины и виды деформации сооружений.
2. Назовите геодезические методы измерения осадки сооружений и раскройте их содержание.
3. Какую роль выполняют глубинные и осадочные реперы?
4. Как определяют крен зданий и башенных сооружений?
5. Как используются геодезические приборы при испытаниях и измерениях деформаций строительных конструкций?

2.9. Геодезическое обеспечение монтажа промышленных зданий и оборудования

Геодезические монтажные сети. Геодезические работы при установке подкрановых балок. Геодезические измерения при установке машин и оборудования.

Методические указания

Изучая тему, необходимо усвоить геодезическое обеспечение монтажных работ, основные способы монтажных работ при монтаже технологического оборудования. Нужно иметь понятие о высокоточных способах плановой и высотной установки и выверки конструкции (струнном, струнно-оптическом, оптическом).

Учебный материал по данной теме изложен в §§ 114-119 [1].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные высокоточные способы установки и выверки конструкций. В чем их суть?

2.10. Исполнительные геодезические съемки

Назначение исполнительных съемок. Вычисление отклонений конструкций от проектного положения. Допуски. Исполнительная документация.

Методические указания

Обратите внимание на назначение исполнительных съемок. Необходимо иметь представление об исполнительных съемках фундаментов, колонн, панелей. Следует ознакомиться с образцами исполнительной документации, научиться вычислять отклонения конструкций от проектного положения и сравнивать их с допустимыми.

Необходимый учебный материал изложен в § 69 [2], § 12.5 [5].

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение и содержание исполнительных чертежей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Работу следует выполнять только после изучения соответствующих тем в учебной литературе. В первой части данных методических указаний «Методические указания по изучению разделов и тем учебной дисциплины» указаны параграфы учебника, где можно найти необходимый учебный материал. Вариант контрольной работы указывает преподаватель.

Контрольная работа состоит из двух заданий.

1. Вычисление координат замкнутого теодолитного хода.
   Построение плана по координатам в масштабе 1:500.
2. Составление плана участка в горизонталях и картограммы земляных работ.

Пояснительная записка к контрольной работе должна быть составлена кратко и содержать описание основных этапов работы и необходимые расчеты.

Графический и табличный материал должен быть выполнен тщательно и аккуратно тушью или карандашом.

Образец титульного листа дан в приложении 1.

ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1

1. Вычислить координаты вершин теодолитного хода. Построить план участка местности в масштабе 1:500.

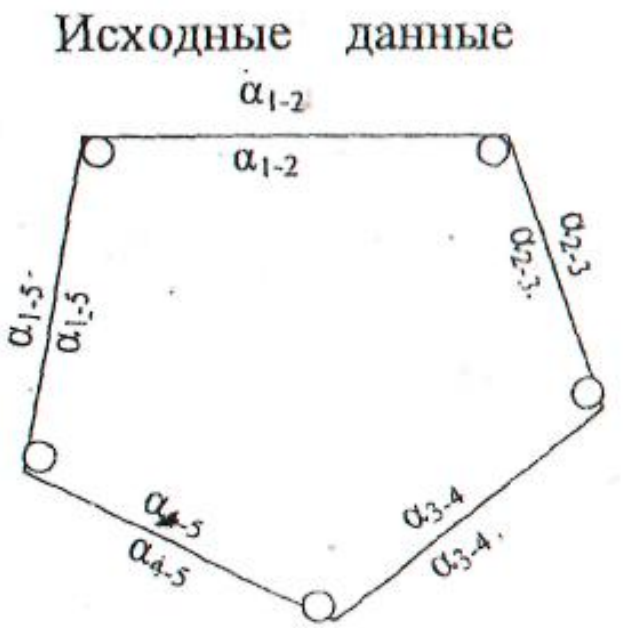


Рис.1. Схема теодолитного хода

Дирекционный угол и координаты точки 1 взять из таблицы 1.

Таблица 1. Исходные данные для расчета координат вершин теодолитного хода

№ варианта	Дирекционный угол,, α		Координаты точки 1, м	
	о	1	X	У
1	10	2	1100,11	2500,15
2	20	4	1200,56	2544,75
3	30	6	1300,68	2645,33
4	40	8	500,67	2846,75
5	50	10	450,69	3276,85
б	60	12	1340,39	560,45
7	70	14	2360,64	1245,84
8	80	16	1123,24	3256,11
9	90	18	3425,66	1324,74
10	100	20	1245,35	235,77
11	110	22	680,65	2345,32
12	120	24	1365,32	1116,85
13	130	26	235,69	1180,65
14	140	28	2440,74	1234,86
15	150	30	1345,65	765,54
16	160	32	2440,45	2360,85
17	170	34	1170,65	2440,75
18	180	36	3455,56	265,73
19	190	38	1190,25	1245,35
20	200	40	2346,23	765,55
21	210	42	1155,55	2444,44
22	220	44	1650,52	185,85
23	230	46	2555,44,	3555,76
24	240	48	564,23	986,22
25	250	50	1254,75	455,68

Внутренние измеренные углы полигона равны:

B_1 = 118°21,0';

β_2 = 79° 07,0';

βз =134° 52,0';

β_4 = 83° 54,0';

β_5 =123° 45,0'.

Горизонтальные проложения линий равны:

d_{1-2} = 55,05 м

d_{2-3} =55,60 м

$d_{3\text{-}4}$ = 57,10м
$d_{4\cdot5}$ = 46,47 м;
$d_{5\text{-}1}$ = 51,65 м.

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Вычисления координат вершин теодолитного хода производят в специальной ведомости в определенной последовательности:

1. Записывают в ведомость (таблица 2) номера вершин (графа 1), средние значения горизонтальных углов (графа 2), длины измеренных линий (графа 7), величину исходного дирекционного угла (графа 5).

2. Определяют угловую невязку хода. Для этого суммируют все измеренные углы $\Sigma\beta_{изм.}$ и сравнивают эту сумму с теоретической $\Sigma\beta_{теор.}$

В замкнутом ходе фактическая угловая невязка:

$$f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор.} = \Sigma\beta_{изм} - 180° \times (п-2),$$

где п - число углов.

Величину фактической полученной невязки сравниваем с допустимой:

f_β доп. $= 2t\sqrt{n}$

где t - точность прибора;

п - число углов в ходе.

Если фактическая невязка f_β меньше или равна допустимой, углы уравнивают, т.е. в каждый измеренный угол вводятся поправки δ, рассчитанные по формуле:

$$\delta_\beta = -f_\beta / n,$$

где *n* - число углов, при этом сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком.

3. Последовательно вычисляют дирекционные углы линий хода по формуле:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + 180° - \beta_i,$$

т.е. дирекционный угол следующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс 180° и минус правый по ходу угол между этими сторонами.

Контроль: дирекционный угол начальной стороны хода равен дирекционному углу конечной стороны хода плюс 180° минус правый по ходу угол между этими сторонами теодолитного хода.

4. По вычисленным дирекционным углам определяют румбы линий, используя формулы

1четв.	r = СВ: a	Ш четв.	r = ЮЗ: (a-180°)
II четв.	r = ЮВ: (180°-a)	IV четв.	r = СЗ: (360° - a)

5. С помощью инженерного калькулятора определяем приращения координат всех сторон хода с указанием знака + или - , значения X и Y округляются до 0,01м. В качестве аргумента используются дирекционные углы α.

$\Delta x_{выч.} = d \cos r$

$\Delta y_{выч.} = d \sin r$

6. Вычисляем суммы $\Delta x_{выч.}$ и $\Delta y_{выч.}$ вычисленных приращений координат и теоретические их суммы $\Delta x_{теор}=0$ и $\Delta y_{теор} = 0$.

Вследствие погрешностей, неизбежных при измерениях углов и расстояний, суммы вычисленных приращений координат отличаются от теоретических их сумм на величину соответствующей невязки f_x и f_y.

Так как $\Sigma\Delta x_{теор}=0$ и $\Sigma\Delta y_{теор}=0$, то в замкнутом ходе значения f_x и f_y определяются по формулам:

$$f_x = \sum_{i=1}^{n} \Delta X_{выч.\,i}$$

$$f_y = \sum_{i=1}^{n} \Delta У_{выч.\,i}$$

Величины f_x и f_y служат катетами прямоугольного треугольника погрешностей, гипотенуза которого представляет линейную абсолютную невязку теодолитного хода:

$f_{\Sigma d} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$

допустимая абсолютная невязка хода

$$f_{\Sigma d\ddot{a}\tilde{a}\ddot{i}\,.} = \frac{1}{2000}\sum d$$

Относительная невязка теодолитного хода длиной $L=\Sigma d$

$\frac{f_{\Sigma d}}{L} = \frac{1}{L / f_{\Sigma d}}$ должна быть меньше или равна $\frac{1}{2000}$.

7. Уравнивание координат. При допустимой невязке хода приращения уравнивают. Поправки вводят пропорционально длинам линий со знаком, обратным знаку невязки

$$v_{\tilde{o}} = \frac{f\tilde{o}}{L} = 1_i; v_{\acute{o}} = \frac{f_{\acute{o}}}{L} 1_i$$

При этом суммы поправок должны равняться невязкам с обратным знаком.

8. Имея исходные координаты и исправленные приращения, последовательно вычисляют координаты всех точек.

Координата следующей точки равна координате предыдущей точки плюс уравненное приращение координат, например, для точки 1 координаты

$X_1 = X_{исх} + \Delta x_{1испр}$

$У_1 = У_{исх} + \Delta y_{1испр}$

Контролем в конце вычислений служат в замкнутом ходе совпадение вычисленной координаты исходного пункта, в разомкнутом ходе - координаты конечного пункта.

План съемочной сети строится на чертежной бумаге формата A_3 в масштабе 1:500.

Пример расчета

1. В ведомости вычисления координат (табл. 2) записаны исходные данные:

а) номера точек (графа 1);

б) измеренные углы (графа 2), которые в нашем примере равны:

β_1 = 90° 40,5';

β_2 =131° 14,5';

β_3 = 92° 13,5';

β_4 = 92° 14,0';

β_5 = 133° 39,0';

в) начальный дирекционный угол $\alpha_{нач} = \alpha_{1-2}$ = 320° 40 '(графа 5);

г) горизонтальные проложения сторон полигона (графа 7):

d_{1-2} = 58,23 м;

d_{2-3} = 71,58 м;

d_{3-4}= 94,16 м;

d_{4-5} = 53,14 м;

d_{5-1} = 81,40 м;

д) координаты начальной точки X_1 = 2444,40 (графы 12 и 13)

$У_1$= 3555,60.

2. Произведено уравнивание измеренных углов полигона.

Для замкнутого полигона теоретическая сумма углов вычислена по формуле:

$$\Sigma\beta_{теор.} = 180°\times(n-2),$$

где n - число углов в полигоне.

В примере (таблица 2) n = 5, тогда $\Sigma\beta_{теор}$ = 540°00'.

При измерении углов были допущены погрешности, поэтому сумма

$$\beta_{изм.} = \beta_{изм.},$$

а разница между ними составила фактическую угловую невязку хода, которая равна

$$f_\beta = \Sigma\beta_{изм.} - \Sigma\beta_{теор.} = 540°1,5' - 540°00' = + 1,5'.$$

Сравним полученную угловую невязку с допустимой

$$f_{\beta доп} = 1\sqrt{n},$$

где n - число вершин замкнутого полигона.

Так как n = 5, то $f_{\beta доп}$ = + 2,2'. Здесь условие $f_\beta < f_{\beta доп}$ выполняется.

Угловую невязку следует распределить поровну между измеренными углами с противоположным знаком:

$$v_i = -1,5 : 3 = -0,5'.$$

3. По исходному дирекционному углу линии α_{1-2}, равному в данном примере $\alpha_0 = \alpha_{1-2}$ = 320°40' , последовательно вычислены дирекционные углы последующих линий хода по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180° - \beta_n,$$

причем окончательное значение a_n должно быть меньше 360°.
Так как измерены правые углы теодолитного хода, то
$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180° - \beta_2$;
$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180° - \beta_3$;
$\alpha_{4-5} = \alpha_{3-4} + 180° - \beta_4$;
$\alpha_{5-1} = \alpha_{4-5} + 180° - \beta_5$.
Контроль: $\alpha_{1-2} = \alpha_{5-1} + 180° - \beta_1$.
Численный пример вычисления расчета дирекционных углов для графы 5 таблицы 2 следующий:

α_{1-2} = 320°40'
+ 180°00'
500°40'
-131°14,2'
α_{2-3} = 369°25,8', здесь a_{2-3} >360°, поэтому вычитаем 360°
-360°00'

α_{2-3} = 9°25,8'
+ 180°00'

189°25,8'
-92°13,2'

α_{3-4} = 97° 12,6'
+ 180°00'

277°12,6
- 92°13,7'

α_{4-5}= 184°58,9
+ 180°00'

364°58,9'
-133°38,7'

α_{5-1} = 231º20,2'
+ 180°00'

411°20,2'
- 90°40,2'
α_{1-2}= 320°40' - исходный дирекционный угол (контроль).
Вычисленные дирекционные углы записывают в графу. 5 таблицы 2.

4. Пользуясь формулами зависимости между дирекционными углами и румбами, вычисляем румбы линий:
Например,
IY четверть r_{1-2} = СВ:(360°- α) =360º - 320°40' = СЗ: 39°20'.

5.С помощью инженерного калькулятора, пользуясь дирекционными углами и горизонтальными проложениями сторон полигона, вычислены приращения координат Δx и Δy

$\Delta x_{выч} = d \cos \boldsymbol{r}$
$\Delta y_{выч} = d \sin \boldsymbol{r}$

При вычислениях необходимо преобразовать значение (градусы, минуты) в аргумент ***r*** в градусах. Например, если ***r*** = 320°40', то преобразование состоит в переводе минут угла в доли градуса (40′ /60') и прибавлении их к градусной части (к 320°).

Например, $\Delta x_{1-2} = d_{1-2} \times \cos \alpha_{1-2} = 58{,}23 \times \cos 320{,}66660° = +45{,}04$м;

$\Delta y_{1-2} = d_{1-2} \times \sin \alpha_{1-2} = -36{,}91$м.

Вычисленные значения приращений с соответствующими знаками записываем в графы 8 и 9 таблицы 2.

6. Определяем алгебраические суммы приращений (т.е. суммируем их с учетом знака + или -):
$\Delta x_{выч}$ и $\Delta y_{выч}$ и записываем их значения в графах 8 и 9 в таблице 2.

Теоретические суммы приращений замкнутого полигона должны быть равны нулю: $\Sigma\Delta x_{теор} = 0$;

$\Sigma\Delta y_{теор} = 0$ и записаны в графах 8,9 таблицы 2.

Однако в измеренных углах и сторонах полигона допущены некоторые погрешности. Поэтому фактическая сумма вычисленных приращений не будет равна нулю, т.е. возникают невязки приращений координат по оси x и y:

$f_x = \sum x_{выч} - \sum x_{теор;}$

$f_y = \sum y_{выч} - \sum y_{теор}$

В примере таблицы 1 найдены невязки

$f_x = +0{,}04$м; $f_y = +0{,}07$м.

7. Вычисляем абсолютную невязку хода по формуле:

$f_{абс.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$

получаем $f_{абс.} = \sqrt{(+0{,}04)^2 + (+0{,}07)^2} = 0{,}0806$м ≈ 0,081 м.

8. Вычисляем относительную невязку по формуле

$f_{абс.} = \frac{абс.,}{отн}$

где Σdj - длина хода.

$$f_{iòí\ .} = \frac{0{,}081}{358{,}51} = \frac{1}{\underline{358{,}51}} = \frac{1}{4448} < \frac{1}{2000}.$$

Следовательно, фактическая относительная невязка хода

$f_{отн.\ доп.} = 1/4448$ меньше допустимой относительной невязки

$f_{доп} = 1/2000$. Поэтому делаем вывод, что длины сторон и углы теодолитного хода измерены с требуемой точностью, а вычисления координат выполнены без ошибок.

9. Уравниваем приращения координат, для этого вычисленные невязки распределяем по приращениям пропорционально их длине горизонтальных проложений.

Знак поправки берется обратным знаку невязки:

$$v_{\tilde{o}i} = -\frac{f_{\tilde{o}}}{\sum d_i} d, v_{\acute{o}i} = -\frac{f_i}{\sum d_i},$$

где v_{xi} и v_{yi} - величины поправок для приращений ΔX_i и ΔY_i ;
Σd_i- периметр полигона;
d*i* - горизонтальное проложение с номером i.

Полученные значения поправок необходимо округлить до второго десятичного знака (до см).

Если величина линейной невязки меньше количества сторон полигона, то в этом случае невязку нужно распределить на наиболее протяженную сторону.

Если невязка f_x =+0,04м, то распределяем по одной сотой на наиболее длинные стороны (см. табл. 2, графу 8).

Невязку f_y= +0,07м распределяем пропорционально длинам линий (см. табл. 2, графу 9).

10. Исправленные приращения записываем в графы 10 и 11 (табл. 2). Сумма исправленных приращений со знаками "+" и " - " должна быть равна нулю.

11. Вычисляем координаты точек теодолитного хода по формулам
$X_i = X_{i-1} + \Delta x$,
$У_i = У_{i-1} + \Delta y$.

Вычисленные координаты заносим в графы 12 и 13.

Ведомость вычисления координат необходимо аккуратно заполнить карандашом в соответствии с таблицей 2 на листе бумаги 20 × 30см.

12. Пользуясь значениями вычисленных координат, следует нанести плановые точки на план масштаба 1:500. Для этого на чертежной бумаге вычерчивают координатную сетку со сторонами квадратов 10см и оцифровывают с учетом того, что 1см плана соответствует 5м.

Полученные на плане точки необходимо соединить прямыми линиями и надписать значения румбов и горизонтальных проложений сторон полигона (см. приложение 1).

Задание 2

По данным топографической съемки способом нивелирования по квадратам составить:
- план участка в горизонталях;
- выполнить проектирование плоской поверхности искусственного рельефа с условием баланса земляных работ;
- рассчитать объемы земляных работ и составить их картограмму.

Исходные данные

На журнале-схеме нивелирования по квадратам (рис. 2) даны значения отсчетов по черной стороне рейки, которая устанавливалась поочередно у вершин квадратов со сторонами 20х20 м, обозначенных колышками на строительной площадке.

Для определения отметок нивелируемых точек поверхности использован рабочий репер (вершина квадрата 1).

Журнал-схема с величинами отсчетов по рейке и абсолютной отметкой репера выдается каждому учащемуся согласно варианту.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ 2

Составление плана в горизонталях и картограммы земляных работ

1. В журнале-схеме нивелирования вычислить горизонт прибора ГП, который равен отметке репера плюс отсчет по черной стороне рейки "а", установленной на этом репере. При сложении отсчет "а" необходимо выразить в метрах, например, а = 2,37м.

В данном примере ГП = 78,54+2,37=80,91м.

Определить отметки земли у вершин квадратов по формуле:

$$H_i = ГП - b_i$$

где b_i - отсчет по рейке, поставленной у соответствующей вершины квадрата, результаты округлить до 0,01м.

H_2 = ГП - b_2= 80,91-1,39 =79,52 м,

H_3 = ГП - b_3 = 80,91-1,315 =79,595 ≈ 79,60м.

Аналогично определить отметки для остальных вершин квадратов и записать их значения в журнале-схеме нивелирования (см. пример на рис. 2).

2. На листе чертежной бумаги в масштабе 1:500 построить сетку квадратов.

Перенести на схему отметки вершин квадратов, записав их справа ниже вершин соответствующих квадратов.

3. Пользуясь отметками соседних вершин квадратов, на плане провести горизонтали (рис.3) с высотой сечения $h_{сеч}$ =0,25 м. Для этого между вершинами квадратов найти точки, кратные высоте сечения рельефа, и последовательно соединить их плавными кривыми линиями.

Расстояние от вершины с меньшей отметкой Н м до горизонтали с отметкой Н г вдоль стороны квадрата определяется по формуле:

$$\tilde{O} = \frac{\grave{a}}{\grave{a} + b} d$$

где а = Нг - Нм - превышение горизонтали над точкой с меньшей отметкой;

b = Нб - Нг - превышение точки с большей отметкой над горизонталью.

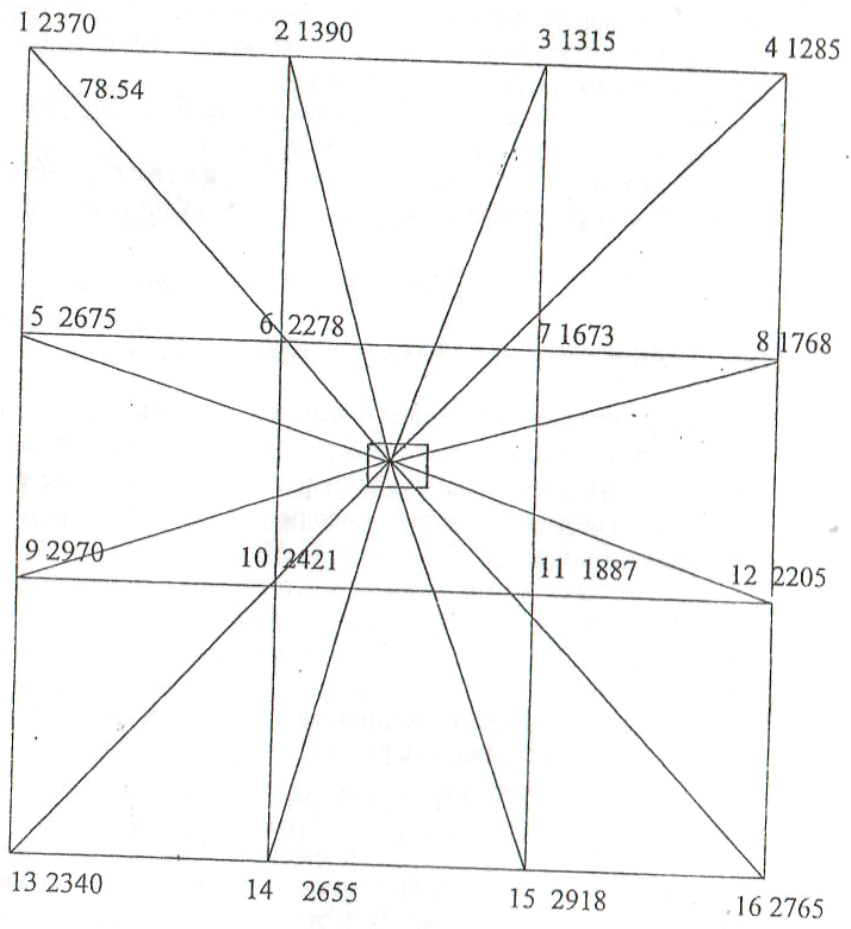


Рис. 2. Журнал-схема нивелирования по квадратам

Например, между вершинами 4 и 8 проходит горизонталь с отметкой 79,25м. Чтобы определить расстояние X от вершины 8, определяем

a= 79,25-79,14=0,15 м;

b= 79,62-79,25=0,37 м

Так как d =20 м, $\tilde{O} = \frac{0,15}{0,15+0,37}20 = 5,76$ м, что в масштабе 1:500 составляет 11,5 мм. Полученное расстояние откладываем от верши 8 вдоль стороны квадрата 4-8.

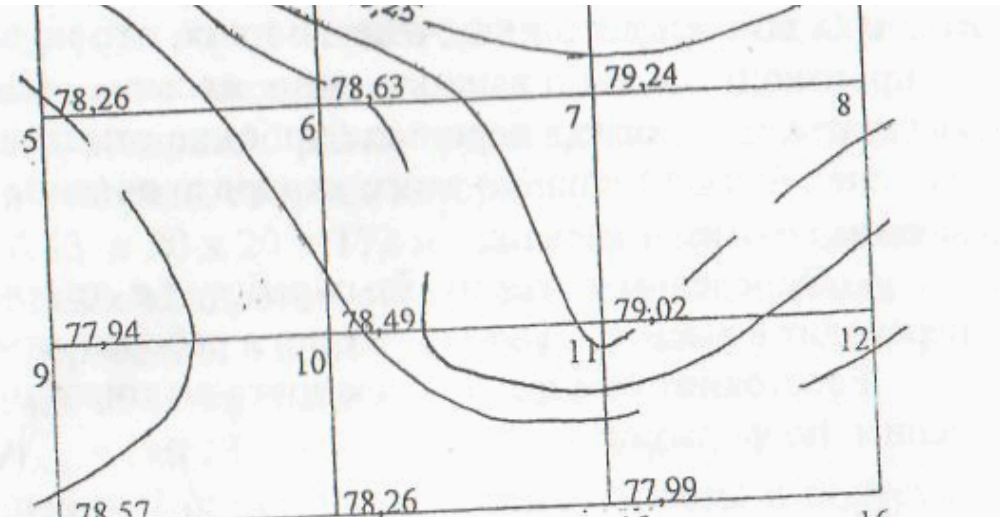


Рис.3 План в горизонталях М 1:500

Проектирование вертикальной планировки участка под горизонтальную плоскость при нулевом балансе земляных работ

Для проектирования участка под горизонтальную плоскость необходимо выполнить следующие работы:

1. На листе чертежной бумаги составить отдельную схему сетки квадратов М 1:500, надписать отметки земли у вершин квадратов с округлением до 1см.
2. Вычислить проектную отметку горизонтальной плоскости, отвечающую условию баланса земляных работ в пределах площадки:

$$H_{пр} = \frac{4\sum A_i + 2\sum A_i + \sum C_i}{4n}$$

где n - число всех квадратов;

A_i- отметки вершин, общих для четырех квадратов;

B_i - отметки вершин, общих для двух квадратов;

C_i - отметки вершин, входящих только в один квадрат.

3. Вычислить рабочие отметки по формуле:

$$H_{раб} = H_{пр} - H_{земли}.$$

Если проектная отметка больше черной, будет насыпь, и рабочая отметка получится со знаком "плюс", если проектная отметка меньше черной, то будет выемка грунта, и рабочая отметка получит знак "минус". Рабочие отметки следует указать на схеме у вершин квадратов левее проектных отметок со своим знаком.

4. Определить на схеме однородные и смешанные квадраты. Однородными называют квадраты, имеющие рабочие отметки одного знака во всех вершинах, означающих, что на всей площади квадрата производится либо выемка, либо насыпь. Смешанными называют квадраты, имеющие в вершинах рабочие отметки разных знаков, означающие, что на площади этого квадрата должны быть выполнены и выемка грунта, и насыпь.

5. Определим точки нулевых работ, т.е. те точки, в которых переходит в выемку ($H_{земли} = H_{пр.}$ и рабочая отметка равна 0).

Расстояние от вершины квадрата до точки нулевых работ определим по формуле

Насыпь

$$X = \frac{h_i}{h_i + h_2} d$$

где X - расстояние до точки нулевых работ;

h_i- рабочая отметка вершины квадрата, от которой определяется расстояние;

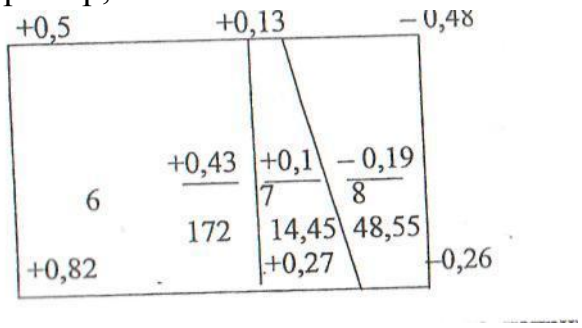
h_2 - рабочая отметка другой вершины этого квадрата;

d - длина стороны квадрата, равная 20м. При подстановке в формулу знаки рабочих отметок во внимание не принимаются.

Точки нулевых работ отметим на сторонах квадратов. Соединив эти точки прямыми, получим линии нулевых работ (границу выемок и насыпей). Площади выемки и насыпи для наглядности заполнить различной штриховкой или раскрасить.

6. Составить картограмму земляных работ. На схеме с проведенными линиями нулевых работ в каждой фигуре (квадрате, треугольнике или трапеции) вычислить среднюю для этой фигуры отметку и объем срезки или насыпи.

Например,



Средняя рабочая отметка квадрата равна, например, для квадрата 6: $h_{6ср}= (h_1+ h_2 +h_3+h_4)/4 = (0,5 +0,13 +0,27 + 0,82)/4 = + 0,43$м, записывается внутри квадрата в числителе.

Объем насыпи в квадрате 6 равен произведению средней рабочей отметки и площади квадрата, сторона которого ***l***= 20 м:

$Y_6 = h_{6ср}\times \boldsymbol{l}^2= 0,43 \times 20 \times 20 = 172$м^3, записывается в знаменателе.

В пределах переходных квадратов образуются участки выемки и насыпи треугольной формы или в виде трапеции.

Средняя рабочая отметка трапеции 7 равна:

$h_{7ср}$ = (+0,13+0+0+0,27)/4= +0,10м.

Площадь трапеции 7 равна произведению высоты и полусуммы оснований:

P_7 = 20 × (4,26+10,19)/2= 145м^2.

Объем насыпи (трапеция 7) равен:

$Y_7 = h_{7ср.} \times P_7$= 0,10 × 145 = 14,5м^3.

Средняя рабочая отметка трапеции 8 (выемка грунта) равна:

$h_{8ср.}$ = (-0,48 + (-0,26)+0+0)/4= - 0,19м.

Площадь трапеции 8 определится:

P_8 = 20× (15,74+ 9,81) /2 = 255м^2.

Контроль: сумма площадей трапеции 7 и трапеции 8 должна быть равна площади квадрата, т.е. 400м^2.

Объем выемки (трапеция 8) равен:

$Y_8 = h_8 P_8$ = 0,19 × 255 = 48,55м^3.

7. Составить общий баланс земляных работ, вычислить сумму объемов насыпи и выемки.

Расчет выполнить в таблице 3.

Объем срезки растительного грунта рассчитывается как произведение толщины растительного слоя, равного 0,2м, и всей площади участка:

0,2 × 60 × 60 = 720м^3.

Таблица 3. Расчет объемов земляных работ

Наименование	Количество, м^3	
	Насыпь	Выемка
1. Срезка растительного грунта	—	720
2. Планировка	632	644
3. Избыточный грунт от устройства фундаментов подземных сетей корыта дорог	-	-
4. Насыпь растительного грунта (устройство газонов)	720	-
5. Остаточное разрыхление 3% от суммарной выемки	—	36
Всего	1352	1400

8. Охарактеризовать полученный баланс земляных работ.

В приведенном примере объем выемки превышает объем насыпи на 48м. Данный результат соответствует погрешности расчетов по вычислению объемов земляных работ в пределах 3-5 %:

$$\frac{1400-1352}{1400} \tilde{o} 100\% = 3{,}4\%$$

Ввиду малости такой погрешности баланс признается практически нулевым.

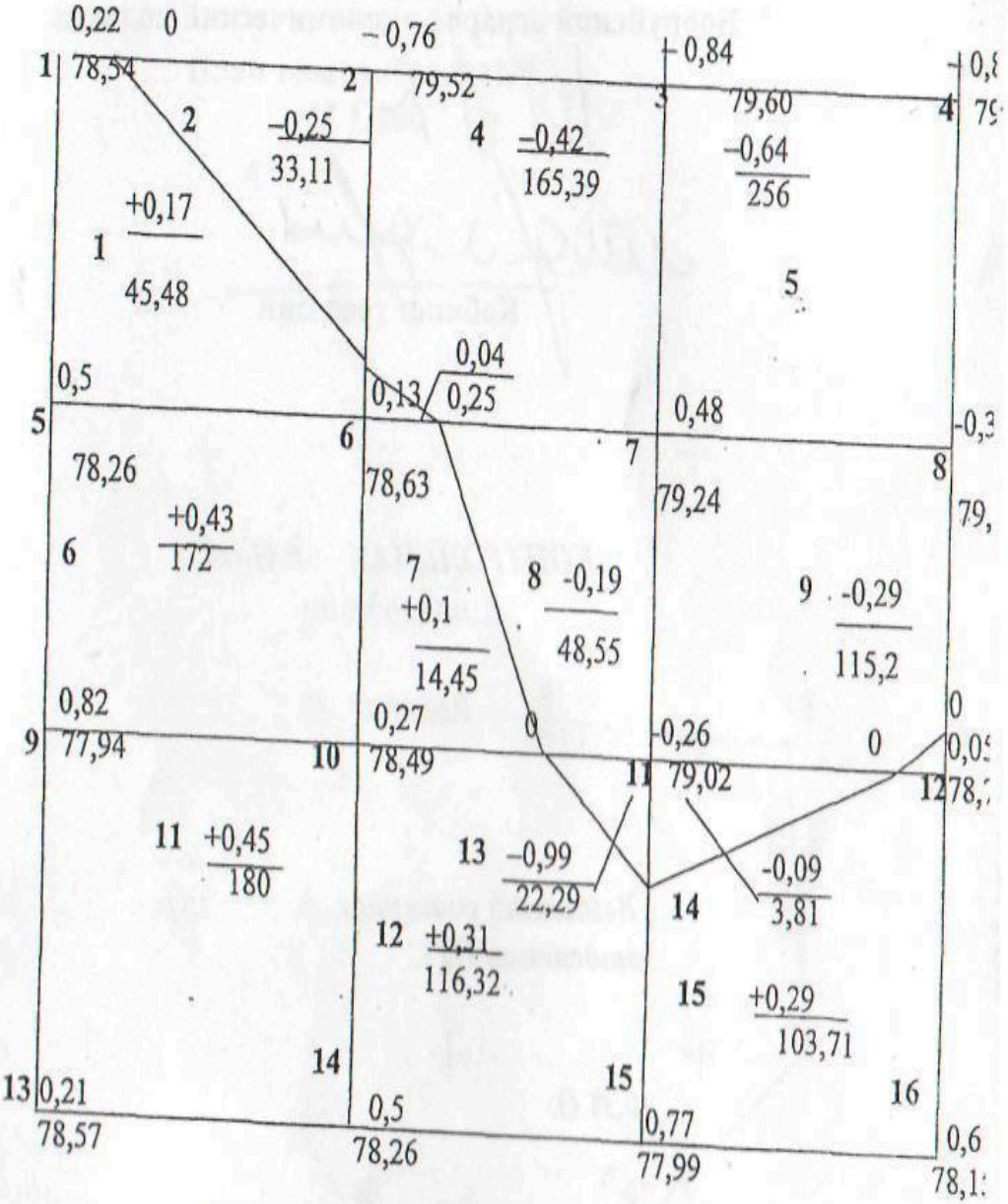
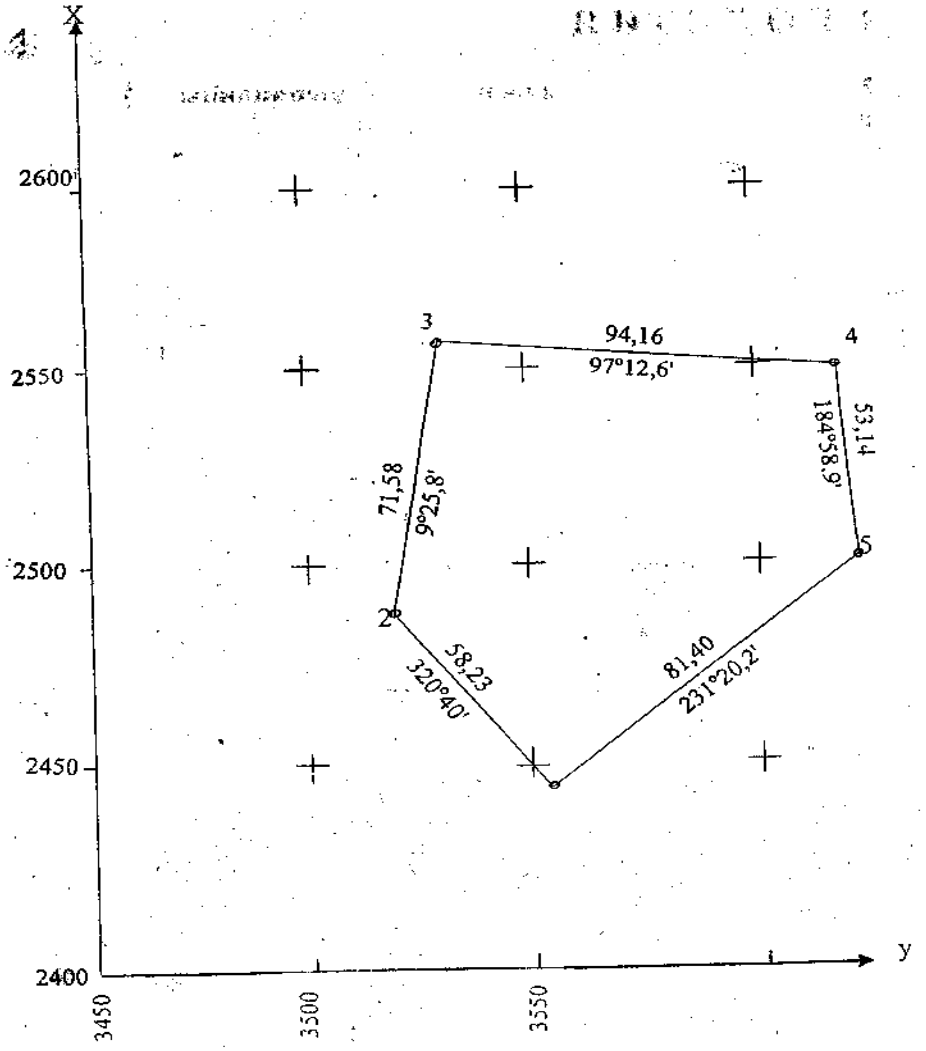


Рис.4. Картограмма земляных работ

Приложение 2

План теодолитного хода
М 1:500



39

Приложение 1

Таблица 2. Ведомость вычисления координат вершин теодолитного хода

№ вершин хода	Измеренные углы Рнзм	Поправки углов [8](Ш	Исправленные углы (3,,,м	Дирек-ционные углы *а*	Румбы г	Горизонтальные ппроложения троло-жения линий d	Приращения вычисленные				Приращения исправленные				Координаты, м		в е
1	$\beta_{изм.}$	углов $\delta_{(\beta\ )}$	углы $\beta_{изм.}$	углы α		проложения линий d	+ -	Δx	+ -	Δy	+ -	Δx	+ -	Δy	X	У	ш к д
	-	-	-	320°40'	С3:39°40'	58,23	+	-1 45,04	.	-1 36,91	+	45,03	,,	-36,92	2444,4	!555,6	
2	131°14,5'	-0,3	131⁰14,2'	9°25,8'	СВ:9°25'8	71,58	+	-1 70,61	+	-1 11,73	+	70,60	+	11,72	2489,43	3518,68	
3	92°]3,5'	-0,3	92°13,2'	97⁰12,б'	СВ:82°47'4	94,16	-	-1 11,82	+	-2 93,43	-	11,83	+	93,41	2560,03	3530,40	
4	92°14'	-0,3	92°13,7	184°58,9'	ЮВ:4°47'4	53,14	-	52,94	-	-1 4,62	-	52,94	-	4,63	2548,20	3623,81	/
5	133°39'	-0,3	133°38,7'	23Г.20.2'	Ю3:51°20'2	81,40	_	-1 50,85	,	-2 63,56	_	50,86	.	63,58	2495,26	3619,18	ⁱ
1	90°40,5'	-0,3	90°40,2'												2444,4	3555,6	

$\sum \beta_{\grave{e}\grave{c}\grave{i}\ .} = 540^{\circ}1{,}5'$ $\sum d = 358{,}51$ м $\sum \Delta X_{\hat{a}\hat{u}\div.} = 0{,}04$ м $\sum \Delta X_{\hat{a}\hat{u}\div.} = 0{,}07$ м

$\sum \beta_{\grave{o}\mathring{a}\hat{\imath}\eth\ .} = 540°$ $\sum \Delta X_{\grave{o}\mathring{a}\hat{\imath}\eth\ .} = 0$ м $\sum \Delta X_{\grave{o}\mathring{a}\hat{\imath}\eth\ .} = 0$ м

$f_{(\beta\ )} = 1{,}5$ $f_{(d\ )} = +0{,}04$ м $f_{(\acute{o}\ )} = +0{,}07$ м

$f_{(\beta\ )\ddot{a}\ddot{\imath}\ddot{\imath}\ .} = 1'\sqrt{\grave{I}} = 1'\sqrt{5} = 2{,}2';$ $f_{(d\ )} = \sqrt{f_{(X\ )}^{2}} + f_{(X\ )}^{2} = 0{,}0806\grave{\imath}$

$$\frac{f_{(d\ )}}{\sum d} = \frac{0{,}0806}{358{,}51} = \frac{1}{4448} \angle \frac{1}{2000}$$