


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Саратовский государственный
технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Профессионально-педагогический колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по дисциплине
ОП .03 «Основы геодезии и картографии, топографическая графика»
специальности
21.02.19 «Землеустройство»

Методические указания рассмотрены
на заседании цикловой методической комиссии
технических специальностей
Председатель ЦМК  Е.Э.Воеводина

Саратов 2024

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины «Основы геодезии и картографии, топографическая графика», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 21.02.19 «Землеустройство», соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ПК 1.1. Выполнять полевые геодезические работы на производственном участке.

ПК 1.2. Выполнять топографические съемки различных масштабов.

ПК 1.3. Выполнять графические работы по составлению картографических материалов.

ПК 1.4. Выполнять кадастровые съемки и кадастровые работы по формированию земельных участков.

ПК 1.5. Выполнять дешифрирование аэро- и космических снимков для получения информации об объектах недвижимости.

ПК 1.6. Применять аппаратно-программные средства для расчетов и составления топографических, межевых планов.

При выполнении практических работ студент должен **уметь**:

- читать топографические карты и планы по условным знакам;
- определять географические координаты листа карты заданного масштаба по ее номенклатуре;
- определять по карте истинные азимуты и дирекционные углы заданных направлений;
- рисовать рельеф местности по пикетам;
- решать прямую и обратную геодезические задачи.

При выполнении практических работ студент должен **знать**:

- понятие о форме и размерах Земли. Системы координат, применяемые в геодезии: географическая, прямоугольная, полярная. Системы высот точек земной поверхности.
- Государственные системы координат. Государственная система высот.
- картографические проекции. Проекция Гаусса – Крюгера.

- классификация карт: топографические карты и планы; специальные карты и планы; тематические карты и планы; иные карты и планы.
- условные знаки и их классификация.
- прямая и обратная геодезические задачи
- федеральные и ведомственные фонды пространственных данных.

Объём практических занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению практических работ дисциплины «Основы геодезии и картографии, топографическая графика» содержит 21 практическое занятие.

Темы практических работ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.

Тема: «Выдающиеся ученые и их открытия в сфере геодезии и картографии»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.

Тема: «Решение задач на определение номенклатуры листа карты заданного масштаба по географическим координатам точки лежащей внутри листа»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.

Тема: «Определение географических координат листа карты заданного масштаба по ее номенклатуре. Определение номенклатуры смежных листов карты разных масштабов»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.

Тема: «Определение географических координат листа карты заданного масштаба по ее номенклатуре. Определение номенклатуры смежных листов карты разных масштабов»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5.

Тема: «Решение задач на масштабы. Пользование линейным и поперечным масштабами. Работа с масштабной линейкой»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6.

Тема: «Определение высот точек, крутизны и формы ската. График заложений, его построение и использование. Решение задач по карте»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

Тема: «Рисовка рельефа по пикетам»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8.

Тема: «Рисовка рельефа по пикетам»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9.

Тема: «Чтение топографических карт и планов по условным знакам»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10.

Тема: «Вычерчивание заглавных букв и цифр, строчных букв. Написание текста, надписей названий населенных пунктов, характеристик объектов»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11.

Тема: «Вычерчивание условных знаков гидрографии и гидротехнических сооружений»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12.

Тема: «Вычерчивание условных знаков населенных пунктов»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13.

Тема: «Определение по карте истинных азимутов и дирекционных углов заданных направлений и по этим данным вычисление магнитных азимутов»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14.

Тема: «Определение по карте истинных азимутов и дирекционных углов заданных направлений и по этим данным вычисление магнитных азимутов»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15.

Тема: «Решение задач на зависимость между истинным азимутом, магнитным азимутом и дирекционным углом»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16.

Тема: «Решение задач на зависимость между истинным азимутом, магнитным азимутом и дирекционным углом»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17.

Тема: «Вычисление прямоугольных координат вершин замкнутого теодолитного хода»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18.

Тема: «Вычисление прямоугольных координат вершин замкнутого теодолитного хода»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 19.

Тема: «Вычисление прямоугольных координат вершин замкнутого теодолитного хода»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 20.

Тема: «Определение координат пункта методом прямой засечки»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 21.

Тема: «Определение координат пункта методом прямой засечки»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: «Выдающиеся ученые и их открытия в сфере геодезии и картографии»

Цель: изучить информацию по теме «Выдающиеся ученые и их открытия в сфере геодезии и картографии».

Справочный материал

Из истории картографии известны ряд выдающихся работ, отнесенных к XVIII веку – это Большой чертеж Москвы, карта Азовского моря, положившим начало российской картографии.

В начале XVIII века происходит обращение к новой системе пространственной ориентации в градусах широты и долготы.

На смену составленным по памяти и глазомеру рукописным безмасштабным чертежом местности вышли из печати первые русские карты, составленные по съемкам на строгой математической основе.

Рождение современной Российской картографии сопровождалось одновременной организации подготовки кадров для съемок и составления карт.

Первые государственные съемки (1717-1752гг) выполняли выпускники Московской математико-навигационной школы и Петербургской Морской академии. По традиции их называют петровскими геодезистами.

Деятельность геодезистов и организация исследовательских экспедиций контролировалась сенатом.

Профессия геодезиста особенно было востребована в 18-20 столетиях, во времена географических открытий.

Систематическое геодезическое образование возникло для обеспечения кадрами программ создания и сгущения ГГО.

В странах СНГ была построена огромная, по своим размерам ГГС, которая создавалась с таким расчетом, чтобы 1 пункт обеспечивал примерно 50-60 км².

Еще более грандиозная программа была выполнена по топографическим съемкам.

Территория СССР к 1989 году была покрыта картами всего масштабного ряда, начиная с масштаба 1: 25 000, заканчивая масштабом 1: 1 000 000.

История картографирования Казахстана неразрывно связана с картографированием территории СССР.

26 декабря 1944 года было образовано Казахское аэрогеодезическое предприятие.

В постановлении №122 от 10 марта 1945 года Совет народных Комиссаров Казахской ССР поставил задачу перед вновь организованным предприятием к 1947 году завершить топографическую съемку территории Казахстана в масштабе 1:100 000 и перейти к систематическим съемкам в масштабах 1:25 000 и 1:10 000.

С целью подготовки кадров для решения задач по картографированию территории Казахстана приказом Министерства высшего образования СССР и Начальника Главного Управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР №64/195 от 3 июня 1946 года был организован Семипалатинский топографический техникум, который на протяжении 75 лет осуществляет подготовку кадров для топографической службы Республики Казахстан.

Геодезия и картография – это науки непростые, но [довольно интересные](#), если углубиться. Они требуют наличие многих качеств в человеке, таких как внимательность, выносливость, аккуратность, хорошая координация.

Те ученые, которые в своё время увлеклись этой сферой сделали очень много для развития геодезии и картографии. Благодаря своей работе они смогли оставить свои имена в истории. И о нескольких из них я сейчас и расскажу.

Одним из самых известных геодезистов, [без сомнений](#), является Феодосий Николаевич Красовский. По его программе на территории СССР были построены астрономо-геодезические сети. Их целью являлось обоснование топографических съёмок, решение научных проблем, касающихся определения фигуры и размеров Земли. 29 января 1939 года Красовский даже был избран членом-корреспондентом АН СССР по отделению математических и естественных наук.

Также, на сегодняшний день, говоря о фигуре и размерах Земли, фамилия Феодосия Николаевича – это первое, что сразу приходит на ум в качестве ассоциации. Ведь стандартный эллипсоид был определен именно по результатам Красовского и Изотова. За свои заслуги ученый получал медали, ордена и премии.

Основоположником научной картографии считается Герард Меркатор. Главным трудом его жизни было [собрание географических карт](#), которое он назвал «Атласом». Термин, кстати, связан с именем греческого атланта.

Способ построения морских карт проекциями тоже его изобретение, который используется по сей день.

Его работы имеют особую ценность и хранятся в национальном книгохранилище. Даже во время проведения выставки «Атлант мировой картографии» оригиналы можно было увидеть только один день, после были представлены факсимильные издания.

Анаксимандр Милетский был первым, кто создал карту. До нас, увы, она не дошла, но частично восстановлена. На его карте изображены всего лишь три участка суши – Ливия, Европа и Азия. Пространство вокруг занимала вода.

Помимо этого, Анаксимандр назвал линию условного соприкосновения земли и неба горизонталями, определил и дал названия сторонам света.

Из вышесказанного о [Милетском следует](#), что ученый сделал довольно резкий толчок для выделения картографии как отдельной сложной науки.

Ещё одно имя, которое известно каждому, кто имеет отношение к геодезии – это Фёдор Васильевич Дробышев. Он был топографом, геодезистом и картографом.

Самое выделяемое из общей массы его изобретение – это линейка Дробышева. Она служит для нанесения координатной сетки 10х10 сантиметров.

Следом, им были изобретены нивелир-автомат, надир-триангулятор и полевой фототрансформатор. Надир-триангулятор облегчил построение сетей графической фототриангуляции.

Позже ученый предложил способ определения высот точек местности с помощью самолетного альтиметра. Данный метод носит название аэроадионивелирование.

Помимо перечисленного, им были изобретены топографический и прецизионный стереометры. Приборы позволяли с высокой точностью производить стереофотограмметрическую съёмку рельефа по аэроснимкам.

Ученый оставил после себя огромный след, написал сто восемьдесят одну научную работу и издал различные учебники.

Будущие и настоящие представители нашего профиля знакомы с фамилией Василия Струве. Его именем названа дуга, представляющая собой геодезическую сеть из двухсот шестидесяти пяти пунктов. При её помощи были определены формы и размеры Земли. До сегодняшнего дня хорошо сохранились только тридцать четыре пункта и они имеют статус всемирного наследия ЮНЕСКО. За проделанную работу Струве был награжден Константиновской медалью, что вполне заслуженно. Ведь на основе его дуги создавались военнотопографические и навигационные карты и наладились международные контакты, потому как цепь пунктов пересекает десяток стран.

Кроме того, широкое применение получил способ круговых приемов для определения горизонтальных углов теодолитами. Он также носит имя создателя. В странах СНГ применяется в геодезических сетях второго-четвертого класса и сгущения, в США же, напротив, в сетях первого класса.

Применяется способ Струве в случаях, если на пункте имеется от трёх направлений. Суть в том, что зрительную трубу прибора последовательно наводят на все необходимые направления, производя замыкание в той точке, откуда начали наблюдения. Производятся два полуприема, составляющие вместе один прием. Сначала берут отсчеты при круге лево по часовой стрелке, после при круге права против часовой стрелки. Завершив наблюдения, проделывают необходимые расчеты.

Метод имеет как достоинства, так и недостатки. Но главное, что он довольно-таки прост и эффективен.

Ученые, о достижениях которых было сейчас сказано – не все люди, внёсшие свою лепту в научной деятельности. Их больше и все они достойны своего внимания. Я считаю, что геодезия и картография – это те области, где можно неплохо реализовать себя, сделать имя. Но для всего нужны усилия и старания. По этой причине, перечисленные и не упомянутые геодезисты и картографы по праву названы великими.

Задание 1. Составить конспект по теме: «Выдающиеся ученые и их открытия в сфере геодезии и картографии».

Задание 2. Подготовить контрольные вопросы по теме: «Выдающиеся ученые и их открытия в сфере геодезии и картографии».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: «Решение задач на определение номенклатуры листа карты заданного масштаба по географическим координатам точки лежащей внутри листа»

Цель: определение номенклатуры листа карты заданного масштаба по географическим координатам точки лежащей внутри листа.

Ход работы:

Задача 1.1

Выполнить сравнения численных масштабов, перевести их в линейный (пояснительный), определить их точность по исходным данным.

Исходные данные:

Численные масштабы 1:250; 1:2000; 1:10000.

Решение:

1. При сравнении численных масштабов больший знаменатель делят на меньший.

$2000:250 = 8$, следовательно, масштаб 1:250 крупнее масштаба 1:2000 в восемь раз.

$10000:250 = 40$, следовательно, масштаб 1:250 крупнее масштаба 1:10000 в сорок раз.

$10000:2000 = 5$, следовательно, масштаб 1:2000 крупнее масштаба 1:10000 в пять раз.

2. Для перевода численного масштаба в линейный необходимо от сантиметров в знаменателе перейти к метрам.

М 1:250 в 1 см – 250 см;

т.к. 250 см = 2,5 м, то именованный масштаб: в 1 см – 2,5 м.

М 1:2000 в 1 см – 2000 см;

т.к. 2000 см = 20 м, то именованный масштаб: в 1 см – 20 м.

М 1:10000 в 1 см – 10000 см;

т.к. 10000 см = 100 м, то именованный масштаб: в 1 см – 100

м.

3. Определить точность масштабов:

Точность (τ) масштаба – это длина горизонтального проложения линии на местности, соответствующая расстоянию 0,1 мм на плане. Т.к. 0,1 мм = 10^{-4} м, то:

для М 1:250 $\tau_{1:250} = 250 / 10^4 = 250 / 10000 = 0,025$ м

для М 1:2000 $\tau_{1:2000} = 2000 / 10^4 = 2000 / 10000 = 0,2$ м

для М 1:10000 $\tau_{1:10000} = 10000 / 10^4 = 10000 / 10000 = 1$ м

Задача 1.2.

Определить длину линии на местности по измеренному расстоянию на плане равному 4,6 см масштаба 1:5000.

Решение:

Длину линии на местности определяем по формуле:

$$S = s \times M,$$

где $s = 4,6$ см

$M = 5000$

$S = 4,6 \times 5000 = 23000$ см = 230 м.

Задача 1.3.

Горизонтальное проложение линии местности равно 1167 м. Определить чему будет равна длина этой линии на карте следующих масштабов: 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000.

Решение:

Используя формулу $s = S / M$, где $S = 1167$ м найдем длину линии на карте следующих масштабов:

- 1) М 1:10000 $s = 1167 / 10000 = 0,1167$ м = 11,67 см.
- 2) М 1:25000 $s = 1167 / 25000 = 0,04668$ м = 4,67 см.
- 3) М 1:50000 $s = 1167 / 50000 = 0,02334$ м = 2,33 см.
- 4) М 1:100000 $s = 1167 / 100000 = 0,01167$ м = 1,17 см.

Задача 1.4.

Можно ли дорогу шириной В (м) изобразить двумя линиями на картах указанных масштабов?

А) Исходные данные: В = 3,5 м; М 1:10000.

Решение:

Точность заданного масштаба $\tau_{1:10000} = 1$ м – это минимальное расстояние, различимое глазом на карте. Так как $B = 3,5$ м $> \tau_{1:10000} = 1$ м, то дорогу на карте можно изобразить двумя линиями.

Вывод: на карте М 1:10000 дорогу шириной 3,5 м можно изобразить двумя линиями.

Б) Исходные данные: В = 3,5 м; М 1:100000.

Решение:

Так как $B = 3,5$ м $< \tau_{1:100000} = 10$ м, то дорогу нельзя изобразить двумя линиями.

Вывод: нельзя изобразить дорогу двумя линиями при М 1:100000 шириной 3,5 м.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: «Определение географических координат листа карты заданного масштаба по ее номенклатуре. Определение номенклатуры смежных листов карты разных масштабов»

Цель: определение географических координат листа карты заданного масштаба по ее номенклатуре. Определение номенклатуры смежных листов карты разных масштабов.

Материалы и принадлежности: Топографическая карт, индивидуально каждому студенту, схема рядов и колонн на территорию РФ.

Содержание:

1. Показать на схемах в пределах листа карты масштаба 1:1.000.000 расположение листов карт масштаба 1:200.000, 1:100.000. Указать географические координаты углов рамок трапеций в градусах и минутах для каждого листа.

2. Показать на схемах листа М 1:100.000 расположение листа карт 1:50.000, 1:25.000, 1:100.000. указать номенклатуру и географические координаты для каждого листа карты.

3. Определить номенклатуру листа карты М1:25.000 и координаты, если известны географические координаты точек расположенных на этом листе.

4. Определить номенклатуру листов карт прилегающих к листу карты из пункта №3

Контрольные вопросы :

1. Карты каких масштабов называют обзорными?

2. Лист карты какого масштаба составляет основу разграфки и номенклатуры топокарт в РФ?

3. Топографические карты, каких масштабов применяются в нашей стране?

4. Что называется номенклатурой и Разграфкой топокарт.

5. Как получают листы карт М 1:1.000.000, 1:500.000, 1:300.000, 1:200.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:30.000, 1:200.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000.

6. Что такое Ряд и Колонна?

7. Что такое карта?

8. Что такое План?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: «Определение географических координат листа карты заданного масштаба по ее номенклатуре. Определение номенклатуры смежных листов карты разных масштабов»

Цель: определение географических координат листа карты заданного масштаба по ее номенклатуре. Определение номенклатуры смежных листов карты разных масштабов.

Материалы и принадлежности: Топографическая карт, индивидуально каждому студенту, схема рядов и колонн на территорию РФ.

Содержание:

1. Показать на схемах в пределах листа карты масштаба 1:1.000.000 расположение листов карт масштаба 1: 500.000, 1:300.000. Указать географические координаты углов рамок трапеций в градусах и минутах для каждого листа.

2. Показать на схемах листа М 1:200.000 расположение листа карт 1:50.000, 1:25.000, 1:100.000. указать номенклатуру и географические координаты для каждого листа карты.

3. Определить номенклатуру листа карты М1:50.000 и координаты, если известны географические координаты точек расположенных на этом листе.

4. Определить номенклатуру листов карт прилегающих к листу карты из пункта №3

Контрольные вопросы:

1. Карты каких масштабов называют обзорными?

2. Лист карты какого масштаба составляет основу разграфки и номенклатуры топокарт в РФ?

3. Топографические карты, каких масштабов применяются в нашей стране?

4. Что называется номенклатурой и Разграфкой топокарт.

5. Как получают листы карт М 1:1.000.000, 1:500.000, 1:300.000, 1:200.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:30.000, 1:200.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000.
6. Что такое Ряд и Колонна?
7. Что такое карта?
8. Что такое План?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: «Решение задач на масштабы. Пользование линейным и поперечным масштабами. Работа с масштабной линейкой»

Цель: Решение задач на масштабы. Пользование линейным и поперечным масштабами. Работа с масштабной линейкой.

Ход работы:

Дать определение понятию «масштаб» Описать виды масштаба в его основных формах выражения Определить вид масштаба и перевести его в другие формы выражения:

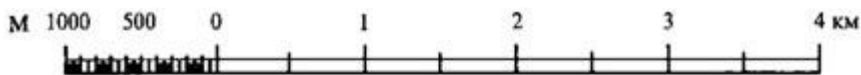


Рис. 56. Линейный масштаб пятидесятитысячной карты



Рис. 57. Линейный масштаб карты-километровки

в 1 см 100 м

1: 300 000

Начертить линейный масштаб с заданной точностью: 5 м 25 м 4 км

Определить точность масштаба: 1: 40000 1:35000

Определить расстояние по атласу от Москвы до городов: Салехард, Магадан, Смоленск.

Справочный материал:

Масштаб (нем. Maßstab, букв. «мерная палка»: Maß «мера», Stab «палка») — в общем случае отношение двух линейных размеров. Во многих областях практического применения масштабом называют отношение размера изображения к размеру изображаемого объекта.

Понятие наиболее распространено в геодезии, картографии и проектировании — отношение натуральной величины объекта к величине его изображения. Человек не в состоянии изобразить большие объекты, например дом, в натуральную величину, поэтому при изображении большого объекта в рисунке, чертеже, макете и так далее, человек уменьшает величину объекта в несколько раз: в два, пять, десять,

сто, тысяча и так далее раз. Число, показывающее во сколько раз уменьшен изображенный объект, есть масштаб. Масштаб применяется и при изображении микромира. Человек не может изобразить живую клетку, которую рассматривает в микроскоп, в натуральную величину и поэтому увеличивает величину ее изображения в несколько раз. Число, показывающее во сколько раз произведено увеличение, определено как масштаб.»

Масштабом называется отношение длины линии на плане или карте к соответствующей проекции этой линии на местности. Иными словами, в геодезии масштаб — это степень уменьшения горизонтального положения линий местности на карте.

Масштабы на картах и планах могут быть представлены численно или графически.

Численный масштаб записывают в виде дроби, в числителе которой стоит единица, а в знаменателе — степень уменьшения проекции. Например, масштаб 1:5 000 показывает, что 1 см на плане соответствует 5 000 см (50 м) на местности.

Более крупным является тот масштаб, у которого знаменатель меньше. Например, масштаб 1:1 000 крупнее, чем масштаб 1:25 000.

Графические масштабы подразделяются на линейные и поперечные. Линейный масштаб — это графический масштаб в виде масштабной линейки, разделённой на равные части. Поперечный масштаб — это графический масштаб в виде номограммы, построение которой основано на пропорциональности отрезков параллельных прямых, пересекающих стороны угла.

Точность масштаба — это отрезок горизонтального проложения линии, соответствующий 0,1 мм на плане. Значение 0,1 мм для определения точности масштаба принято из-за того, что это минимальный отрезок, который человек может различить невооруженным глазом. Например, для масштаба 1:10 000 точность масштаба будет равна 1 м. В этом масштабе 1 см на плане соответствует 10 000 см (100 м) на местности, 1 мм — 1 000 см (10 м), 0,1 мм — 100 см (1 м).

Расстояние на местности, соответствующее 0,1 мм на карте того или иного масштаба, представляет собой предельную точность масштаба карты. Величина предельной точности, например, для карты масштаба 1 : 25 000 будет соответствовать 2,5 м, а для карты 1 : 100 000 — 10 м.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: «Определение высот точек, крутизны и формы ската. График заложений, его построение и использование. Решение задач по карте»

Цель: Определение высот точек, крутизны и формы ската. График заложений, его построение и использование. Решение задач по карте.

Ход работы:

Задачи, решаемые на планах и картах

1. Определение отметок точек местности по горизонталям

а) **Точка лежит на горизонтали.** В этом случае отметка точки равна отметке горизонтали (см. рис. 1): $H_A = 75 \text{ м}$; $H_C = 55 \text{ м}$.

б) Точка лежит на скате между горизонталями. Если точка лежит между горизонталями, то через нее проводят кратчайшее заложение, масштабной линейкой измеряют длину отрезков a и b (см. рис. 34, точка В) и подставляют в выражение

$$H_B = 70 + \frac{a}{a+b} \cdot h, \quad H_B = 70 + \frac{5}{5+7} \cdot 5 = 72,08 \text{ м},$$

где h – высота сечения рельефа. Если точка лежит между горизонталью и полугоризонталью, то вместо h в формулу подставляют $0,5h$.

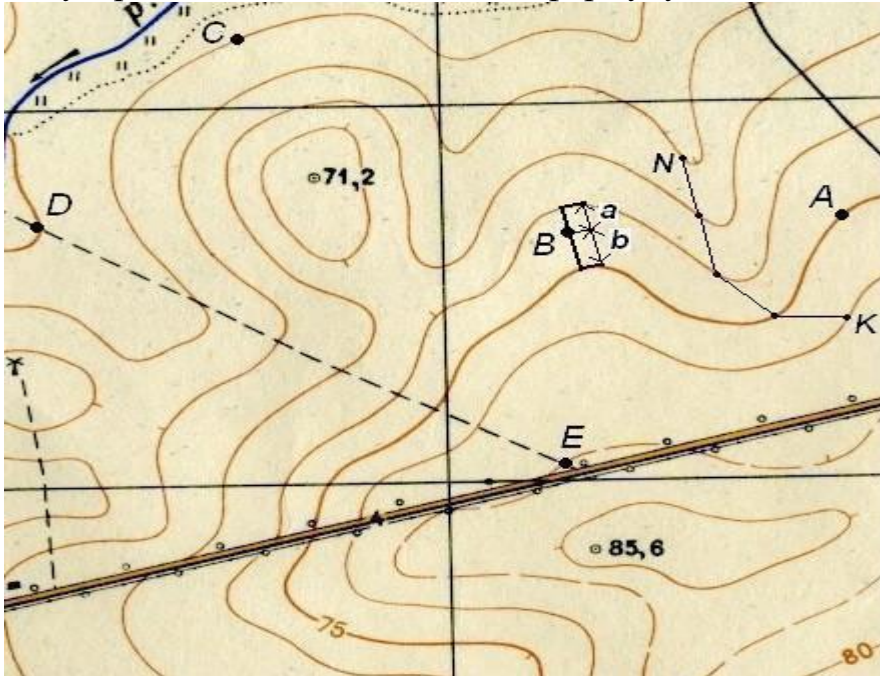


Рисунок 1 - Решение задач на карте с горизонталями

2. Определение крутизны ската

Крутизна ската по направлению заложения определяется двумя показателями – уклоном и углом наклона по формуле

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d} = i.$$

Следовательно, тангенс угла наклона линии к горизонту называется её уклоном. Уклон выражают в тысячных – промиллях (‰) или в процентах (%). Например: $i = 0,020 = 20\text{‰} = 2\%$.

Для графического определения углов наклона по заданному значению заложения d , масштабу M и высоте сечения рельефа h строят график заложений (см. рис. 35).

Вдоль прямой линии основания графика намечают точки, соответствующие значениям углов наклона. От этих точек перпендикулярно к основанию графика откладывают в масштабе карты отрезки, равные соответствующим заложениям, а именно

$$d = h \cdot \operatorname{ctg} \nu.$$

Концы этих отрезков соединяют плавной кривой (см. рис. 2).

Заложение линии, угол наклона которой надо определить, снимают с карты при помощи измерителя, а затем, укладывая на графике между основанием и кривой измеренный отрезок, находят соответствующее ему значение угла наклона.



Рисунок 2 - График заложений для углов наклона

Аналогично строят и пользуются графиком заложений для уклонов (рис. 3).

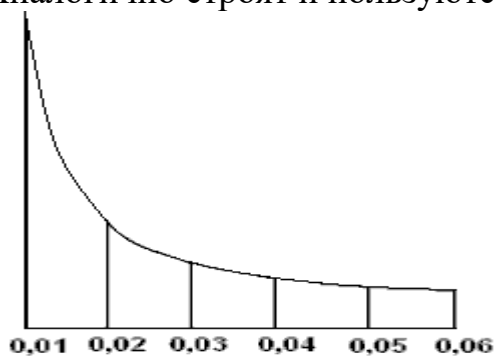


Рисунок 3 - График заложений для уклонов

3. Построение линии с заданным уклоном

Задача построения линии с заданным уклоном решается в проектировании трасс железных, автомобильных и других линейных сооружений. Она заключается в том, что из некоторой точки, обозначенной на карте, необходимо провести линию с заданным уклоном i по заданному направлению. Для этого сначала определяют значение заложения d , соответствующее заданным i и h . Его находят по графику заложения уклонов или вычисляют по формуле

$$d = h/i.$$

Далее, установив раствор измерителя равным полученному значению d , ставят одну его ножку в начальную точку K , а другой засекают ближайшую горизонталь и тем намечают точку трассы, из которой в свою очередь засекают следующую горизонталь, и т.д. (см. рис. 4).

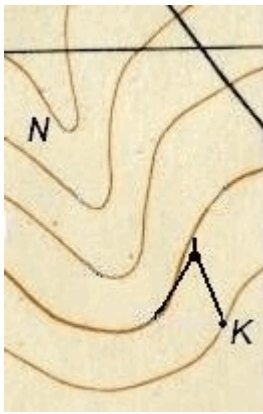


Рисунок 4 - Построение линии с заданным уклоном

4. Построение профиля по топографической карте

Профилем местности называют уменьшенное изображение вертикального разреза местности по заданному направлению.

Пусть требуется построить профиль местности по линии **DE**, указанной на карте (рис. 38). Для построения профиля на листе бумаги (как правило, используется миллиметровая бумага) проводят горизонтальную прямую и на ней, обычно в масштабе карты (плана), откладывают линию **DE** и точки её пересечения с горизонталями и полугоризонталями. Далее из этих точек по перпендикулярам откладывают отметки соответствующих горизонталей (на рис. 5 это отметки 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 и 82,5 м). Чтобы отобразить профиль более рельефно, отметки точек обычно откладывают в масштабе в 10 раз крупнее масштаба плана. Соединив прямыми концы перпендикуляров, получают профиль по линии **DE**.

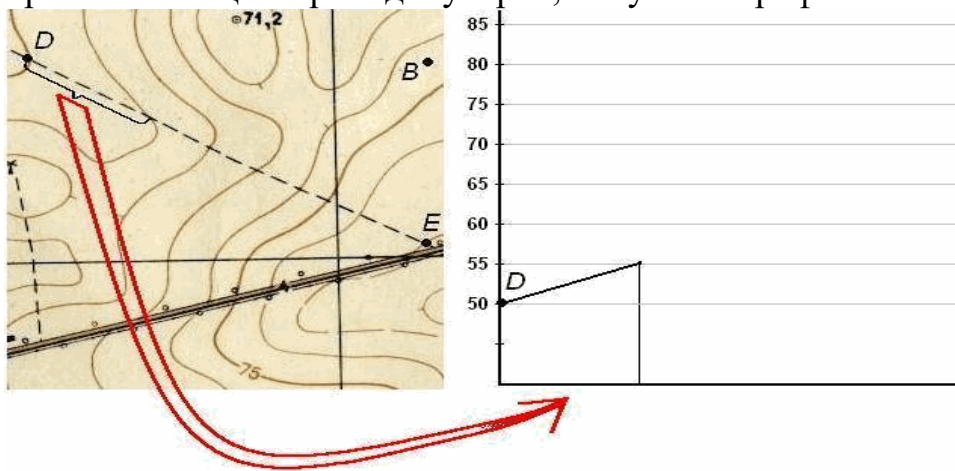


Рисунок 5- Построение профиля по топографической карте

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7-8

Тема: «Рисовка рельефа по пикетам»

Цель: научиться алгоритму нанесения рельефа по пикетам

Ход работы:

1. Внимательно изучите модель рельефа местности. Определите на ней характерные точки и линии.

2. С помощью рейсшины и линейки с заостренным концом произведите съёмку характерных точек. Один студент ведет съёмку, другой записывает результаты в ведомости (табл. 1). Для съёмки какой-либо точки линейка устанавливается вертикально заостренным концом на эту точку.

Таблица 1.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ И ВЫСОТ ТОЧЕК МОДЕЛИ № _____

Дата: _____

Снимал: _____

№№ п/п	Координаты в метрах		Высота <i>H</i> , м	Примечание	№№ п/п	Координаты в метрах		Высота <i>H</i> , м	Примечание
	<i>X</i>	<i>Y</i>				<i>X</i>	<i>Y</i>		
1	242	16	17,7	тальвег	12	178	7	21,4	перегиб ск.
2	241	74	20,1	перегиб ск.	13	139	22	21,6	перегиб ск.
3	246	120	18,7	перегиб ск.	14	105	6	22,8	перегиб ск.
4	245	184	18,1	перегиб ск.	15	157	52	18,9	седловина
5	229	236	17,1	перегиб ск.	16	105	68	20,9	перегиб ск.
6	200	164	21,4	перегиб ск.	17	120	91	18,3	тальвег
7	196	31	18,4	тальвег	18	141	101	20,3	перегиб ск.
8	190	63	21,2	перегиб ск.	19	102	138	16,9	тальвег
9	189	123	23,5	вершина	20	133	149	20,2	перегиб ск.
10	165	184	21,6	перегиб ск.	21	104	188	16,7	подошва
11	178	240	16,4	подошва	22	113	234	16,6	подошва

Координата *X* отсчитывается по шкале на модели, координата *Y* – по рейсшине, а высота *H* – по линейке. Отсчёты берутся с точностью до 1 мм. Приняв горизонтальный масштаб съёмки равным 1:1000, а вертикальный 1:100, получим, что 1 мм будет соответствовать в первом случае 1 метру, а во втором случае 0,1 метра. В графе «Примечание» должна быть записана характеристика точек: вершина, водораздел, тальвег, седловина, дно, подошва, перегиб ската.

3. Каждый студент, оформив ведомость (табл. 1), должен вычертить на листе чертежной бумаги формата А4 координатную сетку, размеры которой 150 мм по оси *X* и 250 мм по оси *Y*. Сетка должна располагаться симметрично относительно краев листа. Подпишите координаты сетки по оси *Y* от 0 до 250 м у обоих студентов, а по оси *X* – у одного студента от 0 до 150 м, а у другого от 100 до 250 м (см. рис. 2).

4. По координатам нанесите на план свою часть точек, подпишите их высоты, обозначьте на плане линии водораздела, водослива и другие интерполяционные линии, стрелками покажите направление скатов.

Все надписи и линии выполняйте слабым нажимом карандаша.

5. Изготовьте на листе кальки палетку, представляющую собой порядка десяти параллельных линий, проведенных через 5 мм.

Приняв высоту сечения рельефа равной 1,0 м, произведите интерполирование, то есть отыщите на интерполяционных линиях точки, высоты которых кратны заданной высоте сечения рельефа. Для этого подпишите линии палетки в

соответствии с отметками Ваших точек так, чтобы подписи были кратны высоте сечения 1,0 м.

Для интерполирования выбирают только соседние точки. Накладывают палетку на интерполяционную линию так, чтобы отметкам её начальной и конечной точек соответствовали аналогичные отметки на палетке. Отмечают точки пересечения линий палетки с интерполяционной линией. Освоив палетку, в дальнейшем следует перейти к интерполированию на глаз. Выполнив интерполяцию, соединяйте плавными кривыми точки с одинаковыми отметками.

Следите, чтобы на каждой интерполяционной линии расстояние между горизонталями было одинаково. Горизонтالي на плане не могут пересекаться и касаться друг друга, а их изгибы (помимо прочих) должны приходиться на линии водораздела и водослива.

6. Оформите план в карандаше (рис. 2). Вначале подпишите курсивом отметки точек, располагая цифры горизонтально. Все остальные подписи выполняются прямым шрифтом. Проведите горизонтали толщиной 0,1 мм. Горизонтали, отметки которых кратны 5 м, утолстите до 0,25 мм и укажите их отметки, располагая верх цифр в сторону возвышения. Нанесите бергштрихи длиной 1 мм по линиям водораздела и водослива только на горизонтали, отображающие вершины, дно котловин, седловины, а также у рамок плана. Линии координатной сетки, кратные 100 м, обозначьте у рамок отрезками 3 мм, а их пересечения – отрезками 6 мм. Подпишите координаты всех четырех углов сетки. Высота всех подписей 2,5 мм за исключением названия и масштаба плана, высота которых 4 мм. Все подписи выполняются с предварительной разметкой.

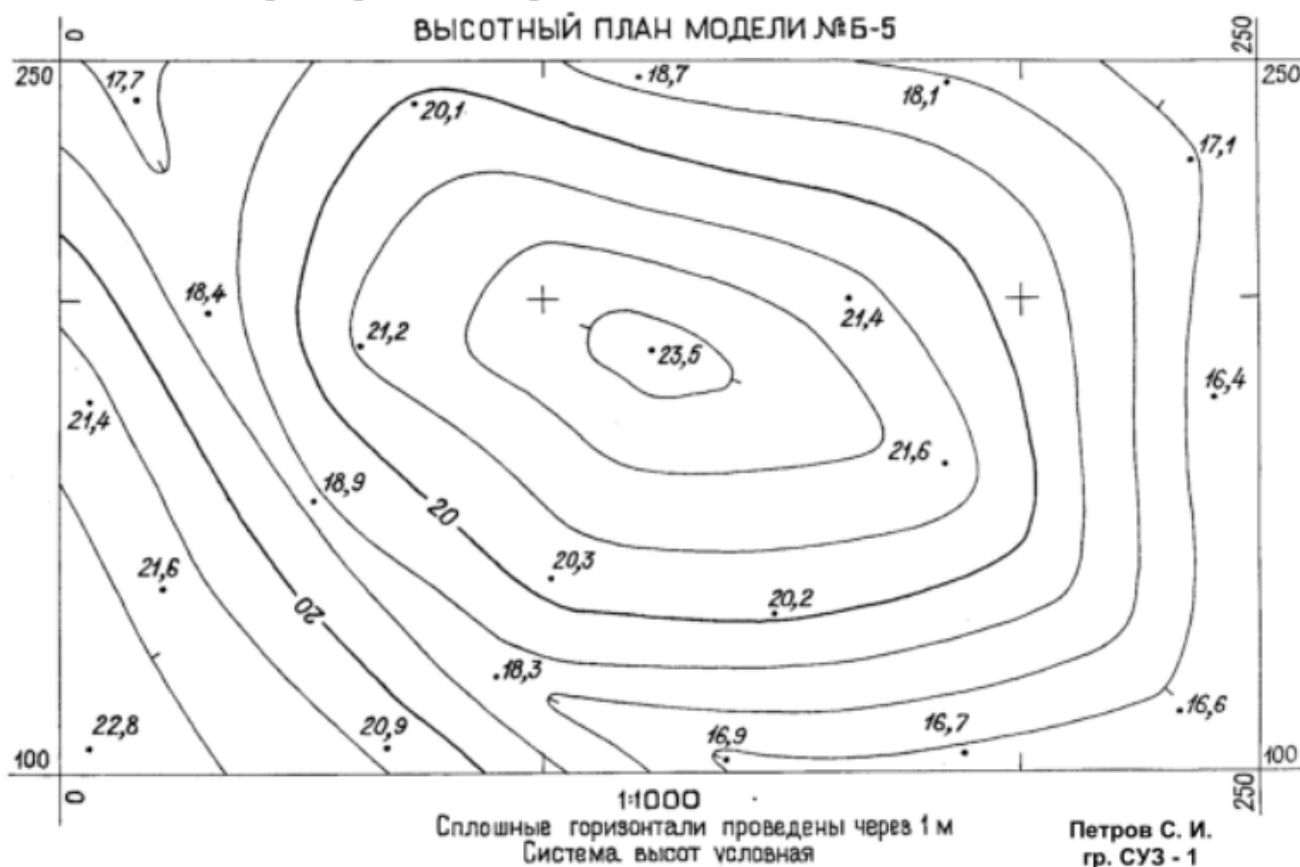


Рис. 2

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: «Чтение топографических карт и планов по условным знакам»

Цель: Научиться измерять и откладывать расстояния на планах и картах.

Ход работы:

Рельефом местности называется совокупность неровностей земной поверхности. Способ изображения рельефа на картах и планах должен давать возможность судить о направлении и крутизне скатов, а также определять отметки точек местности. Наиболее совершенный, с инженерной точки зрения, способ изображения рельефа горизонталями, в сочетании с подписью отметок характерных точек. Горизонталь – это линия на карте, соединяющая точки с равными высотами.

Масштаб – это отношение длины линии на чертеже, плане, карте (s) к длине горизонтального проложения соответствующей линии в натуре (S). Масштаб обозначают либо дробью (числовой), либо в виде графического изображения. Числовой масштаб $\frac{1}{M}$ обозначаемый или $1:M$ представляет собой правильную дробь у которой числитель равен единице, а знаменатель M показывает во сколько раз уменьшены линии местности, при изображении их на плане. Чем больше знаменатель числового масштаба, тем больше степень уменьшения, то есть тем мельче масштаб. Из двух числовых масштабов более $\frac{1}{M}$ крупный тот, знаменатель которого меньше. Используя значения или $\frac{1}{M}$ числового масштаба и зная длину (S) проложения линии на местности, можно по формуле $s = S/M$ определить ее длину на плане, или по формуле $S = s \times M$ определить длину линии на местности зная длину этого отрезка на плане. Графически масштабы бывают линейные и поперечные. Линейный масштаб представляет собой шкалу с делениями соответствующими данному числовому масштабу.

Инструменты и принадлежности: учебная топографическая карта, готовальня, треугольник, линейка, чертежная и писчая бумага формата А4.

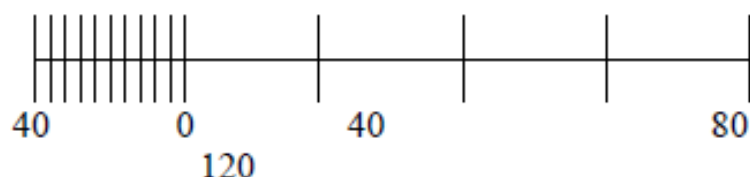
План и карта – это уменьшенное изображение земной поверхности на плоскости. Различие между ними состоит в том, что при составлении карты проецирование производят с искажениями поверхности за счет влияния кривизны Земли, на плане изображение получают практически без искажения. На топографических картах и планах изображают различные объекты местности: контуры населенных пунктов, сады, огороды, озера, реки, линии дорог и электропередач. Совокупность этих объектов называется ситуацией. Ситуацию изображают условными знаками.

Для построения линейного масштаба на прямой линии откладывают несколько раз расстояние называемое основанием масштаба. Длину

основания принимают равной 1; 2 или 2,5 см. Первые основания делят на десять равных частей и на правом конце его пишут нуль, а на левом то число метров или километров, которому на местности соответствует в данном масштабе основание. Вправо от нуля, над каждым делением надписывают значение соответствующих расстояний на местности.

Пример:

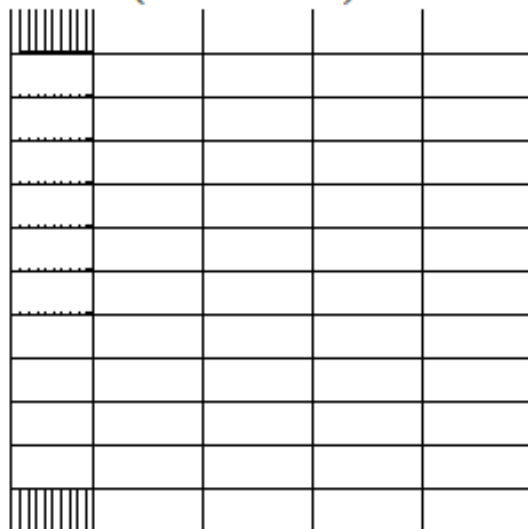
М 1:2000 (в 1 см – 20 м)



Цена $\frac{1}{10}$ деления: основания масштаба.

Поперечный масштаб применяют для измерений и построений повышенной точности.

Пример:
М 1:5000 (в 1 см – 50 м)



основание 100 м

$$\frac{1 \text{ деление}}{10} \text{ основания} = 10$$

$$\frac{1}{10} \text{ шаг} \frac{1}{100} \text{ деления} = 1 \text{ м}$$

в таблице 318 м

100	0	100	200
300	400		
Точность		масштаба	
характеризуется		горизонтальным	

расстоянием на местности соответствующем на плане 0,1 мм.

Пример:

М 1:10000

в 1 см – 10000 см

в 1 мм – 10000 мм

в 0,1 мм – 1000 мм = 100 см = 1 м

Выводы:

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема: «Вычерчивание заглавных букв и цифр, строчных букв»

Цель: ознакомиться с методикой вычерчивания заглавных букв и цифр, строчных букв.

Топографические планы и карты, а также графические материалы в землеустроительном и кадастровом производстве несут большую информационную нагрузку в виде различных подписей. Эти подписи, выполненные с применением нескольких видов шрифтов, включают в себе не только количественную, но и качественную информацию.

Шрифт - графическое начертание букв. Широкое применение шрифты находят при оформлении графических материалов в землеустроительном производстве.

На землеустроительных проектах и планах чаще всего используют шрифты рубленный, обыкновенный и стандартный.

При компьютерном оформлении графических материалов применяют специализированные машинные шрифты, которые в данном пособии не рассматриваются.

Буквы алфавита состоят из отдельных элементов и имеют 5 основных показателей: высоту (H), ширину (B), толщину штриха (T), радиус закругления (R) и наклон.

Показатели связаны между собой определенной пропорциональной зависимостью, характерной для каждого шрифта. По величине отношения ширины букв к высоте шрифты делят на узкие, нормальные и широкие. По толщине элементов — на основные (тонкие) и наливные; группа наливных, шрифтов выполняется в светлом, полужирном и жирном начертаниях. Шрифты различают также по наклону — прямые и наклонные (вправо и влево).

При написании слов прописные (заглавные) буквы обычно пишут на $\frac{1}{3}$ — $\frac{3}{2}$ выше строчных. Расстояние между словами принимают равными двойной ширине букв. Промежутки между буквами в словах составляют, как правило, $30 \frac{1}{2}$ ширины нормальной буквы. При сочетании букв, имеющих наклонные элементы (ГА, ТА, ГУ, УА и др.), следует уменьшать промежутки между ними. Изменение интервалов в этих случаях устанавливают так, чтобы площади просветов между буквами зрительно были одинаковыми. При высоте шрифта 3 мм и менее буквы в словах проставляют с интервалом в 1 мм для улучшения читаемости.

Вычерчивание букв выполняется чертежными перьями. Буквы, имеющие элементы толщиной более 0,2 мм, сначала обводят по контуру, затем заливают тушью. При вычерчивании шрифтов необходимо строго соблюдать начертания букв, размеры, наклон, промежутки между буквами и словами.

Картографические шрифты разбиты на 6 групп. Группы подразделяются на гарнитуры.

Гарнитура — это группа шрифтов одинаковых по рисунку. В каждой гарнитуре шрифты подразделяются на печатные и курсивные. В свою очередь они могут быть прямыми, с наклоном вправо и влево.

Гарнитуры классифицируются по ширине и по насыщенности шрифта (см.табл.1).

Для сокращенного обозначения шрифта ему присваивается индекс. Индекс состоит из одной или двух начальных букв названия гарнитуры и трехзначного числа.

Пример: О – 132

- О - Обыкновенный шрифт.

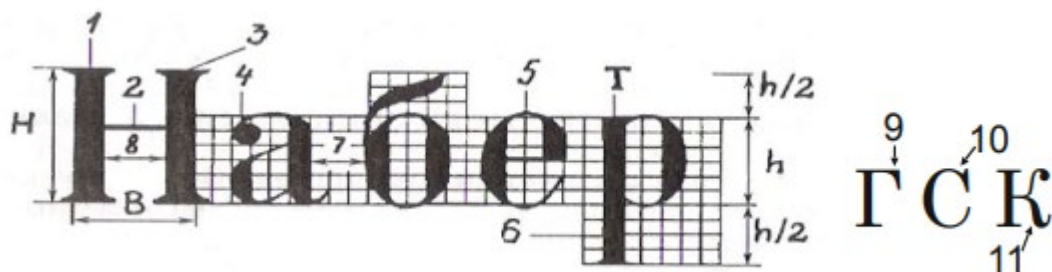
- Первая цифра обозначает начертание шрифта в зависимости от характера рисунка. Печатные – обозначаются нечетными цифрами. Курсивные – четными.

- Вторая цифра обозначает начертание букв шрифта в зависимости от ширины. 1-узкий шрифт. 2-суженный. 3- нормальный. 4-расширенный. 5-широкий. 31

- Третья цифра – начертания букв шрифта в зависимости от насыщенности. 1- светлый. 2-полужирный. 3- жирный. 4-прозрачный.

Графические элементы шрифтов

Рисунок букв каждого шрифта содержат характерные и только ему присущие элементы. изменения которых по начертанию, толщине и высоте приводит к изменению шрифта. В наливных шрифтах имеются утолщенные(основные) и тонкие(дополнительные) элементы.



Н – высота прописных (заглавных) букв, В – ширина, 1 – основной элемент, 2 – дополнительный (соединительный) элемент, 3 – подсечка (засечка), h – высота строчных букв, 4 – каплеобразный (капельный) элемент, 5 – закругление, 6 – нижний выносной элемент или подстрочная часть буквы, у буквы б - верхний выносной элемент или надстрочная часть буквы, Т – толщина буквы, 7 – межбуквенный пробел (пространство), 8 – внутри буквенный просвет, 9 – угловые элементы при вычерчивании букв Б, Г, Д, Е, Т, Ц, Щ, Ъ, шрифт печатного начертания и заглавных букв курсивного начертания, 10 – стрелки – верхние окончания в буквах З, С, Э, 11 – ножки – формы нижних элементов букв К, Ж, Я.

Группы шрифтов

Группа шрифтов	Гарнитура	Изображение характерных элементов	Признаки шрифтов
1	Литературная, универсальная, гидрографическая		Средне контрастные шрифты с короткими подсечками, плавно соединенными с элементами букв
2	Обыкновенная		Контрастные шрифты с тонкими и длинными подсечками, не имеющими плавного соединения с элементами букв
3	БСАМ курсив, новая капитальная, четкая оригинальная, академическая		Средне контрастные шрифты с прямоугольными подсечками, плавно соединенными с элементами букв
4	Брусовая		Малоконтрастные шрифты с прямоугольными подсечками, не имеющими плавного соединения с элементами букв
5	Рубленая, древняя, топографическая		Малоконтрастные шрифты без подсечек
6	Переходная		Шрифты, по своим признакам не входящие в первые пять групп

Основные правила построения букв и слов

При оформлении надписей шрифтами предварительно делают вспомогательную разметку строк (рис.), отмечая ширину букв и расстояние между ними.

Кроме того, наносят среднюю линию строки, дополнительные линии над строкой и под строкой для вычерчивания выносных элементов. 33 При написании слов прописные (заглавные) буквы обычно вычерчивают на 1/3 или 1/2 выше строчных.

Одно из основных требований к надписи - равномерное выдерживание интервалов между буквами.

Интервалы (расстояния) между буквами измеряются их площадями, которые должны быть равны между собой, и не превышать площадей просветов внутри букв.

Расстояние между словами обычно принимают равным двойной ширине нормальной буквы.

Для вычерчивания крупных надписей можно использовать прозрачные шрифтовые трафареты с обводкой букв рейсфедером или специальными перьями.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема: «Вычерчивание условных знаков гидрографии и гидротехнических сооружений»

Цель: освоить методику вычерчивания линейных условных знаков, получить практические навыки при работе с цветной тушью.

Задание: В правой части рабочего поля форматки согласно макету, на рис.24 выполнить карандашную подготовку для вычерчивания некоторых видов дорог и границ. После этого, в соответствии с размерами на макете вычертить условные знаки тушью с помощью рейсфедера.

В землеустройстве различают существующие и проектируемые дороги. Дороги вычерчивают специальными условными знаками. Условный знак улучшенной грунтовой дороги вычерчивают двумя параллельными сплошными линиями, одна имеет толщину 0,2 мм, другая 0,3 мм. Утолщенную линию вычерчивают с восточной стороны при направлении дороги с юга на север (с севера на юг) или с южной стороны при направлении дороги с запада на восток (с востока на запад). Проселочные дороги изображаются сплошной линией толщиной 0,4 мм; полевые и лесные штрихпунктирной линией толщиной 0,3 мм.

Проектируемые улучшенные грунтовые дороги вычерчивают двумя параллельными штрихпунктирными линиями толщиной соответственно 0,2 и 0,3 мм. Проектируемые проселочные, полевые, лесные дороги вычерчивают двумя параллельными линиями, одна из которых сплошная, другая - штрихпунктирная. При вычерчивании проектируемых скотопрогонов чередуют сплошные линии с точечным пунктиром через 8 мм.

В землеустроительных условных знаках насчитывается 15 видов границ, причем, каждый вид границы оттеняется определенным цветом и вычерчивается линиями различной толщины. Граница землепользования оттеняется произвольными, но контрастными цветами по каждому смежному землепользованию отдельно, линией толщиной 2 мм. Границы полей севооборота оттеняются красным цветом с одной из сторон линии шириной 0,8 мм. Границы отделений совхоза или бригад колхоза оттеняются красным цветом по обе стороны от черной линии.

Границу участка, намеченного для мелиорации, оттеняют фиолетовым цветом с внутренней стороны контура и выполняют сокращенную пояснительную надпись рубленным полужирным шрифтом.

Для получения фиолетового цвета смешивают в равных пропорциях синюю и красную тушь, полученный раствор слегка разбавляют водой.

Для вычерчивания границ необходимо наметить карандашом линии, оттенить их цветом, а затем вычертить рейсфедером черной тушью. В левой части чертежа выполнить условные знаки гидрографии и элементы рельефа: яму, овраг, курган, оползень (рис.23).

Береговые линии рек, озер, прудов вычерчивают тонкой линией толщиной 0,1 мм синего (зеленого) цвета с помощью кривоножки.

Реки шириной до 3 м изображают одной линией, от 3 до 6 м - двумя параллельными линиями; свыше 6 м - по фактическому положению в масштабе плана. Пересыхающие участки рек изображают штрихпунктирной линией.

Гидротехнические сооружения (мост, плотину, брод) вычерчивают черной тушью. Стрелку, указывающую направления течения реки (длиной 5 мм), пояснительные надписи, стрелки, указывающие направление движения оползня вычерчивают также черной тушью.

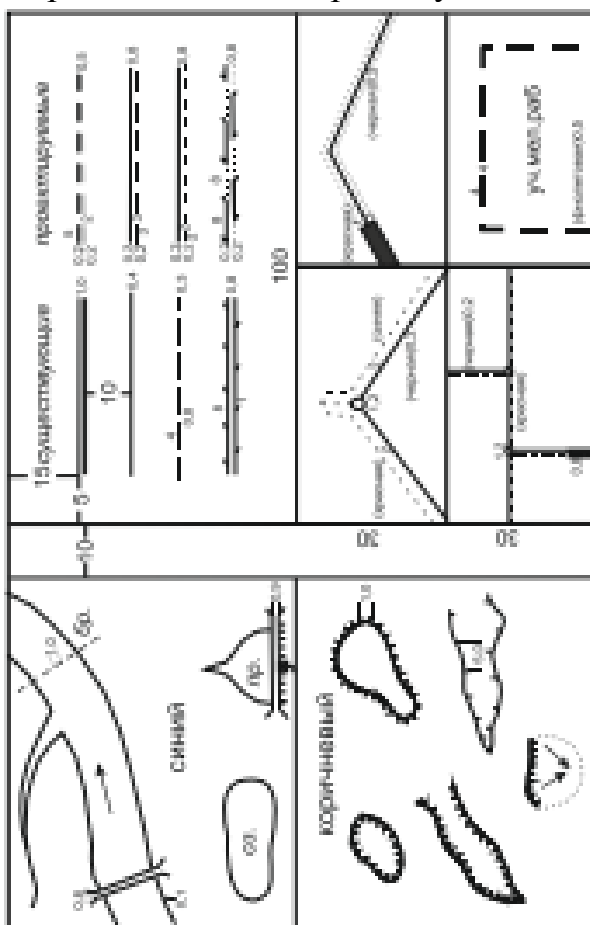


Рис.24 Условные знаки гидрографии, рельефа, сельских дорог и границ

При выполнении элементов рельефа следует обратить внимание на вычерчивание зубчиков, которые имеют вид равнобедренного треугольника с вогнутыми сторонами.

Сначала тонкой линией вычерчивают бровку, затем строго перпендикулярно к ней проводят короткий вертикальный штрих, обозначающий высоту условного треугольника, после этого вычерчивают вогнутые стороны треугольника. Расстояние между вершинами зубцов составляет 1 мм. Основания зубцов не должны касаться друг друга.

Элементы рельефа вычерчивают коричневым цветом. Необходимо соблюдать линейные размеры знаков, цвет, правильное начертание и взаимное расположение.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Тема: «Вычерчивание условных знаков населенных пунктов»

Цель: ознакомиться с методикой вычерчивания и правилами размещения условных знаков населенных пунктов, производственных и других участков общественного пользования.

Задание: В соответствии с макетом (рис.21) выполнить построение и вычертить черной тушью условные знаки: центральную усадьбу совхоза, усадьбу отделения совхоза, центральный населенный пункт колхоза, основной населенный пункт бригады колхоза, полевой бригадный стан и пасеку. В правой части форматки вычертить общий контур населенного пункта и провести штриховку контура линиями 0,2 мм через 2 мм под углом 45° к восточной (западной) стороне рамки. В центре заштрихованного контура вычертить 61 условный знак центральной усадьбы совхоза.

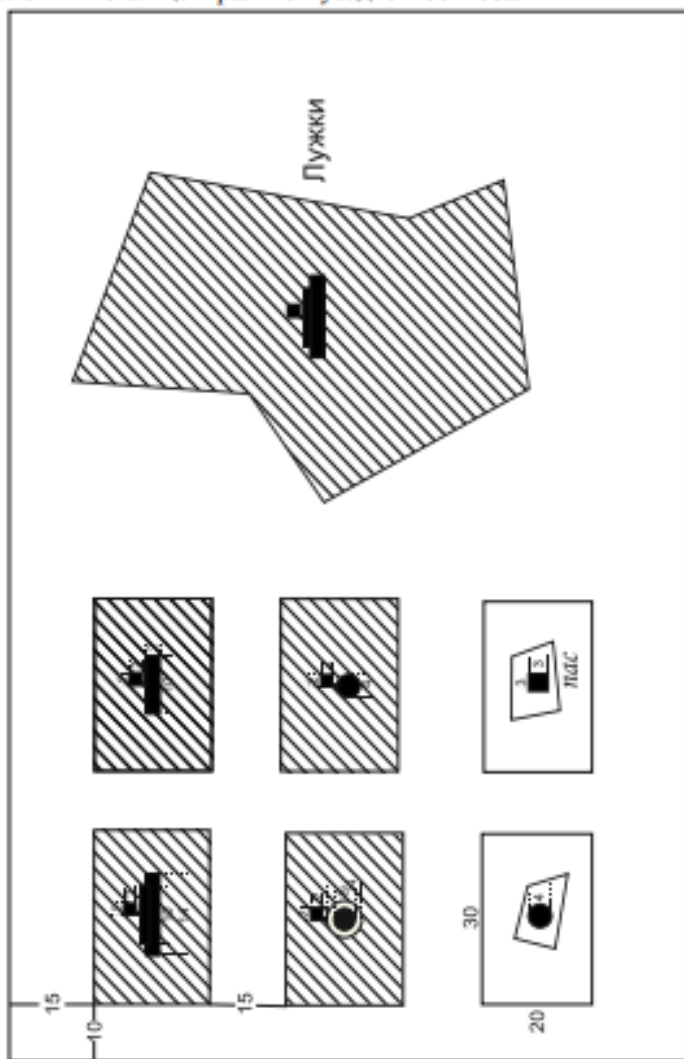


Рис.22 Условные знаки населенных пунктов и участков общественного пользования

Справа от него рубленным полужирным шрифтом высотой 2,5 мм подписать название населенного пункта. В центре проектируемого населенного пункта условный знак вычерчивают без заливки. В левой части форматки в прямоугольниках со сторонами 20×30 мм вычертить перечисленные выше условные знаки. Пояснительную надпись "пас." вычертить курсивом остовным высотой 2 мм.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13-14

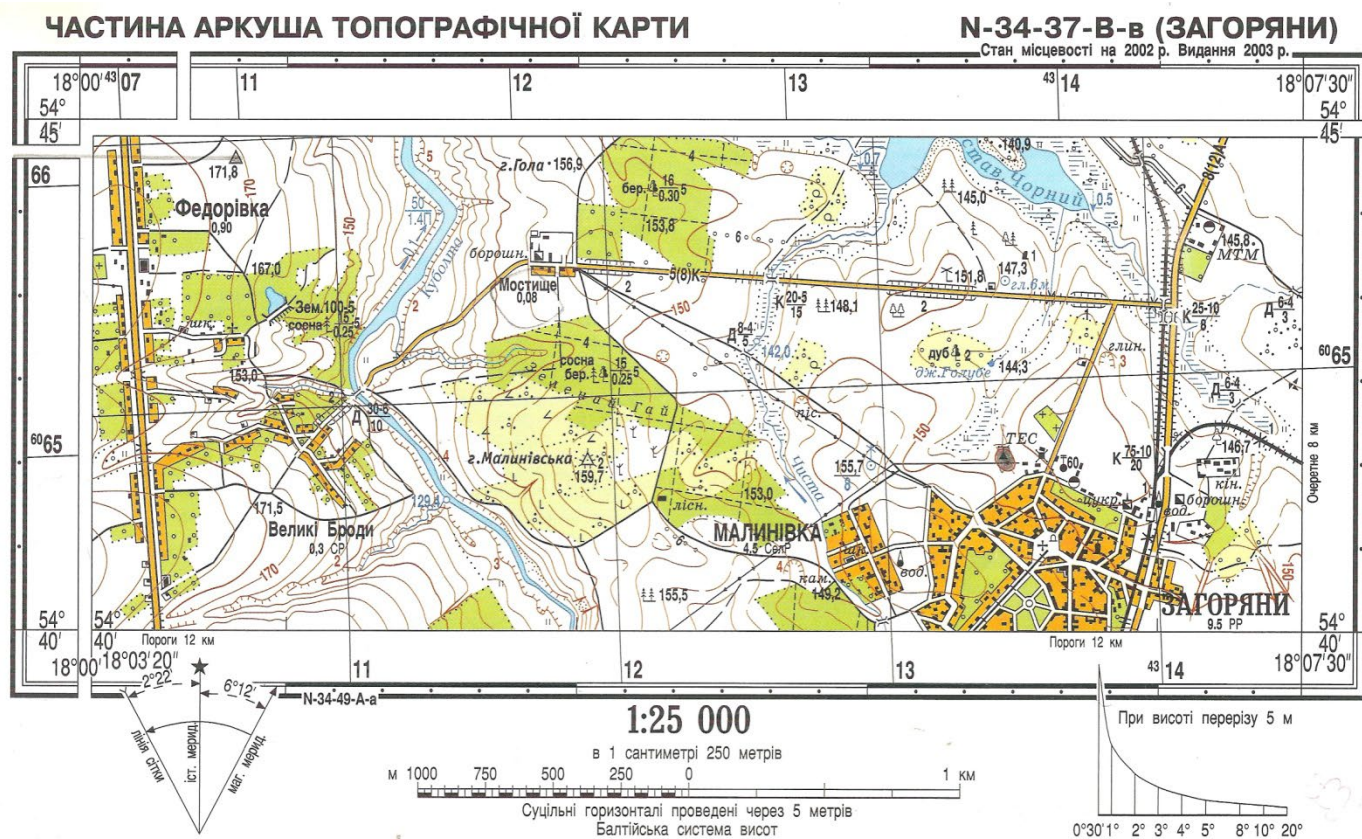
Тема: «Определение по карте истинных азимутов и дирекционных углов заданных направлений и по этим данным вычисление магнитных азимутов»

Цель: усовершенствовать навыки определения истинного и магнитного азимутов, дирекционных углов. **Оборудование:** топографическая карта «Загоряны», транспорт, чертежные принадлежности

Истинный азимут, или географический азимут - это угол A , измеряемый по часовой стрелке между географическим меридианом и направлением на объект. Разница между дирекционным углом и истинным азимутом состоит в сближении меридианов.

Магнитный азимут - угол A_m , откладываемый по часовой стрелке между магнитным меридианом (направлением на Север стрелки компаса) и направлением на объект.

Дирекционный угол - это угол α откладываемый по часовой стрелке от 0° до 360° между северным направлением координатной сетки карты и направлением на объектом.



Ход работы:

1. Исходная точка (1) имеет координаты: $\varphi=54^{\circ}40'48''$; $\lambda=18^{\circ}07'11''$
конечная точка (2) имеет координаты: $\varphi=54^{\circ}40'18''$; $\lambda=18^{\circ}06'44''$

Определить

$A_{и1-2} =$

$A_{м1-2} =$

$\alpha_{1-2} =$

2. Определить истинные, магнитные азимуты и дирекционные углы с точки на точку по маршруту:

1. Школа с. Федоровка – **2.** гора Голая – **3.** родник Голубой – **4.** дом лесника – **5.** школа с. Малиновка – **6.** школа с. Федоровка

$A_{и1-2} =$	$A_{и2-3} =$	$A_{и3-4} =$	$A_{и4-5} =$	$A_{и5-6} =$	$A_{и6-1} =$
$A_{м1-2} =$	$A_{м2-3} =$	$A_{м3-4} =$	$A_{м4-5} =$	$A_{м5-6} =$	$A_{м6-1} =$
$\alpha_{1-2} =$	$\alpha_{2-3} =$	$\alpha_{3-4} =$	$\alpha_{4-5} =$	$\alpha_{5-6} =$	$\alpha_{6-1} =$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15-16

Тема: «Решение задач на зависимость между истинным азимутом, магнитным азимутом и дирекционным углом»

Цель:

1. Научить определять ориентирующие углы линий
2. Научить выносить на карту линии с заданными ориентирующими углами

Оборудование: линейка, транспортир, учебная карта, калькулятор

План:

1. Теоретические данные
2. Практическая работа

1. Теоретические данные. Ориентирование линий в маркшейдерском деле производят по ориентирующим углам, к которым относятся географический и магнитный азимуты, дирекционный угол и румбы.

Географическим азимутом (истинным) $A_{и}$ называют горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления географического меридиана до направления ориентируемой линии. Азимут может иметь значения от 0 до 360°. Различают прямой и обратный географические азимуты линии в ее конкретной точке, отличающиеся друг от друга на 180°.

Магнитным азимутом $A_{м}$ называют горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления магнитного меридиана до направления ориентируемой линии. По аналогии с географическим азимутом

магнитный азимут также может изменяться от 0 до 360° и иметь прямое и обратное значения с разницей между ними в 180° .

Через каждую точку линии проходят географический и магнитный меридианы, направления которых совпадают только в частных случаях. Между географическим и магнитным азимутом ориентированной линии имеется расхождение, называемое магнитным склонением σ , которое может быть восточным (знак "+") или западным (знак "-").

Связь между истинным и магнитным азимутом определяется из выражения

$$\sigma = A_u - A_m.$$

Дирекционным углом α называют горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления осевого меридиана или линии, параллельной оси абсцисс (оси Y), до направления ориентируемой линии. Дирекционные углы могут иметь значения от 0 до 360°. Дирекционные углы, определенные для одного направления линии, называют прямыми углами (линия АВ), для противоположного (линия ВА) – обратными. В отличие от азимутов, дирекционный угол одной и той же линии в разных ее точках остается постоянным, поэтому прямой и обратный дирекционные углы отличаются друг от друга на 180°.

Разницу между значениями географического азимута и дирекционного угла называют сближением меридианов γ . Различают восточное (знак «+») и западное (знак "-") сближение меридианов. В общем случае сближение определяется по формуле $\gamma = A_n - \alpha$.

Дирекционные углы двух смежных линий взаимосвязаны между собой:

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ$$

2. Практическая работа: Найти азимут истинный ($A_{и}$), азимут магнитный ($A_{м}$), дирекционный угол (α), румб (r) линий, если угол сближения меридианов $\nu = -2^\circ$, угол магнитного склонения $\sigma = -6^\circ$.

Дирекционный угол определяется следующим образом: вертикальную линию сетки перенести в начало линии (например у линии ав в точку а) и замеряется угол от линии сетки до данной линии.

Азимут истинный - это угол между географическим меридианом и направлением данной линии, определяется по формуле: $A_{ист} = \alpha \pm \nu$

Азимут магнитный - это угол между магнитным меридианом и направлением данной линии, определяется по формуле: $A_{\text{маг}} = A_{\text{ист}} \pm \sigma$

Румб - это угол между направлением север- юг любого меридиана, бывает географический, магнитный и дирекционный, в нашей работе мы будем определять только дирекционный румб, который вычисляется по формулам:

в первой четверти (угол от 0° до 90°) $r = \acute{\alpha}$, ориентирование румба СВ;

во второй четверти (угол от 90° до 180°) $r = 180^\circ - \alpha$, ориентирование румба ЮВ;

в третьей четверти (угол от 180° до 270°) $r = \alpha - 180^\circ$, ориентирование румба ЮЗ;

в четвертой четверти (угол от 270° до 360°) $r = 360^\circ - \alpha$, ориентирование румба СЗ.

2.Варианты:

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

№ линии	1В	2С	3А	4С	5В	6А	А1	В3	1а	2в	2В	с1	4А
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
№ линии	5С	6В	А2	3С	2а	13	26	35	42	51	56	63	5в

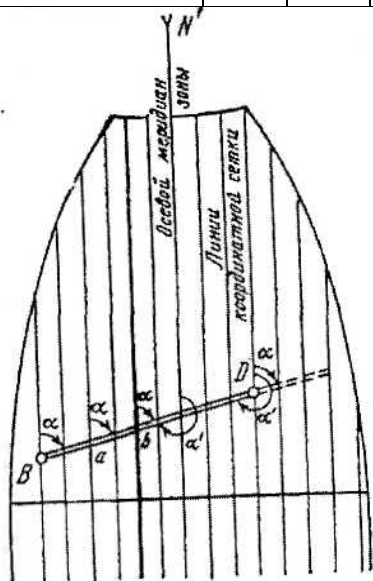


Рис.1.Дирекционные углы

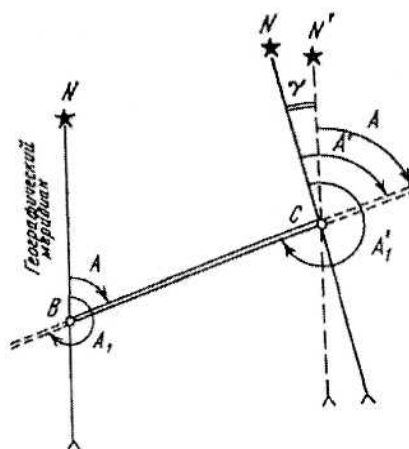


Рис.2.Географический азимут и сближение меридианов

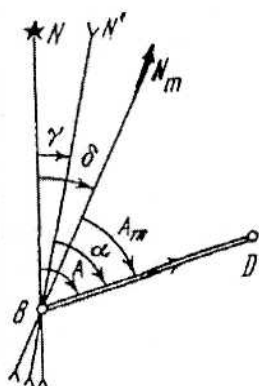


Рис. 3.Магнитный азимут и склонение магнитной стрелки

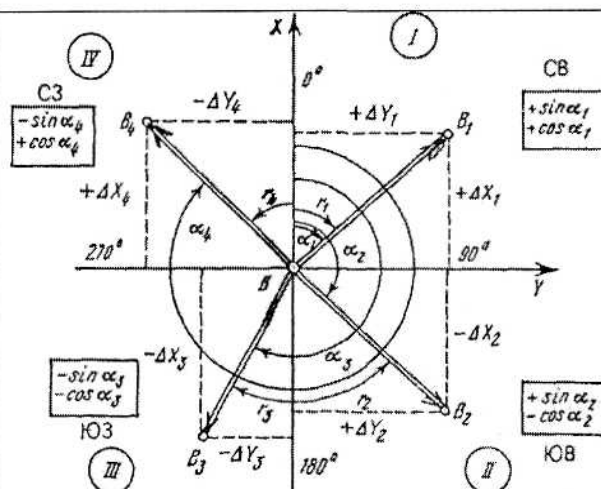


Рис.4.Схема связи между ориентирующими углами

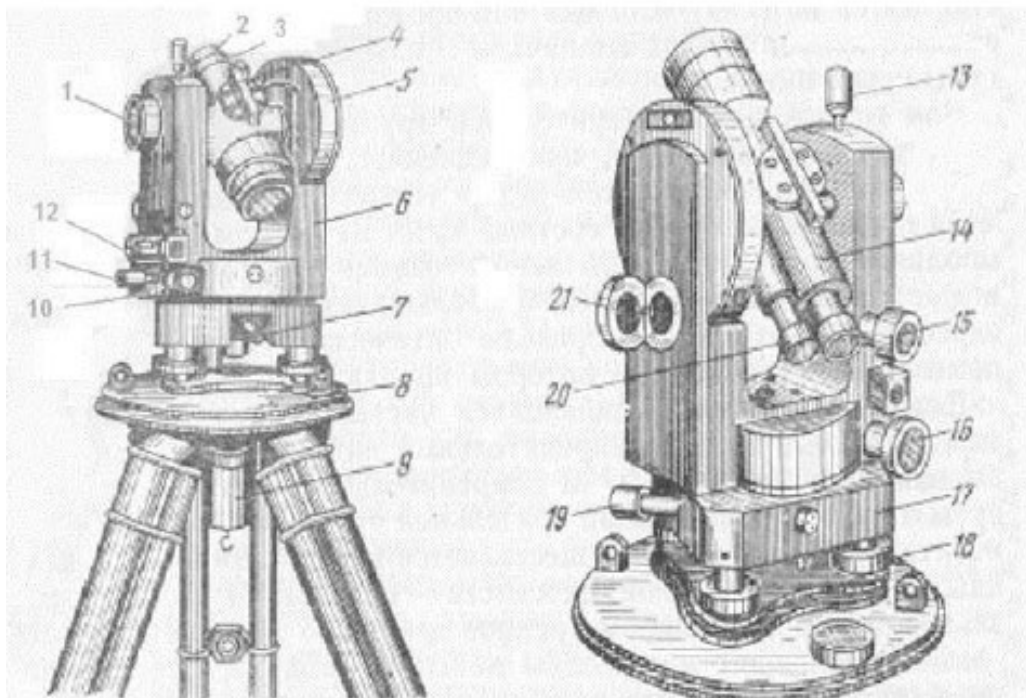
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17-19

Тема: «Вычисление прямоугольных координат вершин замкнутого теодолитного хода»

Цель: изучить устройство, поверки теодолита Т-30, принципы и порядок измерения горизонтальных и вертикальных углов при помощи теодолита.

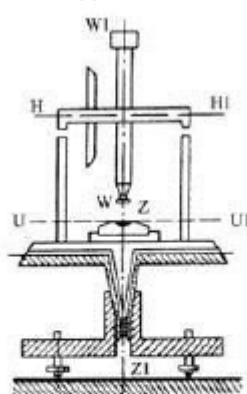
Ход работы:

Устройство теодолита Т-30:



1 — кремальера; 2 — диоптрийное кольцо; 3 — колпачок, под которым расположены исправительные винты сетки нитей; 4 — оптический визир; 5 — вертикальный круг; 6 — колонка; 7 — закрепительный винт лимба; 8 — основание футляра; 9 — станионный винт; 10 — исправительные винты уровня; 11 — закрепительный винт алидады; 12 — уровень; 13 — закрепительный винт зрительной трубы; 14 — зрительная труба; 15 — наводящий винт зрительной трубы; 16 — наводящий винт алидады; 17 — подставка; 18 — подъемные винты; 19 — наводящий винт лимба; 20 — окуляр микроскопа; 21 — зеркало

Схема осей теодолита 2Т-30:

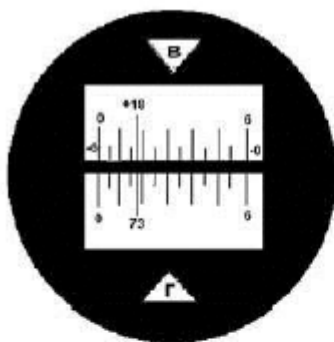


ZZ₁ — ось вращения теодолита,
 UU₁ — ось цилиндрического уровня,
 WW₁ — визирная ось зрительной трубы,
 HH₁ — ось вращения зрительной трубы.

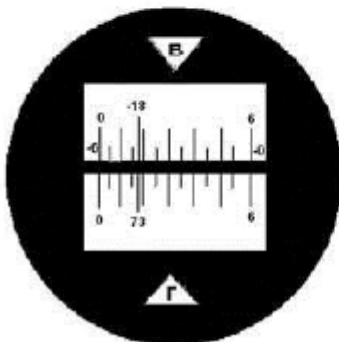
Примеры отсчётных устройств теодолитов: 1) 2Т-30, 2) Т-30.

1.

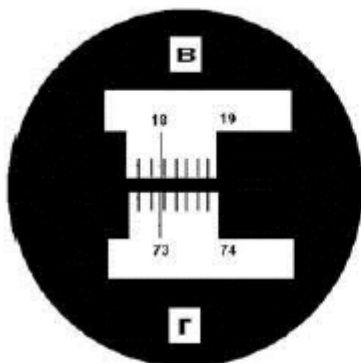
а) $73^{\circ}18'$ (г), $+18^{\circ}18'$ (в).



б) $73^{\circ}18'$ (Г), $-18^{\circ}18'$ (В).



2) $73^{\circ}18'$ (Г), $18^{\circ}18'$ (В).



Поверки теодолита:

1. Поверка цилиндрического уровня. Ось цилиндрического уровня UU_1 алидады горизонтального круга должна быть перпендикулярна к основной оси теодолита ZZ_1 . Выполняется следующим образом: цилиндрический уровень устанавливается параллельно каким-либо двум подъёмным винтам

и, вращая их в разные стороны, пузырёк уровня приводят в нуль-пункт. После этого теодолит поворачивается на 180° . При этом пузырёк должен оказаться в нуль-пункте или отклониться от него на 1-1,5 деления уровня, если более, то выполняется юстировка. При выполнении поверки пузырёк отклонился на 0,5 деления уровня, значит условие выполнено.

2. Поверка положения сетки нитей. Вертикальная нить сетки нитей должна находиться в коллимационной плоскости трубы. Поверку выполняют, совмещая изображение биссектора вертикальной нити с изображением нити отвеса, подвешенного на расстоянии не менее 10м. от теодолита. Смещение изображения нити отвеса допускается на треть величины биссектора для технических теодолитов, если более чем на треть, то выполняется юстировка. При выполнении поверки смещение изображения нити отвеса произошло на пятую часть величины биссектора, значит условия поверки выполнены.

3. Определение и устранение коллимационной ошибки. Визирная ось WW_1 должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы NN_1 . Поверка выполняется следующим образом. Ось вращения теодолита приводят в отвесное положение. Наводят на удалённую, отчётливо видимую точку, расположенную примерно на одном уровне с осью вращения трубы, берут отсчёт по горизонтальному кругу KL_2 затем наводят на другую точку и берут отсчёт по горизонтальному кругу KL_5 (КЛ – круг лево). Затем открепляют закрепительный винт лимба, поворачивают теодолит примерно на 180° , вновь наводят на те же точки при $KП_2$ и $KП_5$. (КП – круг право). Величины коллимационной погрешности вычисляется по формуле:

$C = ((KL_2 - KP_2 \pm 180^\circ) + (KL_5 - KP_5 \pm 180^\circ)) / 4$, или используется сокращённая формула:

$$c = (KL - KP + 180) / 2$$

Если c не превышает двойной точности отсчетного устройства прибора, то условие выполнено. При выполнении поверки коллимационная погрешность составила $2,5'$, что превышает двойную точность отсчётного прибора (теодолит 2Т30), требуется провести юстировку.

4. Поверка перпендикулярности оси вращения зрительной трубы к основной оси вращения теодолита. Ось вращения зрительной трубы NN_1 должна быть перпендикулярна к основной оси теодолита ZZ_1 . Поверка выполняется следующим образом. Теодолит устанавливается 2-3 м. от стены здания, наводят центр сетки на высоко расположенную точку. Опустив трубу до горизонтального положения, отмечают проекцию сетки нитей на стене. Переведя трубу через зенит, аналогично получают вторую проекцию точки. Если обе точки находятся в пределах 0,5 биссектора, условие поверки выполнено, если нет – юстировка производится на заводе-изготовителе, или специальной мастерской. При выполнении поверки проекции обеих точек находились в одной точке, значит условие поверки выполнено.

5. Определение места нуля вертикального круга. Место нуля должно равняться нулю или быть близкой к нему величиной. Место нуля должно

быть постоянным. Место нуля (МО) – отсчёт по вертикальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной трубы. Место нуля определяется следующим образом. При двух положениях вертикального круга берут отсчёты на точку, предварительно приведя пузырёк уровня горизонтального круга в нуль-пункт. МО теодолита 2Т30 определяется по формуле: $МО = 0,5(КЛ^{\circ} + КП^{\circ})$. Для теодолита Е30 по формуле: $МО = (КЛ^{\circ} + КП^{\circ} + 180^{\circ})$. При вычислении МО к отсчётам, меньшим 90° прибавляют 360° . МО определяют несколько раз, наблюдая на различные точки местности и следят за его постоянством. Колебание МО для теодолита 2Т30 не должно превышать $1,5'$. При выполнении поверки значение $МО_{ср}$ составило $1'$, условие поверки выполнено.

Ведомость измерения горизонтальных и вертикальных углов способом приёмов.

Выводы:

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 20-21

Тема: «Определение координат пункта методом прямой засечки»

Цель: изучение методики камеральной обработки геодезических измерений при определении координат отдельных пунктов.

1. Вычисление координат дополнительного пункта, определенного прямой многократной засечкой

1. Общие указания и исходные данные.

При решении прямой однократной засечки определяют координаты третьего пункта по известным координатам двух исходных пунктов и углам, измеренным на исходных пунктах. Для контроля правильности определения координат пункта засечку делают многократной, т.е. используют более двух исходных пунктов с измерениями на них, что заранее предусматривается в проекте работ. При этом число вариантов решения однократных засечек подсчитывают по формуле:

$$C = \frac{n(n-1)}{2}, \quad (2.1)$$

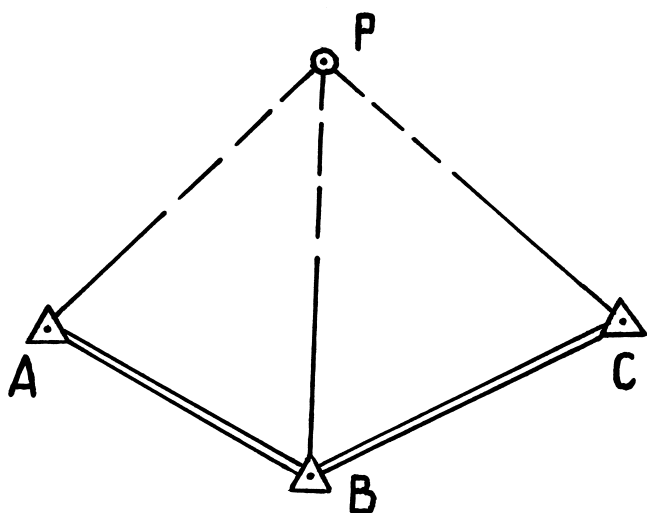
где n – число исходных пунктов.

Существуют различные формулы и схемы для решения прямой однократной засечки, а также алгоритмы и программы для уравнивания многократной засечки на ЭВМ.

При выполнении задания предусматривается использование формул Юнга.

Рисунок 3 – Схема прямой многократной засечки.

Исходные данные для решения прямой засечки *Таблица 1*



Обозначения пунктов		Измеренные направления, ° ' "	Координаты, м.	
			X	Y
A	P B	0 00 00 52 58 00 + $\Delta\beta_1$	5760,42	2840,95
B	A P C	0 00 00 48 52 30 + $\Delta\beta_2$ 97 19 30 + $2\Delta\beta_2$	5699,87 + Δx	3735,00 + Δy
C	B P	0 00 00 53 32 45 + $\Delta\beta_1$	4812,89	3788,48

Значения индивидуальных поправок Δ Таблица 2

группы	$\Delta\beta_1$, $\Delta\beta_2$	Δx , м.	Δy , м.
21	K1*№ K2*№ ,	K5*№	K5*№
22	K3*№ K4*№ ,	K6*№	K6*№

В таблице 2, № - индивидуальный номер для студента, выдаваемый преподавателем, К – поправочный коэффициент.

2. Общий порядок решения прямой угловой многократной засечки

Составить схему расположения исходных и определяемого пунктов А, В, С и Р, используя известные координаты и углы.

По схеме выбрать два наилучших варианта решения засечки, путем сравнения площадей специально построенных инверсионных треугольников.

Решить два выбранных варианта засечки, используя формулы Юнга; расхождение координат, полученных в двух вариантах, с учетом точности измерений, допускается до 0,2 м. При допустимом расхождении за окончательные значения координат принять средние их значения из двух вариантов. Произвести оценку точности полученных координат.

3. Порядок выполнения.

Составление схемы расположения определяемого и исходных пунктов

Для составления схемы, в рабочей тетради начертить координатную сетку и оцифровать ее в масштабе 1:10000 с учетом координат исходных пунктов. Нанести по координатам пункты А, В, С, и по углам, с помощью транспортира, пункт Р.

Выбор наилучших вариантов засечки

Для определения лучших вариантов засечки, на схеме построить инверсионные треугольники: для этого от пункта Р по направлениям РА, РВ, РС отложить отрезки (r), длину которых вычислить по формуле:

$$r_i = \frac{C}{S}, (2.2)$$

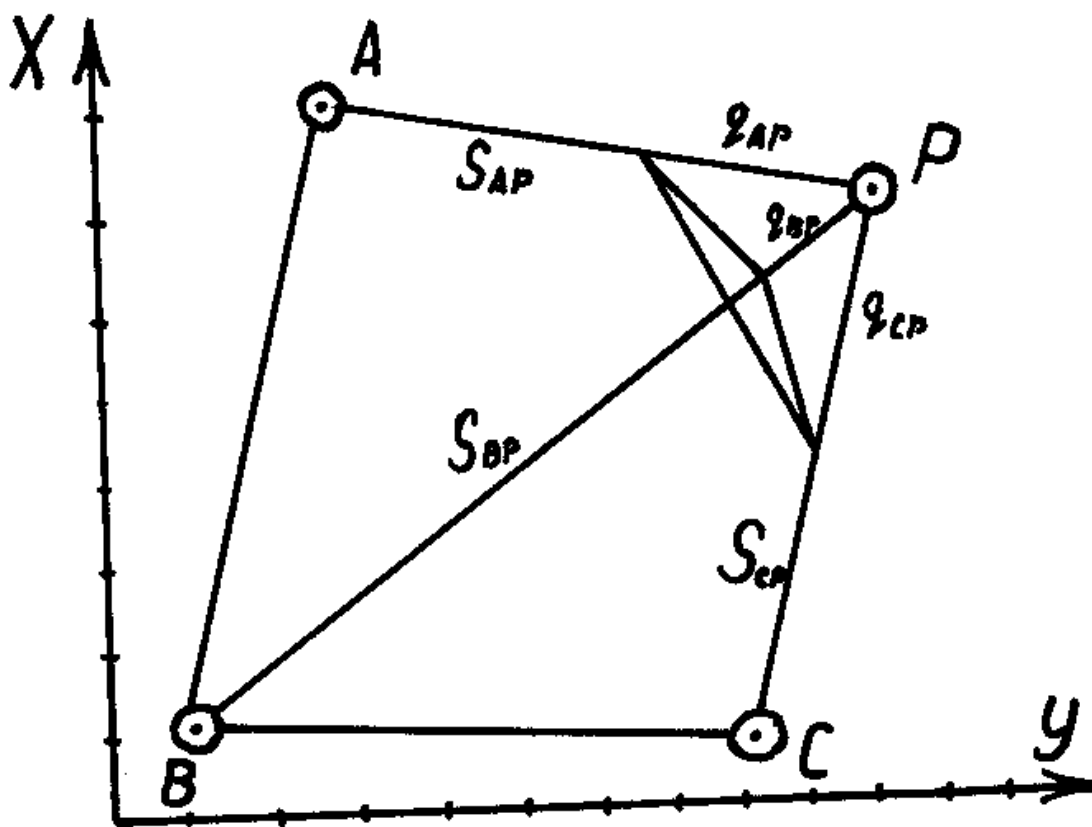
где: C – постоянное произвольное число, выбранное с таким расчетом, чтобы значения величины q были порядка 1-3 см; ($C \approx 10$ см), S – расстояние от определяемого пункта до исходного, измеренное по схеме в сантиметрах.

Вершинами инверсионного треугольника для каждого варианта засечки будут являться пункт P и конечные точки соответствующих отрезков q_i .

Лучшими вариантами засечки считаются те, у которых наибольшие площади инверсионных треугольников (определить визуально).

Рисунок 4 - Схема построения инверсионных треугольников.

Решение наилучших вариантов засечки.



Для решения вариантов засечки использовать следующие формулы Юнга:

$$X_p = \frac{X_1 \tilde{n} \operatorname{tg} \beta + X_2 \tilde{n} \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

$$Y_p = \frac{Y_1 \operatorname{ctg} \beta + Y_2 \operatorname{ctg} \alpha}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

, (2.3)

где X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 - координаты исходных пунктов, α , β - горизонтальные углы,

измеренные на исходных пунктах.

Рисунок 5 - Схема к вычислениям прямой засечки по формулам (2.3).

В формулах (2.3) обозначения соответствуют схеме, приведенной на рисунке 5, при вычислении координат по второму варианту засечки следует применить те же обозначения.

Согласно варианту, используя формулы Юнга, вычислить координаты определяемого пункта P , считая исходными пунктами сначала пункты A и B , а затем B и C . Расчеты свести в таблицу 3.

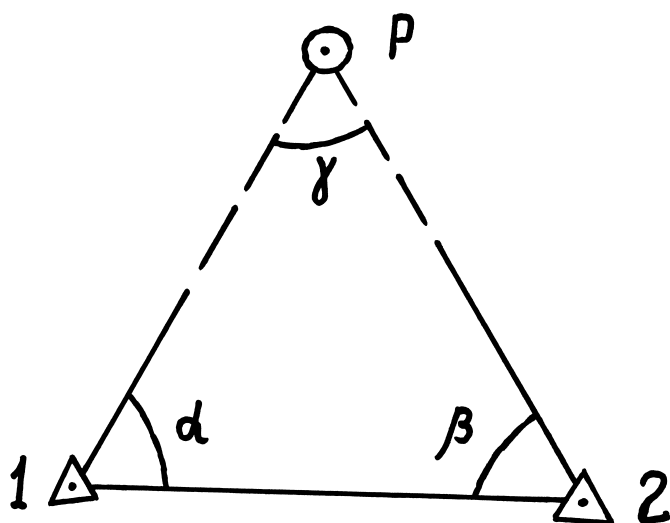


Таблица 3

Пример вычисления вариантов прямой засечки.

Обозначения		Углы, о ' "	X, м	ctg α, ctg β, ctg α+ ctg β	Y, м
пунктов	углов				
1(A))	α β	87 41 20	8783,61 8084,10	0,040358 1,023943	4320,30 4069,80
2(B) Р		44 19 20	8521,72	1,064301	4968,05
1(B) 2(C) Р	α β	28 38 08 92 18 39	8084,10 8044,30 8521,74	1,831425 - 0,040353 1,791072	4069,80 4926,53 4968,05

Среднее значение координат пункта Р: X = 8521,73 м Y = 4968,05м

Оценка ожидаемой точности полученных результатов

Определить среднюю квадратическую ошибку положения точки Р для каждого варианта засечки по формуле:

$$m_p = \frac{m_\beta}{\rho \sin \gamma} \sqrt{s_1^2 + s_2^2}, \quad (2.4)$$

где m_β – средняя квадратическая ошибка измерения углов (принять в задании $m_\beta = 10''$),

γ - угол в треугольнике при точке Р,

S1, S2 - стороны засечки, в м (определить по схеме),

Значение ρ принять в секундах ($\rho = 206265''$).

Среднюю квадратическую ошибку координат, полученных из двух вариантов засечки, найти по формуле:

$$M_{\text{ср}} = \frac{1}{2} \sqrt{m_{p_1}^2 + m_{p_2}^2}. \quad (2.5)$$

Оформление работы.

Решение задачи определения координат пункта Р оформить на отдельных листах. При оформлении обязательно привести схему определения лучших вариантов решения данной задачи, таблицу вычисления координат точки Р и результаты оценки точности вычислений.

2. Вычисление координат дополнительного пункта, определенного обратной многократной засечкой

1. Общие указания и исходные данные

Решение однократной обратной засечки заключается в определении координат четвертого пункта по трем исходным пунктам и двум углам, измеренным на определяемом пункте. С целью контроля правильности решения задачи на определяемом пункте производятся измерения углов, как минимум на четыре исходных пункта, т.е. засечка делается многократной.

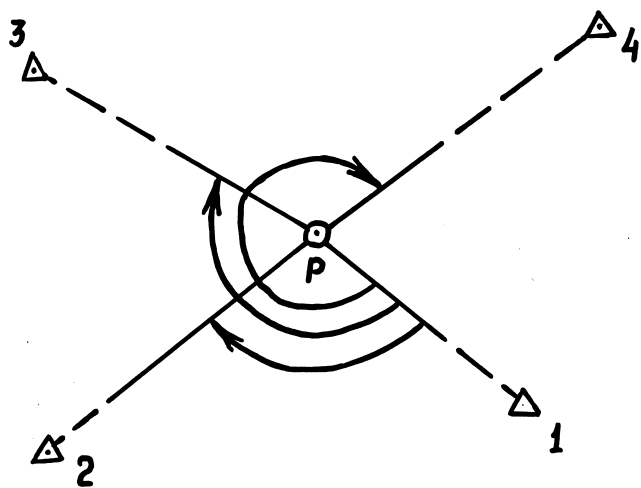


Рисунок 6 - Схема обратной многократной засечки
Таблица 4
Исходные данные для решения обратной засечки

Группы	Назв. пунктов	Координаты, м.		Измеренные на пункте направления ° ' "
		X	Y	
21	1	7104,51+0,2 № 0	5851,55+0,1 № 2	0° 00 '00"
	2	6613,06+0,2 № 0	5816,43+0,1 № 2	59 00 48 +1' 27" №
	3	6652,86+0,2 № 0	4959,70+0,1 № 2	177 04 59 +3' 42" №
	4	7352,37+0,2 № 0	4210,20+0,1 № 2	273 06 14 +1' 06" №
22	1	7114,61-0,60 №	3841,45- 0,25№	0° 00' 00"
	2	6623,16 - 0,60 №	3806,33- 0,25№	60 14 58 -1' 27" №
	3	6662,96- 0,60 №	2949,60- 0,25№	180 13 31-3' 41" №
	4	7362,47- 0,60 №	3200,10- 0,25№	274 03 12-1' 08" №

В таблице 4, №-индивидуальный номер для каждого студента, выдаваемый преподавателем.

2. Общий порядок решения обратной многократной засечки.

Составить схему расположения определяемого и исходных пунктов, используя известные координаты и углы.

По схеме выбрать два наилучших варианта решения засечки путем сравнения площадей инверсионных треугольников.

Решить два выбранных варианта засечки. Расхождение координат, полученных в двух вариантах, с учетом точности измерений допускается до 0,2 м. При допустимом расхождении за окончательные значения координат принять их средние значения из двух вариантов.

Произвести оценку точности полученных координат определяемого пункта Р.

3. Порядок выполнения.

Составление схемы расположения определяемого и исходных пунктов

Для составления схемы, в рабочей тетради начертить координатную сетку и оцифровать ее в масштабе 1:10000 с учетом координат исходных пунктов. Нанести по координатам пункты А, В, С, D и по способу Болотова (направлениям) пункт Р.

Выбор наилучших вариантов засечки

Если число исходных пунктов (направлений) в обратной засечке больше трех, то выбираются лучшие варианты ее решения из числа вариантов, рассчитываемых по формуле:

$$C = \frac{n(n-1)(n-2)}{6}, \quad (2.6)$$

где n- число направлений.

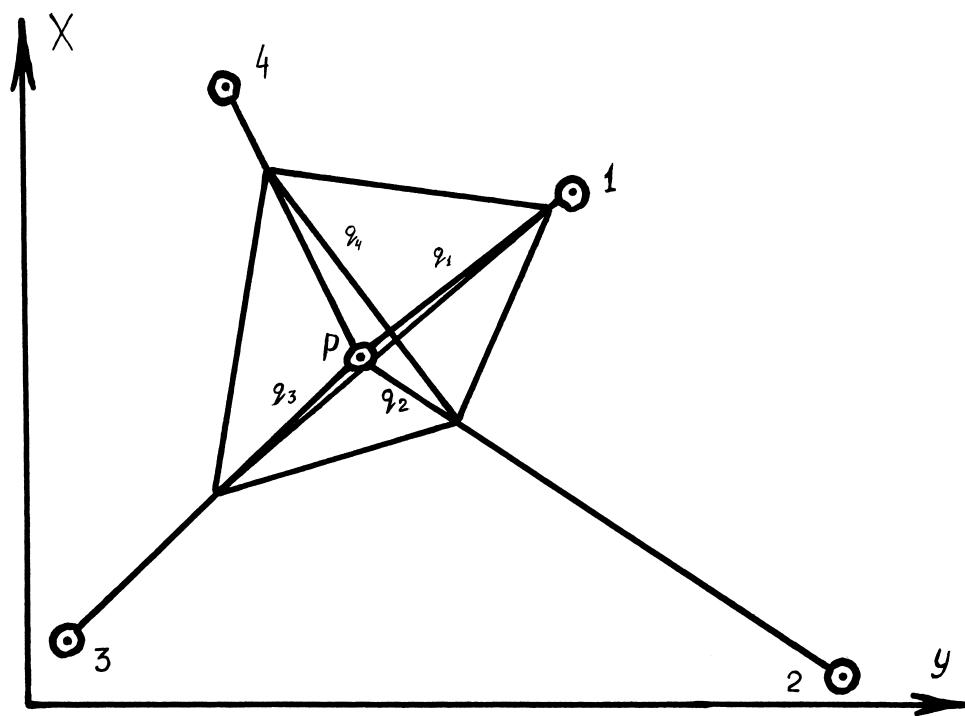
Выбор лучших вариантов засечки производится так же, как в прямой засечке по площадям инверсионных треугольников, но вершинами в них будут только

конечные точки отрезков q_i .

Рисунок 7 - Схема построения инверсионных треугольников при выборе вариантов решения обратной засечки

Решение наилучших вариантов засечки

Обратная угловая засечка имеет множество способов решения. Для решения поставленной задачи



сначала определить дирекционный угол одного из направлений (AP), принятого в качестве главного, по формуле Делабра:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AP} = \frac{\Delta Y_0}{\Delta X_0} = \frac{\Delta Y_{AB} \operatorname{ctg} \beta_2 + \Delta Y_{CA} \operatorname{ctg} \beta_3 + \Delta X_{BC}}{\Delta X_{AB} \operatorname{ctg} \beta_2 + \Delta X_{CA} \operatorname{ctg} \beta_3 + \Delta Y_{CB}} \quad (2.7)$$

далее, определить дирекционный угол следующего направления:

$$\alpha_{BP} = \alpha_{AP} + \beta_2 \quad (2.8)$$

После определения дирекционных углов направлений АР и ВР, координаты определяемой точки вычислить по формулам Гаусса:

$$X_P = \frac{X_A \operatorname{tg} \alpha_{AP} - X_B \operatorname{tg} \alpha_{BP} + Y_B - Y_A}{\operatorname{tg} \alpha_{AP} - \operatorname{tg} \alpha_{BP}},$$

$$Y_P = Y_A + (X_P - X_A) \operatorname{tg} \alpha_{AP} \tag{2.9}$$

Для контроля вычислений вторично найти ординату определяемой точки по формуле:

$$Y_P = Y_B + (X_P - X_B) \operatorname{tg} \alpha_{BP} \tag{2.10}$$

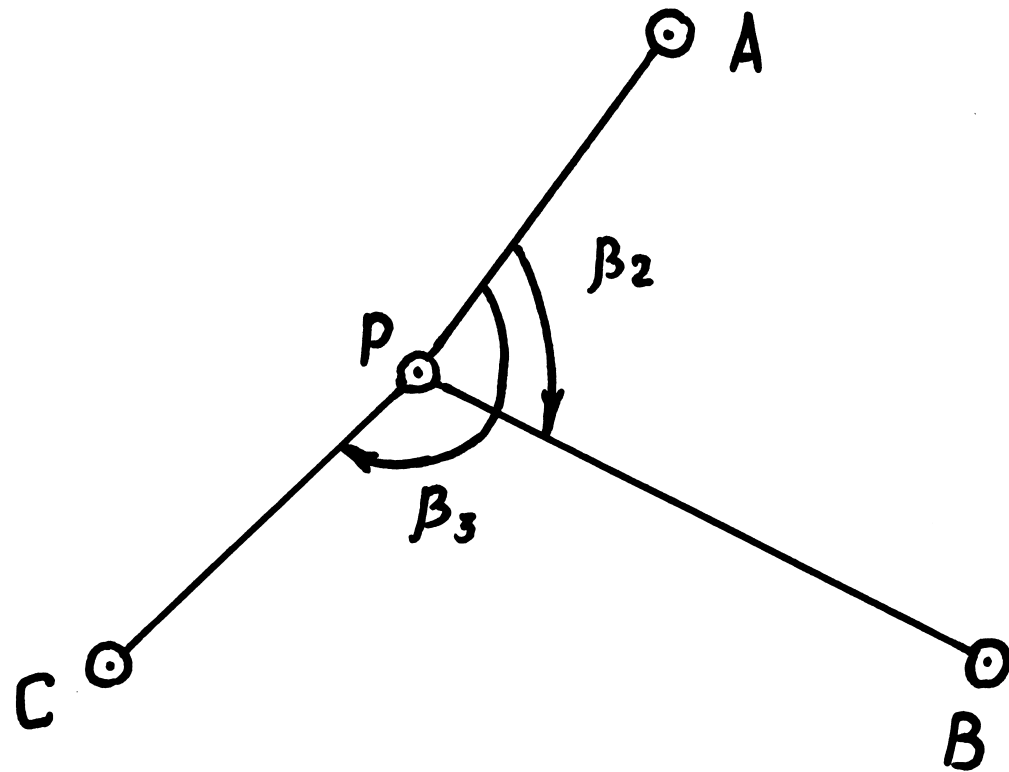


Рисунок 8 -
Схема обозначений
к вычислениям по
формулам (2.7-
2.11)

Решить два
наилучших
варианта засечки,
используя
исходные данные и
формулы (2.7-2.10).
Вычисления
произвести по
схеме, приведенной
в таблице 5.

Если
расхождения
координат в двух
вариантах засечки

не превысят 0,2 м (с учетом точности исходных данных) за окончательные значения координат принять их средние значения.

Схема для вычислений обратной угловой засечки *Таблица 5*

О бо- значе- ния пунк- тов	Координат		-	ΔX_{BC}	-	ΔY
A B C P	X_A X_B X_C X_P	Y_A Y_B Y_C Y_P	α_{AP}	-	$\operatorname{tg} \alpha_{AP}$	-
			β_2	ΔX_{AB}	$\operatorname{ctg} \beta_2$	ΔY
			α_{BP}	-	$\operatorname{tg} \alpha_{BP}$	-
			β_3	ΔX_{CA}	$\operatorname{ctg} \beta_3$	ΔY

			-	Σ	-	Σ
			Y_P	ΔX_0	$\text{tg } \alpha_{AP} - \text{tg } \alpha_{BP}$	ΔY
1	2	3	4	5	6	7

Оценка ожидаемой точности полученных результатов

Для оценки ожидаемой точности полученных координат по каждому варианту засечки применить формулу (обозначения согласно рисунку 8):

$$m_p = \frac{m_\beta S_{AB}}{\rho \sin(\phi + \psi)} \sqrt{\frac{S_{CP}^2}{S_{CB}^2} + \frac{S_{AP}^2}{S_{AB}^2}}, \quad (2.11)$$

где:

m_p - средняя квадратическая ошибка положения определяемого пункта,

$m_\beta = 10''$ - средняя квадратическая ошибка измерения углов,

$\phi = \angle PCB$. $\psi = \angle PAB$ - углы, измеряемые по схеме,

S - расстояния, измеренные по схеме (м)

Среднюю квадратическую ошибку координат, полученных как средние значения из двух вариантов, вычислить по формуле (2.5).

Оформление работы.

Решение задачи определения координат пункта Р оформить на отдельных листах. При оформлении обязательно привести схему определения лучших вариантов решения данной задачи, таблицу вычисления координат точки Р и результаты оценки точности вычислений.

3. Вычисление координат дополнительного пункта, определенного линейной многократной засечкой

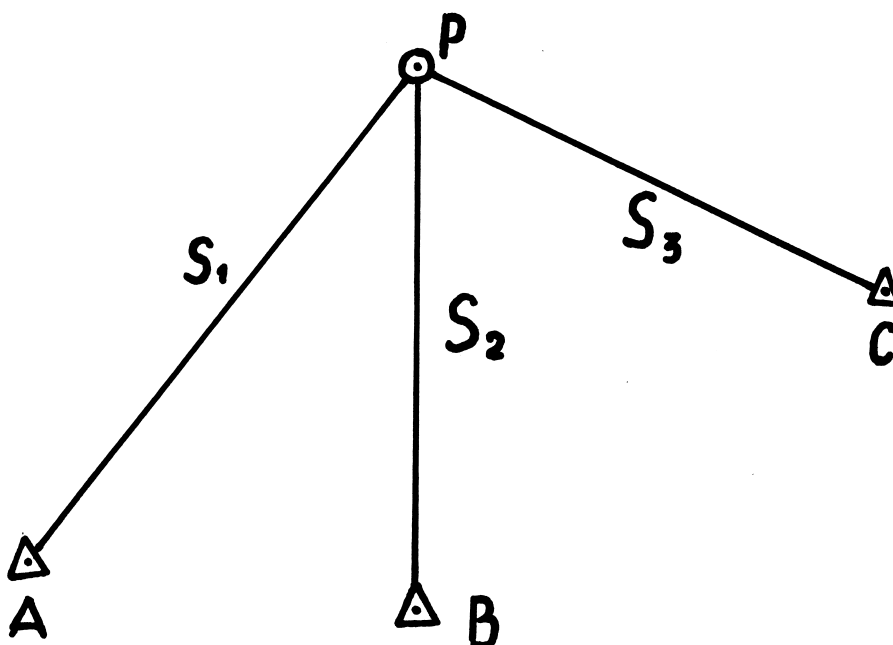
1. Общие указания и исходные данные.

При решении линейной однократной засечки определяют координаты третьего пункта по известным координатам двух исходных пунктов и длинам линий, измеренным между определяемым и исходными пунктами. Для контроля правильности определения координат пункта засечку делают многократной, т.е. используют более двух исходных пунктов с измерениями на них, что заранее предусматривается в проекте работ. При этом число вариантов решения

однократных засечек подсчитывают по формуле (2.1).

Рисунок 9 – Схема линейной многократной засечки.

Исходные данные для решения линейной засечки Таблица 6



Исходный пункт	координаты		Расстояние
	X	Y	
A	3676,45	3422,97	689,658+ ϑ
B	$3615,90+\Delta$	$4317,02+\Delta$	730,791
C	2728,92	4370,50	679,877+ ϑ

Значения индивидуальных поправок *Таблица 7*

группы	Δ , м.	ϑ , м.
21	0,1 №	-0,026 №
22	-0,1 №	0,026 №

В таблице 7, № - индивидуальный номер для студента, выдаваемый преподавателем.

2. Общий порядок решения линейной многократной засечки

Составить схему расположения исходных и определяемого пунктов А, В, С и Р, используя известные координаты и длины линий.

По схеме выбрать два наилучших варианта решения засечки, путем сравнения углов, расположенных при определяемой точке, построенных треугольников.

Решить два выбранных варианта засечки, используя формулы для численного решения линейной засечки, расхождение координат, полученных в двух вариантах, с учетом точности измерений, допускается до 0,2 м. При допустимом расхождении за окончательные значения координат принять средние их значения из двух вариантов.

Произвести оценку точности полученных координат.

3. Порядок выполнения.

Составление схемы расположения определяемого и исходных пунктов

Для составления схемы, в рабочей тетради начертить координатную сетку и оцифровать ее в масштабе 1:10000 с учетом координат исходных пунктов. Нанести по координатам пункты А, В, С, и по длинам линий с помощью измерителя и масштабной линейки, пункт Р.

Выбор наилучших вариантов засечки

Лучшими вариантами засечки считаются те, у которых углы при определяемой точке близки к 90° (определить визуально).

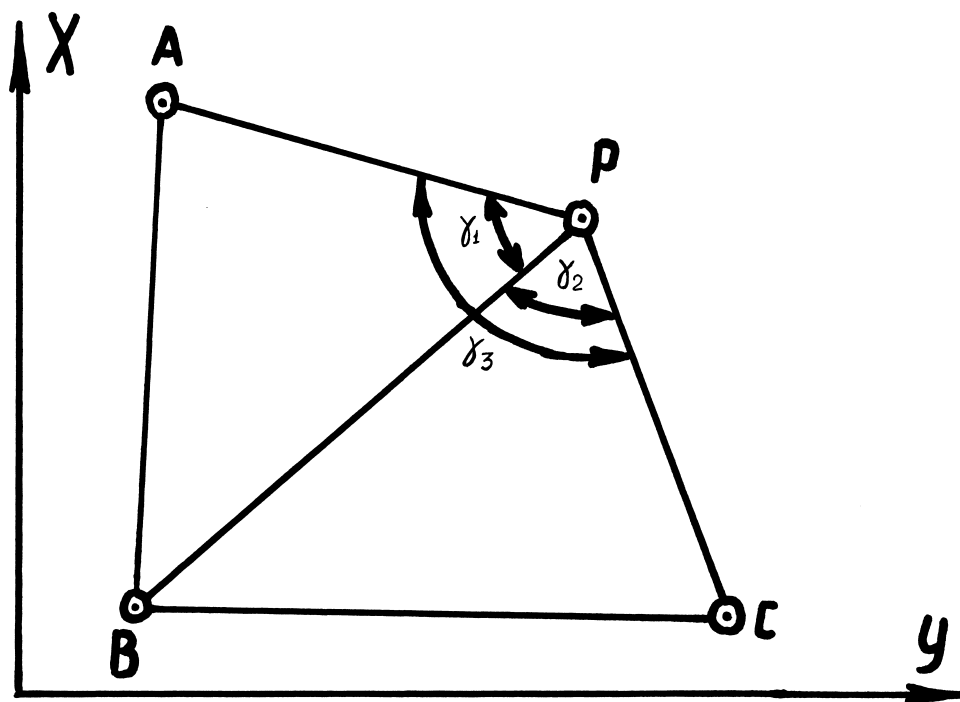


Рисунок 10. –
Схема построения
для выбора лучших
вариантов решения
линейной засечки.

Решение наилучших вариантов засечки.

При решении
данной задачи,
прежде всего,
необходимо
определить длину
стороны АВ по
формуле:

$$S_{AA} = \sqrt{(\bar{O}_1 - \bar{O}_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \quad (2.12)$$

где: X_1, X_2, Y_1, Y_2 – координаты исходных точек.

Далее вычисляем основные коэффициенты:

$$\delta_{AA} = \frac{S_{AA}^2 + S_1^2 - S_2^2}{2S_{AA}^2} \quad (2.13)$$

$$q_{AA} = \frac{S_{AA}^2 + S_2^2 - S_1^2}{2S_{AA}^2} \quad (2.14)$$

$$h_{AA} = \frac{\sqrt{S_1^2 - p_{AA}^2 S_{AA}^2}}{S_{AA}} \quad (2.15)$$

где: S_1, S_2 – длины измеряемых линий.

A

B

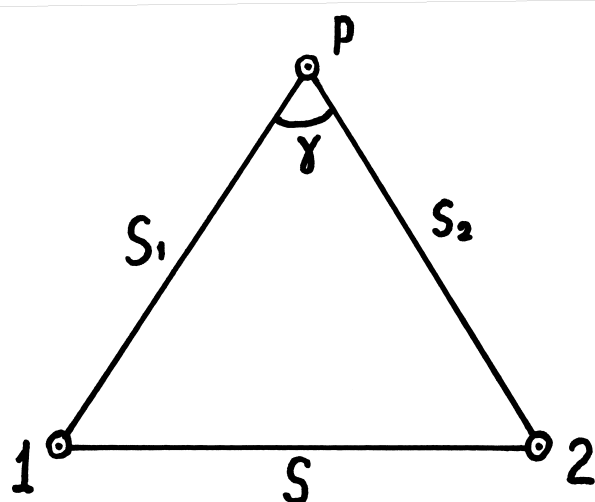
Рисунок 11 - Схема обозначений к
вычислениям по формулам (2.12-2.20)

Вычисляем координаты точки Р по
формулам (2.16) и (2.17) с контролем
правильности вычислений по формулам
(2.18) и (2.19).

$$X_P = X_A + p_{AA} \Delta x_{AB} - h_{AA} \Delta y_{AB} \quad (2.16)$$

$$Y_P = Y_A + p_{AA} \Delta y_{AB} + h_{AA} \Delta x_{AB} \quad (2.17)$$

$$X_P = X_B - q_{AA} \Delta x_{AB} - h_{AA} \Delta y_{AB} \quad (2.18)$$



$$Y_P = Y_B - q_{AA} \Delta y_{AB} + h_{AA} \Delta x_{AB} \quad (2.19)$$

Расхождение координат вычисленной точки в приеме не должно превышать
ошибок округления, то есть 0,01м.

Решить два наилучших варианта засечки, используя исходные данные и формулы (2.12-2.19). Вычисления произвести по схеме, приведенной в таблице 8.

Если расхождения координат в двух вариантах засечки не превысят 0,2 м (с учетом точности исходных данных) за окончательные значения координат принять их средние значения.

Схема для вычислений линейной засечки *Таблица 8*

Название точки	координаты		приращение координат	Длина линии	коэффициенты
	X	Y			
A	X _A	Y _A	Δx _{AB}	S ₁	p'
B	X _B	Y _B	Δy _{AB}	S ₂	q'
P'	X (2.16)	Y (2.17)		S _{AB}	h'
P''	X (2.18)	Y (2.19)			

Оценка ожидаемой точности полученных результатов

Определить среднюю квадратическую ошибку положения точки P для каждого варианта засечки по формуле:

$$m_i = \frac{\sqrt{m_{s_1}^2 + m_{s_2}^2}}{\sin \gamma_i} \quad (2.20)$$

где: m_s – средняя квадратическая ошибка измеренной стороны, γ – угол при определяемой точке.

Среднюю квадратическую ошибку измеряемой стороны определить по формуле:

$$m_{s_i} = \sqrt{(K_A m_{i0})^2 + m_{oi}^2 + m_{oi}^2} \quad (2.21)$$

где: K_A – коэффициент влияния атмосферных помех (принять $K_A = 2$), m_{i0} – средняя квадратическая ошибка измерения линии прибором ($m_{i0} = 5\text{ мм} + 2\text{ мм} \cdot S_i$), m_{oi} и m_{oi} – средние квадратические ошибки центрирования прибора и отражателя (принять равными 10 мм.).

Среднюю квадратическую ошибку координат, полученных как средние значения из двух вариантов, вычислить по формуле (2.5).

Оформление работы.

Решение задачи определения координат пункта P оформить на отдельных листах. При оформлении обязательно привести схему определения лучших вариантов решения данной задачи, таблицу вычисления координат точки P и результаты оценки точности вычислений.

Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные учебные издания:

1. Гиршберг, М. А. Геодезия : учебник / М.А. Гиршберг. - Изд. стереротип. – Москва : ИНФРА-М, 2021. - 384 с.
2. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 196 с.
3. 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.

Дополнительные учебные издания:

4. Дьяков, Б. Н. Геодезия : учебник / Б. Н. Дьяков. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-9235-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/189342>
5. 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 PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/104897> (дата обращения: 28.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
6. Соловьев, А. Н. Основы геодезии и топографии / А. Н. Соловьев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-507-44730-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238823> (дата обращения: 23.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Захаров, М. С. Картографический метод и геоинформационные системы в инженерной геологии : учебное пособие для спо / М. С. Захаров, А. Г. Кобзев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-6701-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151681> (дата обращения: 23.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет ресурсы

8. Электронно-библиотечная система «Лань». (Режим доступа): URL: <https://e.lanbook.com/>
9. Электронно-библиотечная система «Знаниум». (Режим доступа): URL: <https://znanium.com/>
10. Научная электронная библиотека «eLibrary». (Режим доступа): URL:

<https://elibrary.ru/>

Электронно-библиотечная система:

1. ЭБС «elibrary», ООО «РУНЭБ»
2. ЭБС «IPRbooks», ООО «Ай Пи Ар Медиа»
3. ЭБС «Лань», ООО «Издательство Лань»
4. ЭБС «PROFобразование»
5. ЭБС «Book.ru»