

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гнатюк Сергей Иванович
Должность: Первый проректор
Дата подписания: 07.10.2025 09:05:05
Уникальный программный ключ:
5ede28fe5b714e680817c5c132d4ba793a5b4422

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины
ОПД.07 Основы геодезии
(наименование учебной дисциплины)

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения
(код, наименование профессии/специальности)

Рассмотрено и согласовано цикловой комиссией сельское хозяйство, строительство и природообустройство.

Протокол № 2 от «02» сентября 2024 г.

Разработана на основе ФГОС СПО РФ и ПООП СПО для специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения (утвержден Приказом Министерства образования и науки от 5 февраля 2018 года № 68).

Организация разработчик: Политехнический колледж ЛГАУ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПД.07 Основы геодезии

1.1. Область применения программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины (далее – рабочая программа) является частью освоения программ подготовки специалистов среднего звена (далее ППССЗ) в соответствии с ФГОС СПО РФ и ПООП СПО для специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения.

(указать профессию, специальность, укрупненную группу (группы) профессий или направление (направления) подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины ОПД.07 Основы геодезии по специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения может быть использована на базе среднего (полного общего) образования, в профессиональном обучении и дополнительном профессиональном образовании.

1.2. Цели и задачи учебной дисциплины, требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина ОПД.07 Основы геодезии относится к общепрофессиональному циклу.

Целью реализации основной образовательной программы среднего общего образования по предмету ОПД.07 Основы геодезии является освоение содержания предмета Основы геодезии и достижение обучающимися результатов изучения в соответствии с требованиями, установленными ФГОС СПО РФ и ПООП СПО.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

- основные геодезические определения;
- типы и устройства основных геодезических приборов;
- методику выполнения разбивочных работ.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- использовать мерный комплект для измерения длин линий;
- использовать нивелир для измерения превышений;
- использовать теодолит для измерения углов;
- решать простейшие задачи детальных разбивочных работ.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4	читать разбивочные чертежи; использовать мерный комплект для измерения длин линий; использовать нивелир для измерения превышений; использовать теодолит для измерения углов; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ.	основные геодезические определения; типы и устройства основных геодезических приборов; методику выполнения разбивочных работ.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематический план учебной дисциплины ОПД.07 Основы геодезии

Вид учебной работы	Количество часов
1	2
Максимальная учебная нагрузка (всего)	77
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	77
<i>в т. ч.:</i>	
теоретическое обучение	20
практические занятия	32
Самостоятельная работа обучающегося	23
Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет	2
ИТОГО	77

3.2. Содержание обучения по учебной дисциплине ОПД.07 Основы геодезии

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций
Раздел 1 Топографические карты, планы и чертежи		30	
Тема 1.1 Общие сведения	Содержание учебного материала	6	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Предмет и задачи геодезии. Основные сведения о форме и размерах Земли: физическая поверхность земли, уровенная поверхность, геоид, эллипсоид вращения и его параметры.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Определение положения точек земной поверхности, системы географических и прямоугольных координат. Высоты точек. Превышения. Балтийская система высот. Изображение земной поверхности на плоскости, метод ортогонального проектирования в геодезии.	4	
	Самостоятельная работа обучающихся Основные термины и понятия: горизонтальное проложение, угол выделить курсивом, горизонтальный угол, карта, план. Генеральный план объекта. Сводный план инженерных сетей.	2	
Тема 1.2 Масштабы топографических планов, карт. Картографические условные знаки	Содержание учебного материала	6	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Определение масштаба. Формы записи масштаба на планах, картах: численная, именованная, графическая. Точность масштаба. Государственный масштабный ряд. Условные знаки, их классификация.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Решение задач на масштабы. Методика чтения топографических карт, планов (описание ситуации по заданному маршруту).	2	
	Самостоятельная работа обучающихся. Методика решения стандартных задач на масштабы.	2	
Тема 1.3 Рельеф местности и его изображение на топографических картах и планах	Содержание учебного материала	6	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Определение термина «рельеф местности». Основные формы рельефа и их элементы; характерные точки и линии. Методы изображения основных форм рельефа: горизонталями; высота сечения, заложение. Методика определения высот точек, лежащих между горизонталями.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Уклон линии. Чтение рельефа по карте (плану). Решение задач, наиболее распространенных в	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций
	строительной практике.		
	Самостоятельная работа обучающихся Понятие о профиле. Принцип и методика его построения по линии, заданной на топографической карте.	2	
Тема 1.4 Ориентирование направлений	Содержание учебного материала	6	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Понятие об ориентировании направлений. Истинные и магнитные азимуты, склонение магнитной стрелки. Прямой и обратный азимуты. Румбы. Формулы связи между азимутами румбами.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Сближение меридианов. Формулы приведения дирекционного угла. Методика ориентирования плана, карты буссоли.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Понятие дирекционного угла.	2	
Тема 1.5 Определение прямоугольных координат точек, заданных на топографической карте. Прямая и обратная геодезические задачи	Содержание учебного материала	6	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Сущность прямой и обратной геодезических задач. Алгоритм решения задач. Оцифровка сетки плоских прямоугольных координат на топографических картах и планах.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Вычисление длин линий и дирекционных углов по координатам начальной и конечной точек	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Схема определения прямоугольных координат заданной точки.	2	
Раздел 2. Геодезические измерения		23	
Тема 2.1 Сущность измерений. Классификация и виды геодезических измерений.	Содержание учебного материала	5	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Измерения как процесс сравнения одной величины с величиной того же рода, принятой за единицу сравнения. Факторы и условия измерений.	1	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Виды измерений: непосредственные, косвенные, необходимые, дополнительные, равноточные, неравноточные. Погрешность результатов измерений.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Понятие о государственной системе стандартизации и метрологии измерительной	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций
	техники.		
Тема 2.2 Линейные измерения	Содержание учебного материала	5	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Основные методы линейных измерений. ГОСТ на мерные ленты и рулетки. Мерный комплект. Методика измерения линий лентой.	1	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Точность измерений, факторы, влияющие на точность измерений линий лентой (рулеткой). Компарирование.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Учет поправок за компарирование, температуру, выделить курсивом линии. Контроль линейных измерений.	2	
Тема 2.3 Угловые измерения	Содержание учебного материала	9	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	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 (типы ТЗО): характеристики кругов, основных винтов и деталей. Назначение и устройство уровней: ось уровня, цена деления уровня.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Изучение теодолита Т-30, 2Т5К. Измерение горизонтальных и вертикальных углов. Принадлежности теодолитного комплекта. Правила обращения с теодолитом. Поверки и юстировка теодолита (типа ТЗО). Технология измерения горизонтальных углов. Порядок работы при измерении горизонтального угла полным приёмом. Факторы, влияющие на точность измерения горизонтальных углов, требования к точности центрирования и визирования.	6	
	Самостоятельная работа обучающихся Технология измерения вертикальных углов. Контроль измерений и вычислений. Устройство нитяного дальномера теодолита. Зрительная труба, сетка нитей – основные характеристики. Характеристика отсчетного приспособления	3	
Тема 2.4 Геометрическое нивелирование	Содержание учебного материала	8	ОК 01 – ОК 06, ОК 09 - ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6,
	Классификация нивелирования по методам определения превышений. Принцип и способы геометрического нивелирования. Принципиальная схема устройства нивелира с уровнем. ГОСТ на нивелиры. Порядок работы по определению превышений на станции нивелирования: последовательность наблюдений, запись измерений в полевой журнал,	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций
	контроль нивелирования на станции		ПК 4.1 – ПК 4.4
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Изучение нивелира. Обработка результатов технического нивелирования. Устройство нивелира типа НЗ. Нивелирный комплект. Принципиальная схема устройства нивелира с компенсатором (НЗК, Н10КЛ). Поверки нивелира.	4	
	Самостоятельная работа обучающихся Состав нивелирных работ по передаче высот: технология полевых работ по проложению хода технического нивелирования; вычислительная обработка результатов нивелирования.	2	
Раздел 3 Понятие о геодезических съемках		12	
Тема 3.1 Общие сведения	Содержание учебного материала	6	
	Общие сведения о геодезических съёмках: назначение и виды геодезических съёмок. Геодезические сети как необходимый элемент выполнения геодезических съёмок и обеспечения строительных работ. Трактовка задачи по съёмки как определение планового и высотного положения точки относительно исходных данных.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Закрепление точек геодезических сетей на местности. Простейшие схемы построения сетей сгущения.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Основные сведения о государственных плановых и высотных геодезических сетях.	2	
Тема 3.2 Назначение, виды теодолитных ходов. Состав полевых и камеральных работ при проложении теодолитных ходов	Содержание учебного материала	8	
	Теодолитный ход как простейший метод построения плановой опоры (сети) для выполнения геодезических съёмок, выноса проекта в натуру. Замкнутый и разомкнутый виды теодолитных ходов. Схема привязки теодолитных ходов к пунктам геодезической сети. Состав полевых работ по проложению теодолитного хода: рекогносцировка и закрепление точек, угловые измерения на точках теодолитного хода, измерение длин сторон теодолитного хода.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Вычисление координат теодолитного хода. Нанесение точек хода по координатам на план. Уравнение 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.	4	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций
	Самостоятельная работа обучающихся Полевой контроль. Обработка журнала полевых измерений. Исполнительная схема теодолитного хода. Состав камеральных работ; контроль угловых измерений в теодолитных ходах.	2	
		Всего:	77
		из них практических занятий	32
		лекций	20
		самостоятельная работа	23
		зачет	2

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины требует наличия кабинета «Основ инженерной геологии при производстве работ на строительной площадке и прикладной геодезии и экологического картографирования». Эффективность преподавания курса Основы геодезии зависит от наличия соответствующего материально-технического оснащения. Это объясняется особенностями курса, в первую очередь его многопрофильностью и практической направленностью.

Оборудование кабинета:

- рабочее место преподавателя и рабочие места по количеству обучающихся;
- технические средства обучения: компьютер с программным обеспечением, проектор; экран; аудиовизуальные средства – схемы и рисунки к занятиям в виде слайдов и электронных презентаций;
- плакаты; планшеты; наглядные пособия; приборы: теодолиты; нивелиры;
 - тахеометр; рулетки; штативы;
 - нивелирные рейки 2-х сторонние;
 - вешка телескопическая 2,6 м;

Приводится перечень средств обучения, включая тренажеры, модели, макеты, оборудование, технические средства, в т. ч. аудиовизуальные, компьютерные и телекоммуникационные и т. п. (количество не указывается)

Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих реализацию ППСЗ по специальности, должны обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими среднее профессиональное, высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой учебной дисциплины. Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным для преподавателей, отвечающих за освоение обучающимися профессионального учебного цикла.

Преподаватели получают дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в профильных организациях не реже одного раза в 5 лет.

4.2. Информационное обеспечение обучения. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные печатные издания

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия : учебник – 15-е изд., стер. – М.: ОИЦ «Академия», 2021
2. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 189 с.
3. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия : учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 243 с.
4. Соловьев, А. Н. Основы геодезии и топографии : учебник для СПО / А. Н. Соловьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-6508-8.
5. Дьяков, Б. Н. Геодезия : учебник для СПО / Б. Н. Дьяков, А. А. Кузин, В. А. Вальков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 296 с. — ISBN 978-5-8114-4499-1.
6. Стародубцев, В. И. Инженерная геодезия : учебник для СПО / В. И. Стародубцев, Е. Б. Михаленко, Н. Д. Беляев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-6657-3.
7. Стародубцев, В. И. Практическое руководство по инженерной геодезии : учебное пособие для СПО / В. И. Стародубцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-6656-6.

Основные электронные издания

8. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 189 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-14084-2. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/467771> (дата обращения: 12.05.2021).
9. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия : учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 243 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-89564-3. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/471391> (дата обращения: 12.05.2021).
10. Левитская, Т. И. Геодезия : учебное пособие для СПО / Т. И. Левитская ; под редакцией Э. Д. Кузнецова. – 2-е изд. – Саратов : Профобразование, 2021. – 87 с. – ISBN 978-5-4488-1127-2. – Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО

PROFобразование : [сайт]. – URL: <https://profspo.ru/books/104897> (дата обращения 12.05.2021)

11. Кузнецов, О. Ф. Основы геодезии и топография местности : учебное пособие для СПО / О. Ф. Кузнецов. – Саратов : Профобразование, 2020. – 309 с. – ISBN 978-5-4488-0721-3. – Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. – URL: <https://profspo.ru/books/92134> (дата обращения 12.05.2021)

12. Кузнецов, О. Ф. Инженерная геодезия : учебное пособие для СПО / О. Ф. Кузнецов. – Саратов : Профобразование, 2020. – 353 с. – ISBN 978-5-4488-0653-7. – Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. – URL: <https://profspo.ru/books/91868> (дата обращения 12.05.2021)

13. Соловьев, А. Н. Основы геодезии и топографии : учебник для спо / А. Н. Соловьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-6508-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148040> (дата обращения: 12.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Дьяков, Б. Н. Геодезия : учебник для спо / Б. Н. Дьяков, А. А. Кузин, В. А. Вальков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 296 с. — ISBN 978-5-8114-4499-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148270> (дата обращения: 12.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем при проведении лабораторных работ, практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований, практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1	2
Умения	
читать разбивочные чертежи; использовать мерный комплект для измерения длин линий; использовать нивелир для измерения превышений; использовать теодолит для измерения углов; решать простейшие задачи де-тальных разбивочных работ.	Оценка результатов выполнения заданий, приемов, упражнений. Оценка выполненных самостоятельных работ.
Знания	
основные геодезические определения; типы и устройства основных геодезических приборов; методику выполнения разбивочных работ.	Контрольная работа. Самостоятельная работа. Защита реферата. Выполнение проекта. Наблюдение за выполнением практического задания (деятельностью студента). Оценка выполнения практического задания (работы). Подготовка и выступление с докладом, сообщением, презентацией

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины
ОПД.07 Основы геодезии
(наименование учебной дисциплины)

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения
(код, наименование профессии/специальности)

Практическая работа

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

Цель работы: **Определение масштаба. Формы записи масштаба на планах и картах: численная, именованная, графическая. Точность масштаба. Государственный масштабный ряд. Методика решения стандартных задач на масштабы**

Время: **2 часа**

Общие сведения

Масштаб указывают дробью, у которой числитель равен единице.

В геодезии наиболее часто применяются следующие масштабы:

1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000 — Для планов

1 : 10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:300 000, 1:500 000, 1:1000 000— Для карт.

Указанные отношения показывают, что горизонтальные проекции линий местности уменьшены на плане соответственно в 500, 1000, 2000 и т. д. раз, т. е. отрезку в 1 см на плане соответствуют на местности длины: 500 см или 5 м; 1000 см или 10 м; 2000 см или 20 м и т. д. На картах ниже подписи численного масштаба (например, 1: 10 000) приводится *именованный* (пояснительный) масштаб: «в 1 сантиметре 100 м».

Масштабы топографических карт

Масштабом называется степень уменьшения горизонтальных проложений линий местности при изображении их на плане, карте или аэроснимке. Различают численный и графические масштабы; к последним относятся линейный, поперечный и переходный масштабы.

Численный масштаб. Численный масштаб выражается в виде дроби, числитель которой равен единице, а в знаменателе стоит число, показывающее степень уменьшения горизонтальных проложений. На топографических картах численный масштаб подписывается внизу листа карты в виде 1:М, например, 1:10000. Если длина линии на карте равна s , то горизонтальное проложение S линии местности будет равно:

$$S = s * M. \quad (1)$$

В нашей стране приняты следующие масштабы топографических карт: 1:1 000 000, 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000. Этот ряд масштабов называется стандартным. Раньше этот ряд включал масштабы 1:300 000, 1:5000 и 1:2000.

Линейный масштаб. Линейный масштаб - это графический масштаб; он строится в соответствии с численным масштабом карты в следующем порядке:

- проводится прямая линия и на ней несколько раз подряд откладывается отрезок a постоянной длины, называемый основанием масштаба (при длине основания $a=2$ см линейный масштаб называется нормальным); для масштаба 1:10 000 a соответствует 200 м,
- у конца первого отрезка ставится нуль,
- влево от нуля подписывают одно основание масштаба и делят его на 10 частей,
- вправо от нуля подписывают несколько оснований,
- параллельно основной прямой проводят еще одну прямую и между ними прочерчивают короткие штрихи (рис.1).

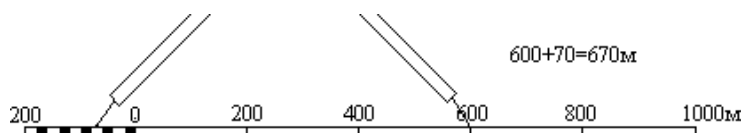
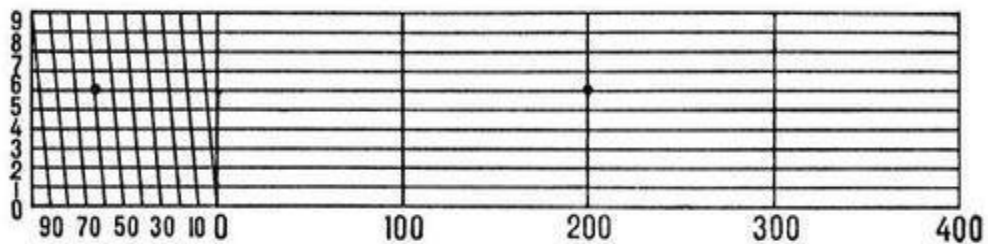


Рис.1

Линейный масштаб помещается внизу листа карты.

Чтобы измерить длину линии на карте, фиксируют ее раствором циркуля-измерителя, затем правую иглу ставят на целое основание так, чтобы левая игла находилась внутри первого основания. Считывают с масштаба два отсчета: N_1 - по правой игле и N_2 - по левой; длина линии равна сумме отсчетов $S = N_1 + N_2$; сложение отсчетов выполняют в уме.

Для более точного измерения и откладывания расстояний по карте применяют **поперечный масштаб** - специальный график, награвированный на металлической линейке и выполненный под карту масштаба 1:50 000, т.к. цифры указывают непосредственно расстояния на местности в км, сотнях и десятках м. соответственно.



Поперечный масштаб. Проведем прямую линию CD и отложим на ней несколько раз основание масштаба - отрезок a длиной 2 см (рис.2). В полученных точках восстановим перпендикуляры к линии CD; на крайних перпендикулярах отложим m раз вверх от линии CD отрезок постоянной длины и проведем линии, параллельные линии CD. Крайнее левое основание разделим на n равных частей. Соединим i -тую точку основания CA с $(i-1)$ -й точкой линии BL; эти линии называются трансверсалими. Построенный таким образом масштаб называется поперечным.

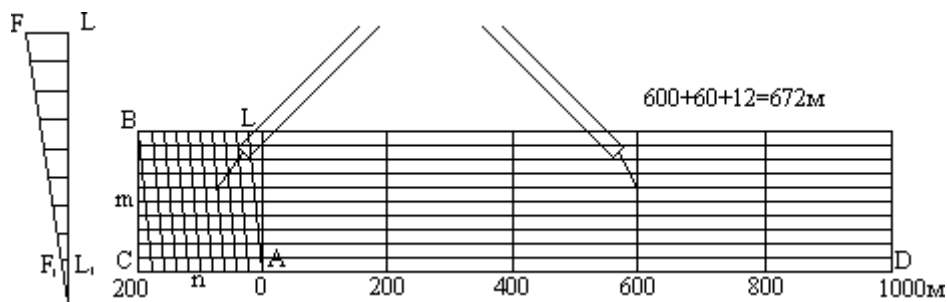


Рис.2

Если основание масштаба равно 2 см, то масштаб называется нормальным; если $m = n = 10$, то масштаб называется сотенным.

Наименьшее деление поперечного масштаба равно отрезку F_1L_1 ; на такую длину отличаются два соседних параллельных отрезка при движении вверх по трансверсали и по вертикальной $F_1L_1 = \frac{AL_1}{FL}$, линия поперечного масштаба заключается в выводе формулы цены его наименьшего деления. Рассмотрим два подобных треугольника AF_1L_1 и AFL , из подобия которых следует:

$$(2)$$

откуда $F_1L_1 = FL \cdot (AL_1 / AL)$.

По построению $FL = a/n$ и $(AL_1 / AL) = 1/m$. Подставим эти равенства в формулу (5.2) и получим:

$$F_1L_1 = \frac{a}{m \cdot n} \quad (3)$$

При $m = n = 10$ имеем $F_1L_1 = a/100$, то-есть, у сотенного масштаба цена наименьшего деления равна одной сотой доле основания.

Порядок пользования поперечным масштабом:

- циркулем-измерителем зафиксировать длину линии на карте,
- одну ножку циркуля поставить на целое основание, а другую - на любую трансверсаль, при этом обе ножки циркуля должны располагаться на линии, параллельной линии CD,
- длина линии составляется из трех отсчетов: отсчет целых оснований, умноженный на цену основания, плюс отсчет делений левого основания, умноженный на цену деления левого основания, плюс отсчет делений вверх по трансверсали, умноженный на цену наименьшего деления масштаба. Точность измерения длины линий по поперечному масштабу оценивается половиной цены его наименьшего деления.

Пример построения поперечного масштаба.

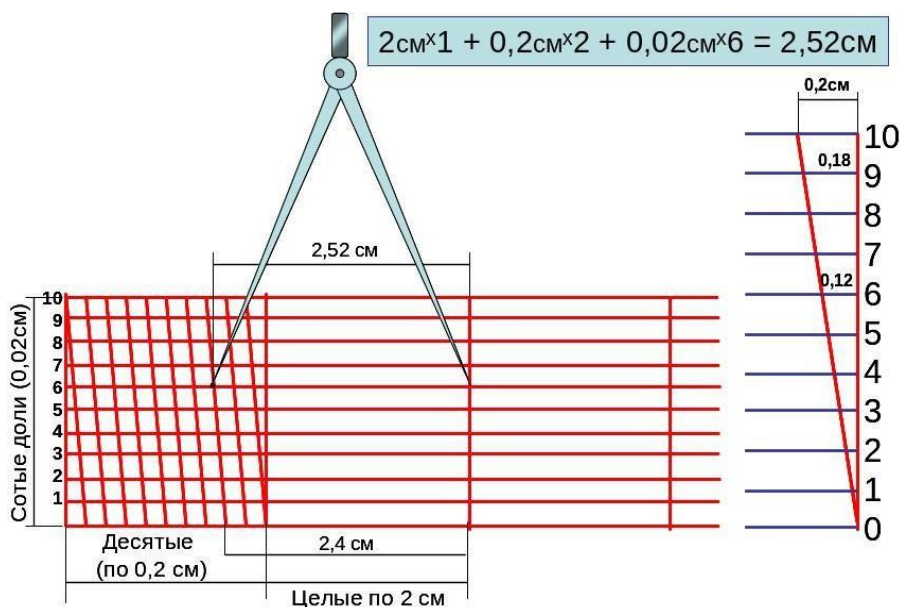


Рис.3

Точность масштаба. Карта или план - это графические документы. Принято считать, что точность графических построений оценивается величиной 0.1 мм. Длина горизонтального проложения линии местности, соответствующего на карте отрезку 0.1 мм, называется точностью масштаба. Практический смысл этого понятия заключается в том, что детали местности, имеющие размеры меньше точности масштаба, на карте в масштабе изобразить невозможно, и приходится применять так называемые внесмаштабные условные знаки.

На плане невооруженным глазом можно различить две точки, если они расположены на расстоянии 0,1 мм и более. Поэтому величину $t = 0,1 \text{ мм} \times N$ называют *точностью масштаба* плана. Она показывает расстояние на местности, соответствующее отрезку длиной 0,1 мм на плане.

Например, для плана М 1 : 5 000 точность масштаб равна $t = 0,1 \text{ мм} \times 5000 = 500 \text{ мм} = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$ или 1 см соответствует 50 м на местности. 1 мм - 5 м, 0,1 мм - 0,5 м. Кроме понятия "точность масштаба" существует понятие "точность плана". Точность плана показывает, с какой ошибкой нанесены на план или карту точечные объекты или четкие контуры. Точность плана оценивается в большинстве случаев величиной 0.5 мм; в нее входят ошибки всех процессов создания плана или карты, в том числе и ошибки графических построений.

Задание 1: вычислить длину линии на местности (данные в таблице по варианту)

Вариант	S_n , см	Масштаб карты	Вариант	S_n , см	Масштаб карты
1	12,1	1:1 000	2	15,1	1:50 000
3	13,1	1:10 000	4	1,5	1:100 000
5	5,0	1:5000	6	2,4	1:500
7	5,1	1:500	8	14,1	1:5 000
9	25,2	1:5 000	10	25,6	1:50 000
11	12,5	1:50 000	12	31,7	1:1 000
13	3,2	1:100 000	14	11,7	1:10 000

Задание 2: Вычислить длину отрезка на плане (данные в таблице по варианту)

Вариант	S_M , м	Масштаб карты	Вариант	S_M , м	Масштаб карты
1	2,5	1:50 000	2	165,2	1:1 000
3	5,0	1:100 000	4	945,1	1:10 000
5	125,2	1:500	6	2000,4	1:5000
7	730,5	1:5 000	8	1845,0	1:500
9	800,0	1:50 000	10	790,5	1:5 000
11	3,6	1:1 000	12	45,5	1:50 000
13	35,0	1:10 000	14	843,8	1:100 000

Задание 3: Вычислить точность масштаба, заполнить таблицу по форме;

Масштаб	1 см плана соответствует M местности	Точность масштаба, t
1	2	3

Данные в таблице по варианту

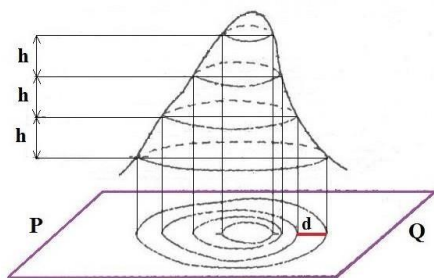
№ варианта	Масштаб	№ варианта	Масштаб
Все четные варианты	1:100	Все четные варианты	1:200
	1:50		1:500

	1:500		1:1000
	~1:25000		1:2000
	1:500		1:5000
	1:10 000		1:10000
	1:25 000		1:25 000

Пример задания для тестирования

Тема: Топографические карты

Способ горизонталей



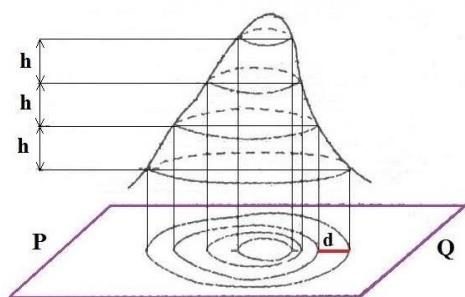
1. Чертеж, дающий в подобном и уменьшенном виде изображения горизонтальной проекции участка местности.

- а) карта
- б) план
- в) схема
- г) профиль

2. Представлен пример какого масштаба 1:2000?

- а) численный
- б) поперечный
- в) линейный
- г) картографический

Способ горизонталей



3. На рисунке d – это

- а) проложение
- б) превышение
- в) заложение
- г) уровенная поверхность

4. Лощина - это

- а) возвышение в виде купола или конуса.
- б) чашеобразная вогнутая часть земной поверхности.
- в) углубление, вытянутое в одном направлении.
- г) возвышенность, вытянутая в одном направлении.

5. Если предмет в данном масштабе не может быть выражен контурным знаком вследствие своей малости, то применяется условный знак

- а) топографический
- б) контурный
- в) масштабный
- г) внемасштабный

6. Уменьшенные изображения на плоскости значительных участков поверхности, полученные с учетом кривизны Земли

- а) карта
- б) план
- в) схема
- г) профиль

7. Масштаб – это

- а) расстояние между горизонталями в масштабе плана
- б) линия, соединяющая точки с одинаковыми абсолютными высотами
- в) отношение длины линии на плане (карте) к длине горизонтальной проекции соответствующей линии на местности.
- г) совокупность неровностей физической поверхности Земли

8. На рисунке h – это

- а) высота сечения рельефа
- б) превышение
- в) заложение
- г) уровенная поверхность

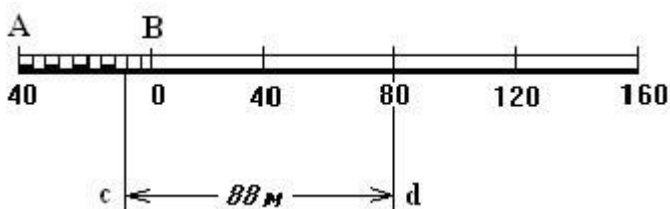
9. Что обозначает этот внемасштабный условный знак?

- а) телебашня
- б) завод
- в) труба
- г) отдельное дерево



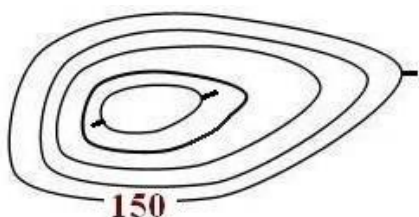
10. Изображение на бумаге в уменьшенном виде вертикального разреза местности.

- а) карта
- б) план
- в) схема
- г) профиль



11. Пример, какого масштаба представлен на рисунке:

- а) численный
- б) поперечный
- в) линейный
- г) картографический



12. Что показано на изображении?

- а) гора
- б) лощина
- в) седловина
- г) котловина

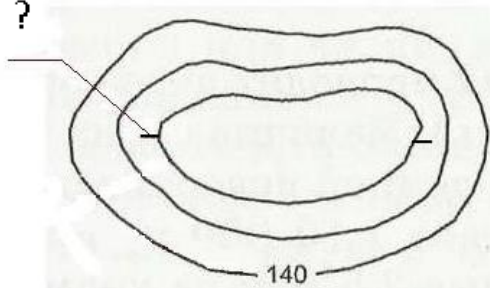
13. Отношение длины линии на плане (карте) к длине горизонтальной проекции соответствующей линии на местности

- а) меридиан
- б) масштаб
- в) горизонталь
- г) заложение

14. Какой самый распространённый способ изображения рельефа?

- а) Способ горизонталей
- б) Способ проекций
- в) Способ заложений
- г) Способ абсолютных высот

?



15. Что изображено на рисунке?

- а) горизонталь
- б) превышение
- в) заложение
- г) бергштрих

Тема2. Понятие о формах и размерах Земли. Изображение земной поверхности на плоскости

1. Наука, изучающая форму, размеры земного шара или отдельных участков ее поверхности путем измерений

- 1) топография;
- 2) картография;
- 3) геодезия;
- 4) геология;

2. Поверхность, образованная как условное продолжение мирового океана под материками — это:

- 1) физическое поверхность;
- 2) основная уровневая поверхность;
- 3) горизонтальная поверхность;
- 4) поверхность эллипсоида.

3. Фигура Земли, образованная уровневой поверхностью, совпадающей с поверхностью Мирового океана в состоянии полного покоя и равновесия, согласно продолжена под материками — это:

- 1) в-земной эллипсоид;
- 2) геоида;
- 3) референц-эллипсоид;
- 4) земной шар.

4. Приближение формы поверхности земли (геоида) до эллипсоида вращения, который используется для нужд геодезии на определенной части земной поверхности:

- 1) квазигеоида;
- 2) рівнева поверхность;
- 3) референц-эллипсоид;
- 4) земной эллипсоид.

5. Размеры земного эллипсоида характеризуют:

- 1) длины параллелей и меридианов;
- 2) широта и долгота;
- 3) средний радиус Земли;
- 4) длина большой полуоси и полярное сжатия.

6. Линии сечения поверхности эллипсоида плоскостями, которые проходят через ось вращения Земли, — это:

- 1) меридианы;
- 2) параллели;
- 3) нормали;
- 4) отвесные линии.

7. Линии сечения поверхности эллипсоида плоскостями, которые перпендикулярны оси вращения Земли, — это:

- 1) меридианы;
- 2) параллели;
- 3) нормали;
- 4) отвесные линии

8. Угол, образованный нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке и плоскостью его экватора (вверх или вниз от экватора) — это:

- 1) геодезическая долгота;
- 2) геодезическая широта;
- 3) астрономическая долгота;
- 4) астрономическая широта.

9. Двугранный угол между плоскостями геодезического меридиана данной точки и начального геодезического меридиана (вправо или влево от нулевого меридиана) — это:

- 1) геодезическая долгота;
- 2) геодезическая широта;
- 3) астрономическая долгота;
- 4) астрономическая широта.

10. Высота точки над поверхностью земного эллипсоида — это:

- 1). геодезическая высота;
- 2) ортометрической высота;
- 3) динамическая высота;
- 4) нормальная высота.

11. Высота точки, определяется относительно основной уровневой поверхности, — это:

- 1) относительная высота;
- 2) абсолютная высота;
- 3) аппликанта точки;
- 4) геодезическая высота.

12. Разница высот двух точек — это:

- 1) превышение;
- 2) приросты аппликату;
- 3) приросты абсцисс;
- 4) приросты ординат.

и границы смежных участков.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	2	2	3	4	1	2	2	1	1	2	1

1.1. Задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине ОП.07 Основы геодезии - **дифференцированный зачет** в виде итогового теста.

Студенты допускаются к сдаче дифференцированного зачета при выполнении всех практических работ, предусмотренных рабочей программой и календарно-тематическим планом учебной дисциплины ОП.07 Основы геодезии.

Критерии оценки знаний студентов

Ответ оценивается по 5-ти бальной системе, исходя из следующих принципов:

- даны правильные ответы на теоретические вопросы – **«отлично»**
- в ответах на вопросы имеются неточности – **«хорошо»**
- ответы на теоретические вопросы не полные – **«удовлетворительно»**
- ответы на теоретические вопросы не полные или не даны – **«неудовлетворительно»**

Вопросы для дифференцированного зачета

1. Понятие о фигуре и размерах Земли

Первоначальное представление о фигуре Земли – шар (Пифагор). Земля, вращаясь вокруг оси, имеет сжатие, форму, близкую к эллипсоиду.

Уровенная поверхность – выпуклая линия, в каждой точке которой направление силы тяжести перпендикулярно к этой уровенной поверхности (на примере силы тяжести – отвесная линия).

Поверхность Геоида – уровенная поверхность, совпадающая с поверхностью морей и океанов в спокойном их состоянии и мысленно продолженная под материками.

Земной эллипсоид – эллипс, характеризующий форму и размеры Земли вообще.

Земной эллипс, который принят для обработки геодезических измерений и установления системы геодезических координат ($a=6\,378\,245$ м, $\alpha=(a-b)/a=1/298,3$, $b=6\,356\,863$ м, где a и b – большая и малая полуоси эллипса, α – полярное сжатие)

2. Поверки и юстировки теодолита 2ТЗ0П

Поверки теодолита.

II' – основная ось – ось вращения алидады, UU' – ось уровня (касательная к нуль-пункту внутренней пов-ти), VV' – визирная ось (проходит через крест нитей и оптический центр объектива), TT' – ось вращения трубы (образует коллимационную пл-ть) (см рис)

1-ая проверка: Ось цилиндрич ур-ня д.б. перпендикулярна основной оси ($VV' \perp II'$)

2-ая: Визирная ось д.б. перпендик-на к оси вращения трубы ($VV' \perp TT'$)

3-я: Ось вращения трубы д.б. перпендик-на основной оси ($TT' \perp II'$)

4-я: Сетка нитей не должна иметь перекоса. Наводят зрительную трубу на отвес, помещенный в защищенном от ветра месте, отклонение вертикальной сетки от нити отвеса не должно превышать толщину нити.

3. Величины, подлежащие измерению в геодезии. Понятие о топографических планах и картах

Топографическая карта – уменьшенное обобщенное и построенное по определенным математическим законам изображение значительных участков поверхности земли на плоскости.

Топографический план – уменьшенное и подобное изображение на бумаге горизонтальных проекций контуров и форм рельефа местности без учета сферичности Земли.

4. Устройство нивелира с цилиндрическим уровнем. Поверки, юстировки

- 1)Окуляр 2)Зрительная труба 3)Коробка цилиндрического уровня 4)Барабан кремальеры 5)Объектив 6)Закрепительный винт 7)Наводящий винт 8)Трегер 9)Подъемные винты 10)Пружинная пластина 11)Исправительный винт круглого уровня 12)Элевационный винт 13)Круглый уровень (для предварительной установки прибора)

Поверки: 1)Ось круглого уровня должна быть параллельна основной оси 2)Вертикальный штрих сетки нитей должен быть параллелен основной оси 3)Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси.

5. Масштаб и его точность. Виды масштабов

Масштаб – степень уменьшения изображения на плане контуров местности. М карт: 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000.

М планов: 1:5000, 1:2000, 1: 1000, 1: 500.

Точность Масштаба – горизонтальное расстояние на местности, соответствующее на карте 0,1 мм

Численный Масштаб – отношение длины линии на плане к длине горизонтального проложения этой линии на местности. Горизонтальное проложение – длина ортогональной проекции линии на горизонтальную плоскость.

Линейный Масштаб – прямая линия, разделенная на равные отрезки.

Поперечный Масштаб – график, основанный на пропорциональном делении отрезков.

6. Методики измерения длин линий мерными лентами и рулетками. Поправки, вводимые в измеряемые длины линий

Длина 20, 24, 40 метров; ширина 20-30см.

Ленты бывают шкаловые и штриховые. На металлической ленте наносят метровые, полуметровые и дециметровые отметки. Для дециметровых лент точность отсчета – 1см.

Любая измеряемая линия должна быть закреплена. Измерения линии производят путем последовательного укладывания ленты между точками.

l -длина рабочей меры (лента или рулетка), n -число полных уложений мерного прибора, r -остаток. $D=l*n+r$. Длина D разнится с d -горизонтальным проложением на ΔD . $d=D-\Delta D_k+\Delta D_t+\Delta D_h(v)$, $\Delta D_k+\Delta D_t+\Delta D_h(v)=\Delta D$. ΔD_k -поправка за компарирование (сравнение рабочей меры с эталоном)= $D*\Delta l/l$, $\Delta l=l-l_0$ - поправка в рабочую меру, l_0 -эталон; $\Delta D_t=D*\alpha(t_{изм}-t_0)$ - поправка за температуру, $t_{изм}$ -температура измерения, t_0 -температура компарирования, α -коэффициент линейного расширения материала из которого изготовлена раб мера; $\Delta D_h(v)$ -поправка за наклон, $\Delta D_h=-h^2/2D=-2D*\sin^2(v/2)$. Точность измерения рулетками и мерными лентами 1/2000, проволокой-1/100000.

7. Условные знаки, используемые при составлении топографических планов и карт

Условные топографические знаки – изображение местных предметов на топографических планах и картах.

Условные знаки:

- масштабные (контурные) (пашни, луга, леса, моря, озера). Изображают предметы подобными оригиналу, по ним можно определить размеры и форму;
- внесмасштабные (ширина дорог, малых рек, мосты колодцы).
Определяют местоположение предметов, по ним нельзя определять их размеры.
- Пояснительные условные знаки, представленные значком, числом, надписью или всем этим вместе, служат для дополнительной характеристики объектов.

Условные знаки дополняются знаками и цифровыми данными, дающими характеристики предметов

8. Классификация современных теодолитов. Устройство теодолита 2Т30П

9. Рельеф земной поверхности и его изображение на картах и планах. Формы рельефа. Принцип изображения рельефа горизонталями.

Рельеф – совокупность неровностей земной поверхности.

Формы и изображение рельефа:

Горизонталь – линия равных высот на карте.

Высота сечения рельефа – разность высот соседних горизонталей.

Заложение – расстояние между соседними горизонталями на плане.

Основные формы рельефа:

- гора, холм, сопка;
- котловина – чашеобразное замкнутое со всех сторон углубление;
- хребет – вытянутая возвышенность, постепенно понижающаяся в одном напр. и имеющая два крутых склона, пересечение которых образует ось хребта;
- лощина – вытянутое углубление, постепенно понижающееся в одном напр.

- седловина – пониженная часть м/у двумя соседними возвышенностями.

1. Общие понятия о геодезических измерениях. Виды измерений. Угловые измерения; выполняют теодолитом, измеряют горизонтальные углы, углы наклона.

2. Линейные измерения: непосредственный способ (с помощью лент, рулеток, проволок); косвенный способ (дальномеры – оптические, светодальномеры).

3. Нивелирование (изменение превышений): геометрическое (горизонтальным лучом визир.); тригонометрическое (наклонным лучом визир.).

10. Высота сечения рельефа, заложение, уклон и их взаимосвязь.

11. Основные части геодезических приборов и их назначение.

Основные части теодолита и их назначение.

1- лимб - оцифрованная составляющая горизонтального круга

2- ось горизонт круга входит в алидаду

3- зрительная труба, при вращении вокруг основной оси НН' образует коллимационную плоскость

4- подставки (колонки) зрительной трубы

5- цилиндрический уровень

6- вертикальный круг (для измерения углов наклона) находится на основной оси зрительной трубы

7- подставка с подъемными винтами

13. Понятие о цифровых моделях рельефа местности и их использовании в строительстве.

14. Камеральная обработка материалов теодолитного хода.

15. Номенклатура топографических карт и планов

Система условного обозначения (буквами и цифрами) листов, планов и карт различных масштабов называется – номенклатурой карт.

16. Принцип измерения горизонтальных и вертикальных углов

Горизонтальные углы, порядок наблюдений:

1) Способ приёмов. В т. О устанавливают теодолит, в т. А и В – визирные цели.

А) центрирование. Основная ось теодолита должна проходить через вершину угла (т. О)

Б) нивелирование. Плоскость лимба должны быть горизонтальна, т.е. основная ось должна быть отвесна

В) Наводят визирную ось трубы на т. А берут отсчет a_L (при круге лево КЛ)

Г) Открепляют алидаду; наводят визирную ось зрительной трубы на т. В; берут отсчет b_L (при КЛ)

Д) Вычисляют значение угла $\beta_L = b_L - a_L$

Е) Аналогичные действия выполняют при КП (круге право) (a_R КП, b_R КП): $\beta_R = b_R - a_R$

Ж) Осуществляют контроль правильности измерений. Разность значений $\Delta\beta = \beta_L - \beta_R$ не должна превышать по абсолютной величине двойной точности теодолита: $|\Delta\beta| \leq 2t$. В этом случае вычисляют среднее значение угла $\beta_{ср} = (\beta_L + \beta_R) / 2$ – это среднее свободно от коллимационной ошибки.

2) Способ круговых приёмов – применяют, когда число направлений > 2 .

В т. О устанавливают теодолит, визируют на все направления по ходу часовой стрелки. В конце измерений для контроля наблюдают начальное направление. Аналогичные действия выполняют при другом положении круга, визируют против хода часовой стрелки.

Измерение вертикального угла:

Лимб жестко скреплен со зрительной трубой. Алидада всегда неподвижна.

Необходимые условия измерения:

1) визирная ось должна проходить через нулевой диаметр лимба (00-1800).

2) Ось уровня должна быть параллельна нулевому диаметру алидады.

Если эти условия выполнены, то при горизонтальном положении визирной оси отсчет по вертикальному кругу должен быть равен 0. Обычно эти условия немного нарушены, и отсчет отличается от нуля – «место нуля» (МО - отсчет по шкале вертикального круга, при котором визирная ось зрительной трубы горизонтальна, а пузырек уровня находится в нуль пункте)

Измерение угла наклона при КП.

ν - угол наклона между направлением визирной оси и ее горизонт проекцией, R- отсчет по лимбу при КП, М - наблюдаемая точка. $\nu=R-МО$. При КЛ L-отсчет по лимбу при КЛ. $\nu=МО+(3600-L)$, $\nu=МО - L$.

У различных типов теодолитов оцифровка вертикального круга не одинаковая. До начала измерений необходимо посмотреть оцифровку, а затем применять формулы. У Т-30-оцифровка от 00 до 3600 против часовой стрелки. $\nu=(L-R-1800)/2$, $МО=(R+L+1800)/2$, $\nu=МО-R-1800=L-МО$.

17. Системы координат и высот, применяемые в геодезии

Существует две системы координат: географическая и прямоугольная – они даются на топографических картах.

Географическая – в системе географических координат местоположение точки на уровенную поверхность определяется двумя углами, которые называются широтой (ϕ) и долготой (λ).

Широтой (ϕ) точки называется угол, образованный отвесной линией проходящей через эту точку и плоскостью экватора. Изменяется в пределах до 90' (рис.).

Долготой (λ) называется двугранный угол, образованный плоскостями, проведенными через данную точку и начальный (гринвичский) меридиан. Изменяется от 0' до 180'. ЗВ – восточная долгота (+), ВЗ – западная долгота (-).

Для определения географических координат на картах наносят параллели и меридианы.

Меридианы – это линии пересечения уровенной поверхности плоскостями, проходящими через ось вращения Земли, т.е. плоскостями долгот.

Параллели – это линии пересечения уровенной поверхности плоскостями, перпендикулярными оси вращения Земли, т.е. плоскостями широт.

18. Установка теодолита в рабочее положение

а) центрирование – совмещение основной оси II' с вершиной угла при помощи отвеса

б) нивелирование – (горизонтирование) – приведение основной оси II' в отвесное положение с помощью подъемных винтов

в) подготовка зрительной трубы для наблюдений:

-установка по глазу (фокусировка сетки нитей), осуществляется с помощью окулярного кольца

-установка по предмету (фокусировка зрительной трубы), осуществляется с помощью барабана кремальеры

-устранение параллакса осуществляется одновременным вращением кольца и барабана кремальеры

19. Понятие о зональной системе плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера

Поверхность эллипса делят меридианами на равные 6-градусные интервалы – зоны.

Счет зон ведут от Гринвича на восток. В каждой зоне проводят осевой меридиан. Поверхность эллипса оборачивают в цилиндр. Точки, находящиеся в зоне проектируются из центра эллипса на поверхность цилиндра. При этом линия осевого меридиана зоны соприкасается с поверхностью цилиндра. Поверхность цилиндра разрезают по образующим и разворачивают в плоскость. Выбор размера зоны (6° или 3°) зависит от масштаба выполняемых в данном районе съемок.

Долгота осевого меридиана 6-градусной зоны: $\lambda_0=6^\circ n - 3^\circ$, где n-номер зоны.

В каждой зоне задается своя система прямоугольных координат, в которой ось абсцисс – осевой меридиан, а ось ординат – экватор. Координатами какой-либо зоны являются ее расстоянием от экватора и от осевого меридиана.

На территории России абсциссы всех точек положительны, для того чтобы ординаты точек были положительны, осевой меридиан зоны условно переносят на 500 км к западу.

20. Уровни, их точность, зрительная труба и ее параметры. Подготовка зрительной трубы к наблюдению

В геодезических приборах различают уровни: цилиндрические, круглые, контактные.

1) Цилиндрические. Верхняя поверхность ампулы – сферическая, чем больше радиус кривизны поверхности, тем точнее уровень. Ампулу, заполненную подогретым спиртом или эфиром, который после остывания образует пузырек, помещают в металлическую оправу, снабженную исправительным винтом. Точка О в средней части ампулы – нуль пункт. Касательная к внутренней поверхности уровня в его нуль-пункте – ось уровня UU' . Точность уровня: $\tau = l \cdot \rho'' / R$, ρ'' -постоянная величина=206265'', R-радиус кривизны, τ – угол, образованный осью уровня UU' когда пузырек в нуль-пункте, и той же осью, когда пузырек смещен на одно деление ампулы.

2) Круглый уровень используется для предварительной установки (наименее точный) Контактный – наиболее точный, над уровнем уст система призм, позволяющая привести пузырек в нуль-пункт наиболее точно (точность в 5-6 раз выше, чем у обычных уровней).

Зрительная труба: 1-объектив, 2-окуляр, 3-фокусирующая линза, 4-пластинка сетки нитей, 5- фокусир барабан (кремальера).

Зрительная труба имеет три оси: (главная) визирная ось (для наблюдений, измерений) проходит через оптический центр объектива и центр сетки нитей, оптическая – соединяет оптический центр объектива и окуляра, геометр ось – проходит через центры сечений зрительной трубы в объективе и окуляре.

Параметры зрительной трубы:

1) Увеличение (см рис) АВ – предмет, V- увеличение, $\angle \beta$ - предмет виден в зрительную трубу, $\angle \alpha$ - предмет виден невооруженным глазом; $V = \beta / \alpha = f_{об} / f_{ок}$, $f_{об}$ -фокусное расстояние объектива, $f_{ок}$ - окуляра. Колебание увеличения от 15 до 50

2) Поле зрения α - сетка нитей, α -объектив, $\angle \phi$ - характеризует поле зрения трубы. $\phi = 38,20 / V$.

3) Точность визирования $mV = 60'' / V$, 60''-критич угол.

21. Ориентирование линий. Склонение магнитной стрелки и сближение меридианов. Азимуты, дирекционные углы и румбы

Ориентировать объект (направление) – определить его расположение относительно известного направления (север-юг).

В системе прямоугольных координат углами ориентирования являются дирекционный угол и румб.

Дирекционным углом α называют горизонтальный угол, отсчитываемый от положительного направления линии параллельной оси абсцисс, по ходу часовой стрелки до направления ориентируемой линии. Изм. от 0° до 360° . Дирекционный угол в разных точках прямой одинаков. Связь между азимутом и дирекционным углом: $A = \alpha \pm \gamma$ ($-\gamma$ - западное сближение меридиан, $+\gamma$ - восточное сближение меридиан) $\alpha_{об} = \alpha_{пр} + 180^\circ$. Для того чтобы вести все вычисления с углами первой четверти вводится понятие румба.

Азимут – горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления истинного меридиана, изм. от 0° до 360° . $A_{2-1} = A_{1-2} + 180^\circ + \gamma$.

Румб – острый горизонтальный угол, отсчитываемый от ближайшего направления меридиана (север или юг) до заданного направления. Изм. от 0° до 90° . Обратный румб отличается от прямого только противоположной стороной света.

22. Классификация нивелиров и нивелирных реек

В зависимости от устройств, применяемых для приведения визирной оси трубы в

горизонтальное положение, нивелиры изготавливают двух видов - с цилиндрическим уровнем на зрительной трубе и с компенсатором углов наклона, т.е. без цилиндрического уровня.

Нивелиры бывают трех классов точности:

- а) Н-05, Н-1, Н-2 - высокоточные для нивелирования I и II классов;
- б) Н-3 - точные для нивелирования III и IV классов;
- в) Н-10 - технические для топографических съемок и других видов инженерных работ.

Число в названии нивелира означает среднюю квадратическую погрешность в мм нивелирования на 1 км двойного хода. Для обозначения нивелиров с компенсатором к цифре добавляется буква - К, а для нивелиров с горизонтальным лимбом - буква Л, например Н-10КЛ.

23. Взаимодействие дирекционных углов и румбов

Связь между дирекционным углом и румбами:

0-90° $r_1 = \alpha_1$; 90-180° $r_2 = 180^\circ - \alpha_2$; 180-270° $r_3 = \alpha_3 - 180^\circ$; 270-360° $r_4 = 360^\circ - \alpha_4$.

24. Измерение вертикального угла. Понятие о МО вертикального

круга Лимб жестко скреплен со зрительной трубой. Алидада всегда неподвижна. Необходимые условия измерения:

- 1) визирная ось должна проходить через нулевой диаметр лимба (00-1800).
- 2) Ось уровня должна быть параллельна нулевому диаметру алидады.

Если эти условия выполнены, то при горизонтальном положении визирной оси отсчет по вертикальному кругу должен быть равен 0. Обычно эти условия немного нарушены, и отсчет отличается от нуля – «место нуля» (МО - отсчет по шкале вертикального круга, при котором визирная ось зрительной трубы горизонтальна, а пузырек уровня находится в нуль пункте) Измерение угла наклона при КП.

v - угол наклона между направлением визирной оси и ее горизонт проекцией, R - отсчет по лимбу при КП, M - наблюдаемая точка. $v = R - MO$. При КЛ L -отсчет по лимбу при КЛ. $v = MO + (3600 - L)$, $v = MO - L$.

У различных типов теодолитов оцифровка вертикального круга не одинаковая. До начала измерений необходимо посмотреть оцифровку, а затем применять формулы. У Т-30 оцифровка от 00 до 3600 против часовой стрелки. $v = (L - R - 1800)/2$, $MO = (R + L + 1800)/2$, $v = MO - R - 1800 = L - MO$.

25. Связь между дирекционными углами смежных линий

26. Устройство нивелира с компенсатором. Поверки, юстировки

Наводящий винт; Корпус нивелира; Объектив; Барабан кремальеры; Окуляр; Зрительная труба; Круглый уровень (для предварительной установки прибора); Зеркало; Подъемные винты; Фокусирующая линза; Подвижная призма компенсатора; Неподвижная призма компенсатора; Сетка нитей; Демпфер.

Поверки: 1) Ось круглого уровня должна быть параллельна основной оси 2) Вертикальный штрих сетки нитей должен быть параллелен основной оси 3) Визирный луч должен быть горизонтален в пределах угла компенсации.

26. Решение прямой геодезической задачи

Прямой геодезической задачей - называют вычисление геодезических координат - широты и долготы некоторой точки, лежащей на поверхности земли, по координатам другой точки и по известным длине и дирекционному углу данного направления, соединяющей эти точки.

Для определения координат точки в прямой геодезической задаче обычно применяют формулы:

- 1) нахождения приращений:

$$\Delta X = S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB}$$
$$\Delta Y = S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB}$$

- 2) нахождения координат:

$$X_B = X_A + \Delta X$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y$$

27. Геометрическое нивелирование. Порядок работы на станции. Контроль измерения
Геометрическое нивелирование выполняется горизонтальным лучом визирования. Геометрическое нивелирование, при котором превышение между точками получают как разность отсчетов по рейкам при горизонтальном положении визирной оси нивелира. Этот метод является наиболее простым и точным, но позволяет с одной постановки прибора получить превышение не более длины рейки.

28. Решение обратной геодезической задачи

В обратной геодезической задаче находят дирекционный угол и расстояние:

- 1) вычисляют румб по формуле:

$$r = \arctg \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|$$

- 2) находят дирекционный угол в зависимости от четверти угла:

четверти:	Первая четверть	Вторая четверть	Третья четверть	Четвертая четверть
знак приращения	+X, +Y	-X, +Y	-X, -Y	+X, -Y
дирекционный угол	$a = r$	$a = 180 - r$	$a = 180 + r$	$a = 360 - r$

- 3) определяют расстояние между точками:

$$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

29. Измерение длин линий оптическими дальномерами. Принцип измерения расстояния нитяным дальномером

Представителем оптического дальномера с пост углом является нитяной дальномер. Теор нитяного дальномера. т.М – на поверхности земли, ↑-ось инструмента, об- объектив, F- фокус, Р-расстояние между дальномерными штрихами, АВ-нивелирная рейка, n-кол-во делений на рейке, β-малый параллакт угол, δ-расстояние от оси до объектива, f-фокусное расстояние объектива, D'- расстояние от фокуса до рейки, D-расстояние от оси инструмента до рейки.

$D = D' + f + \delta$, обозначим $f + \delta = c$ - постоянная дальномера, тогда $D = D' + c$. $D' = n/2 \cdot \text{ctg}(\beta/2)$ (из постр). Т.к. β мал, тогда $\text{ctg}(\beta/2) = 2 \text{ctg} \beta$, $D' = n \cdot \text{ctg} \beta$. Обозначим $\text{ctg} \beta = k$ -коэф дальномера, тогда $D = kn + c$. В современных приборах: $c = 0,1$ м-мало, $\beta = 34', 38$, $\text{ctg} 34', 38 = k = 100$. Относительная ошибка измерения расстояния нитяным дальномером: 1/300-1/400.

30. Способы определения площадей на планах и картах, их точность

- Графический. Заключается в разбивке участка на плане на простейшие фигуры, вычислении площадей их в отдельности и последующем суммировании. Определение элементов фигур для вычисления их площадей производится графически.

- Аналитический. Вычисление по формуле

$$P = 0,5 \sum y_i (x_{i-1} - x_{i+1}) = 0,5 \sum x_i (y_{i+1} - y_{i-1}), \text{ где } i = 1, 2, 3 \dots n.$$

- Механический. Использование специального прибора – планиметра. Наиболее употребляемые – полярные планиметры (состоит из двух рычагов)

Наиболее точный – аналитический способ 1/1000. Точность остальных способов характеризуется относительными погрешностями: механический – 1/200-1/300, графический – 1/100.

31 Измерение вертикального угла. Понятие о МО вертикального угла

Лимб жестко скреплен со зрительной трубой. Алидада всегда неподвижна.

Необходимые условия измерения:

- 1) визирная ось должна проходить через нулевой диаметр лимба (00-1800).

2) Ось уровня должна быть параллельна нулевому диаметру алидады.

Если эти условия выполнены, то при горизонтальном положении визирной оси отсчет по вертикальному кругу должен быть равен 0. Обычно эти условия немного нарушены, и отсчет отличается от нуля – «место нуля» (МО - отсчет по шкале вертикального круга, при котором визирная ось зрительной трубы горизонтальна, а пузырек уровня находится в нуль пункте)

Измерение угла наклона при КП.

ν - угол наклона между направлением визирной оси и ее горизонт проекцией, R- отсчет по лимбу при КП, М - наблюдаемая точка. $\nu=R-МО$. При КЛ L-отсчет по лимбу при КЛ. $\nu=МО+(3600-L)$, $\nu=МО - L$.

У различных типов теодолитов оцифровка вертикального круга не одинаковая. До начала измерений необходимо посмотреть оцифровку, а затем применять формулы. У Т-30-оцифровка от 00 до 3600 против часовой стрелки. $\nu=(L-R-1800)/2$, $МО=(R+L+1800)/2$, $\nu=МО-R-1800=L-МО$.

32. Погрешности геодезических измерений. Свойства случайных погрешностей измерений

Если принять какую-то в-ну за истинную X, измерив ее, получим результат измерения l. $l-X=\Delta$, Δ - истинная ошибка погрешности измерения в общем случае рассматривают как сумму трех составляющих ее видов погрешности: грубой, систематической, случайной.

Ошибки бывают: элементарные (зависят от одного фактора), совокупные (несколько факторов), по происхождению, по причине.

Классификация ошибочных измерений:

1. Грубые ошибки, которые при заданных условиях измерений превышают установленный предел. Грубые ошибки – результат просчета. Их обнаруживают повторными измерениями и исключают.

2. Систематические ошибки, которые сохраняют свой знак и в-ну или изменяются по в-не в небольших пределах. Возникают из-за неправильной методики измерений, неисправности прибора, внешних условий. Их полностью исключить нельзя, можно уменьшить.

3. Случайные ошибки, характер и влияние которых на каждое отдельное измерение остаются неизвестными.

Свойства случайных погрешностей:

- Случайная ошибка в заданных условиях измерения не может превышать установленного предела;

- Положительные и отрицательные ошибки равновозможны;

- Малые по абсолютн. в-не ошибки встречаются чаще, чем большие; Предел среднего арифметического из суммы случайной ошибки стремится к нулю, если число изм. m стремится к бесконечности.

33. Нивелирование. Методы нивелирования

Нивелирование-изменение превышений.

-Геометрическое нивелирование - выполняется горизонтальным лучом визирования

-Тригонометрическое – выполняется наклонным лучом визирования.

-Физическое - основано на использовании различных физических явлений (барометр. нивелиров., гидростатич., гидродинамич.)

34. Критерии, используемые при оценке точности измерений

35. Определение недоступного расстояния

36. Равноточные измерения. Понятие об арифметической середине

Равноточные – это результаты измерений однородных величин, выполняемые с помощью приборов одного класса, одним и тем же методом, одним исполнителем при одних и тех же условиях. Все остальные измерения относятся к неравноточным.

37. Нивелирование поверхности как метод съемки

38. Оценка качества функций измеренных величин

39. Методы топографических съемок

40. Линейные измерения. Принцип измерения длин линий. Прямые и косвенные измерения

Косвенный способ измерения расстояний.

Измерение расстояния с помощью дальномеров. Различают дальномеры: оптические, светодальномеры и радиодальномеры. Принцип измерения расстояния сводится к решению треугольника, в котором по малому углу β и противолежащей стороне (базису) b нужно вычислить расстояние D . $D = b \cdot \operatorname{ctg} \beta$

Различают дальномеры: с постоянным углом и переменным базисом, с постоянным базисом и переменным углом. Представителем оптич. дальномера с пост. углом явл. нитяной дальномер.

В поле зрения трубы теодолита имеются дополнительные штрихи (дальномерные); они позволяют с помощью рейки с делениями измерить расстояние от теодолита до рейки.

41. Неравноточные измерения. Понятие веса

Неравноточные измерения – измерения, выполненные в различных условиях, приборами различной точности, различным числом приемов и т.д.

Надежность результата, выраженная числом, называется его весом. Чем надежнее результат, тем больше его вес. Вес связан с точностью результата измерения, которая характеризуется средней квадратической погрешностью. Поэтому вес результата измерения принимают обратно пропорциональным квадрату средней квадратической погрешности.

По определению веса p его общее математическое выражение можно записать: $p_i = c/m^2$, где c – некоторая постоянная, а m – коэффициенту пропорциональности, m – средняя квадратическая ошибка измерения.

Обычно вес какого-либо результата принимают за единицу и относительно его вычисляют веса остальных неизвестных.

42. Виды геодезических измерений на местности. Сущность угловых, линейных измерений и измерений превышений

43. Особенности съемки застроенных территорий

44. Источники ошибок угловых измерений. Оценка точности результатов угловых измерений

Ошибки угловых измерений – случайные и систематические – делят на три группы: личные, приборные и из-за влияния внешней среды. Наиболее трудно устранить систематические ошибки, поэтому их необходимо тщательно изучать и сводить к минимуму путем введения поправок или соответствующей организации измерений. Влияние случайных ошибок ослабляют, увеличивая число приемов измерений до определенной величины.

Личные ошибки измерений возникают из-за несовершенства системы наблюдатель-прибор. К личным можно отнести случайные и систематические ошибки визирования, случайные ошибки совмещения изображений штрихов лимба и отсчитывания по шкале оптического микрометра; систематические ошибки из-за неодинаковой освещенности штрихов лимба,

ошибки отсчета по накладному уровню, позволяющему определять поправки в направлении за наклон вертикальной оси теодолита.

Приборные ошибки возникают из-за неточного изготовления узлов и деталей, остаточных погрешностей регулировки прибора и юстировки и т.п. К приборным относят ошибки из-за различия номинальной и фактической цен деления окулярного и отсчетного микрометров, погрешности хода фокусирующей линзы зрительной трубы, эксцентриситет лимба и алидады, ошибки диаметров лимба, коллимационные ошибки, ошибки из-за наклона оси вращения трубы, вертикальной оси теодолита, лимба, ошибки вследствие температурных деформаций узлов теодолита и др.

Ошибки из-за влияния внешней среды являются наиболее существенным источником систематических ошибок при угловых измерениях. В первую очередь к ним относят

оптическую рефракцию, которая, если не принять мер по ее учету, лимитирует дальнейшее повышение точности угловых измерений. К этой группе относят ошибки из-за кручения и гнущих геодезических сигналов и др.

45. Высотное обоснование топографических съемок. Полевые и камеральные работы

46. Отсчетные устройства теодолита

47. Тахеометрическая съёмка. Состав и порядок работ

Это одновременное определение плановое и высотное положение точки. Плановое положение реечных точек, характеризующих рельеф, определяют полярным способом. Расстояние измеряют с помощью нитяного дальномера. Отметки реечных точек определяют тригонометрическим нивелированием. В процессе тахеометрической съемки составляют абрис, на котором показывают направление ската стрелками.

48. Дальномеры, их классификация. Принцип измерения длин линии светодальномером

Различают дальномеры: оптические, светодальномеры, радиодальномеры. С постоянным углом и переменным базисом, с постоянным базисом и переменным углом.

Малые дальномеры (насадки) измеряют расстояние до 500м ± 2 мм; большие до 2000м с погрешностью 2-3 мм на 1км хода. Время измерения 10-15 секунд.

Возможность измерять расстояние с использованием электромагнитных волн основывается на известной зависимости пути S , проходимого волной за время t . Эта зависимость выражается уравнением прямолинейного равномерного движения: $S=Vt$.

В одной точке находится передатчик, в другой – отражатель. Сигнал от передатчика направляется в приемник одновременно по двум путям: на дистанцию – «измерительный», и непосредственно без выхода на дистанцию – опорный. Т.к. сигналы образованы одним передатчиком, то их различие зависит от разности пути.

49. Способы съёмки ситуации местности

Существует 5 способов: 1)Способ прямоугольных координат (Перпендикуляров); 2)Способ полярных координат ($m_p=1/2000$); 3)Способ угловой засечки (биполярных координат) применяется для съёмки удалённых сооружений; 4)Способ линейной засечки. Длина измеряемой линии не должна превышать длины рабочей меры; 5)Способ створов.

Результаты измерений заносят в специальный журнал – абрис.

50. Основные сведения о геодезических сетях и методах их создания

Геодезическая сеть — это группа зафиксированных на местности точек, для которых определены плановые координаты (X и Y) в принятой двухмерной системе координат

Принцип построения геод. сетей:

от общего к частному

от больших расстояний к меньшим расстояниям

от более точных измерений к менее точным.

Методы построения геодезических сетей:

1. Триангуляция - создается путем построения на местности простых фигур, чаще всего – треугольников. Во всех треугольниках измеряются горизонтальные углы; сторону AB измеряют светодальномером или радиодальномером. Затем по теореме синусов вычисляют стороны треугольников, после решают прямую геодезическую задачу.

2. Трилатерация – измерение всех сторон светодальномером или радиодальномерами. Вычисляют горизонт углы. Последующие вычисления смотри метод триангуляции.

Методы триангуляции и трилатерации целесообразно использовать на открытых территориях (степь, пустыня, залесенная территория (над пунктом строится сигнал)).

3. Полигонометрия – универсальный метод используется как на открытой местности, так и на закрытой (в городах). Измеряют горизонт углы и стороны. От дирекционного угла α_{A-B} стороны AB переходят к дирекционному углу α_{A-1} стороны $A1$. По известному дирекционному углу и измеренным горизонтальным углам можно вычислить дирекционные углы сторон. Зная α и d (длину стороны) можно вычислить координаты

искомых точек.

51. Точность геометрического нивелирования. Источники ошибок измерения превышений и способы их ослабления

52. Установка теодолита в рабочее положение

53. Сущность тригонометрического нивелирования. Вывод основной формулы

Тригонометрическое нивелирование – определение высот точек земной поверхности относительно исходной точки с помощью угла наклона визирного луча, проходящего через две точки местности,

Выполняют тригонометрическое нивелирование с помощью теодолита в точке А угол наклона v визирного луча, проходящего через визирную цель в точке В, и зная горизонтальное расстояние s между этими точками, высоту инструмента l и высоту цели a разность высот h этих точек вычисляют по формуле: $h = stgv + l - a$.

53. Определение высоты недоступного сооружения

54. Способы геометрического нивелирования

Геометрическое нивелирование выполняется горизонтальным лучом визирования 1) Нивелирование из середины $HA = HB + h$

2) Нивелирование вперёд. Целесообразно применять в том случае, когда на небольшом участке необходимо определить превышение или высоты нескольких точек. Удобно высоты точек определять через горизонт прибора. $h = i - b$ НГП = $HA + i$, $NB = \text{НГП} - b$.

55. Высотное обоснование топографических съемок. Полевые и камеральные работы
Точки высотного обоснования, как правило, совмещают с точками планового обоснования. Высотное обоснование создают методами геометрического или тригонометрического нивелирования. Удаление нивелира от реек должно превышать 150м. Разность плеч не должна превышать 20м. Нивелируют по двум сторонам рейки. Расхождение превышений не должно превышать ± 4 мм.

56. Понятие о топографических картах и планах

План - уменьшенное и подобное изображение на бумаге ситуации рельефа местности (ортогональное проецирование участков земной поверхности 20×20 на горизонтальную плоскость) Масштаб-до 1:5000

Карта - уменьшенное изображение на плоскости, составленное в проекции Гаусса-Крюгера, содержащее изображение ситуации рельефа с учетом кривизны. Масштаб-с 1:1000