

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГАПОУ СО «ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ МОНТАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
по дисциплине  
«Основы геодезии»

Екатеринбург, 2020

заложения. Его численное значение можно получить по поперечному масштабу;

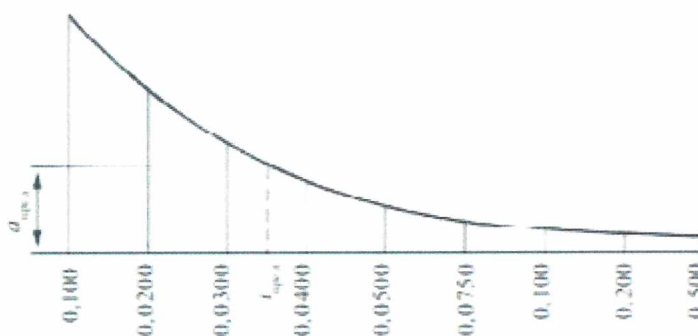


Рис.3. Величина заложения

• если на топографической карте не приведен график заложения, тогда заложение  $\alpha_{\text{пред}}$  можно вычислить по формуле

$$\alpha_{\text{пред}} = \frac{h_0}{i_{\text{пред}} * M}$$

где  $M$  – знаменатель численного масштаба карты

Порядок проведения по карте линии с заданным уклоном:

- соединить на карте точки А и В прямой линией;
- взять в раствор циркуля отрезок, соответствующий заложению  $\alpha_{\text{пред}}$ ;
- из точки А в направлении к точке В раствором циркуля засечь на соседней горизонтали точку 1, затем из точки 1 тем же раствором циркуля засечь точку 2 на следующей горизонтали и т. д.;
- если раствор циркуля меньше расстояния между горизонталями, то линию провести по кратчайшему расстоянию;
- соединить все точки на горизонталях.

Методические указания предназначены для студентов второго курса среднего профессионального образования. Практические работы выполняются выполняется в процессе изучения учебной дисциплины ОП.04 «Основы геодезии».

## Содержание

Введение.....	5
Критерии оценивания. ....	8
Практическая работа №1 .....	10
Практическая работа №2.....	15
Практическая работа №3.....	17
Практическая работа №4.....	25
Практическая работа №5.....	29
Практическая работа № 6, №7.....	32



## **Введение**

При изучении учебной дисциплины «Основы геодезии» в соответствии с учебным планом студенты различных специальностей выполняют практические работы с целью закрепления теоретических знаний. В методическом указании представлены 7 практических работ.

Практические занятия проводятся с целью закрепить теоретические знания студентами: научиться пользоваться масштабами и освоить методики решения некоторых задач при выполнении работ по карте, приобрести практические навыки по чтению рельефа местности; овладеть методиками обработки полевых материалов при производстве теодолитной съёмки.

Графические работы необходимо выполнять карандашом на чертёжной или миллиметровой бумаге на форматных листах в соответствии с ГОСТами.

Другие требования по оформлению планов и заполнению ведомостей, журналов и дополнительные задания приводятся при необходимости в расчётно-графических работах.

С целью эффективного использования учебного времени на практическом занятии, студентами заранее дома должны выполняться самостоятельные работы, предусмотренные по отдельным темам.

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по различным специальностям.

Дисциплина входит в блок общепрофессиональных дисциплин профессионального цикла.

Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения обязательной части цикла обучающийся должен:

уметь: читать разбивочный чертеж; использовать мерный комплект для измерения длин линий, теодолит для измерения углов нивелир для измерения превышений; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ;

знать: основные геодезические определения; типы и устройство основных геодезических приборов, методику выполнения разбивочных работ.

В ходе выполнения курсовой работы студенты закрепляют освоение общих и профессиональных компетенций, предусмотренных Образовательным стандартом по специальности:

Общие компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчинённых), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ОК 10. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

Профессиональные компетенции:

ПК 1.2. Разрабатывать архитектурно-строительные чертежи с использованием информационных технологий

ПК 2.1. Организовывать и выполнять подготовительные работы на стройплощадке.

ПК 2.2. Организовывать и выполнять строительно-монтажные, ремонтные и работы по реконструкции строительных объектов.

ПК 2.4. Осуществлять мероприятия по контролю качества выполняемых работ.

ПК 3.4. Обеспечивать соблюдение требований охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиту окружающей среды при выполнении строительно-монтажных и ремонтных работ и работ по реконструкции строительных объектов.

ПК 4.2. Организовывать работу по технической эксплуатации зданий и сооружений.



### **Критерии оценивания.**

#### **Критерии оценки устного ответа на контрольные вопросы:**

«5» (отлично): студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«4» (хорошо): студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«3» (удовлетворительно): студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«2» (неудовлетворительно): студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, владеет последовательностью исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

#### **Критерии оценки практических (лабораторных) работ:**

«5» (отлично): выполнены все задания практической (лабораторной) работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания практической (лабораторной) работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания практической (лабораторной) работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания практической (лабораторной) работы; студент ответил контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

## **Практическая работа №1**

**Тема:** Решение задач с численными масштабами. Определение точности масштаба по карте/плану.

### **Цель занятия:**

Приобрести практические навыки по определению масштаба по карте/плану, научиться решать задачи с численными масштабами и определять точность.

**Коды формируемых компетенций:** ОК 2; ОК 4

### **Содержание практического занятия.**

- 1 Решение задач масштабами.
- 2 Определить точность масштаба.

### **Порядок выполнения работы.**

**Численный масштаб карты (плана)** – отношение длины линии на карте (плане) к длине горизонтальной проекции линии местности:

$$M = \frac{d_{\text{карты/плана}}}{d_{\text{местности}}}$$

Численный масштаб можно выразить в виде простой дроби и в виде именованного соотношения. В виде простой дроби:

Указанные соотношения 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.

Именованный масштаб приводится на картах (планах) ниже подписи численного масштаба, например: в «1 см 20 м» (для численного масштаба 1:2000).

Крупномасштабные топографические карты используются при детальном планировании и проектировании инженерных сооружений, производстве точных картометрических работ, при детальном изучении местности.

Среднемасштабные топографические карты используются для предварительного проектирования средних инженерных сооружений, при различных изысканиях в строительстве линейных сооружений и др. Указанные карты являются основой для создания карт обзорного вида. Мелкомасштабные топографические карты значительно уступают в подробности изображения картам средних и крупных масштабов. Они используются для общего изучения местности, при производстве предварительного проектирования крупных инженерных сооружений, при анализе состояния больших площадей на территории государства, а также для составления обзорных тематических карт более мелкого масштаба.

### **Задача №1.**

Масштаб 1:10000 означает, что все линии местности уменьшены в 10000 раз, т.е. 1 см плана соответствует 10000 см на местности

или 1 см плана = 100 м на местности,

или 1 мм плана = 10 м на местности.

Следовательно, зная длину отрезка  $S_p$  карты/плана по формуле можно вычислить длину линии на местности  $S_m$  :

$$S_m = S_p * M$$

или по формуле определить длину отрезка на карте/плане  $S_p$  :

$$S_p = \frac{S_m}{M}$$

**Пример:**  $S_m = 252\text{м}$ , масштаб плана 1:10000. Тогда длина линии на плане:

$$S_p = \frac{S_m}{M} = \frac{252\text{м}}{10000} = 0,0252\text{м} = 25,2\text{мм}$$

И обратно,  $S_p = 8,5\text{мм}$ , масштаб плана 1:5000. Тогда длина линии на местности:

$$S_m = S_p * M = 8,5\text{мм} * 5000 = 42500\text{мм} = 42,5\text{м}$$



Требуется в соответствии с примером заполнить таблицу, и подробно прописать весь ход решения задачи.

Таблица 1. Данные для задачи №1

Масштаб карты	Длина отрезка на карте, мм	Длина линии на местности $S_m$ , м	Масштаб плана	Длина отрезка на плане, мм	Длина линии на местности $S_m$ , м
1:10000	65,2		1:1000		62,2
1:25000	20,2		1:500	20,8	
1:5000	15,8		1:2000	12,7	
1:50000	8,6		1:5000	6,5	
1:5000		55,7	1:1000		84,3
1:100000		900,5	1:2500		35,5

Таблица 2. Данные для задачи №1.Повышенная сложность.

Масштаб карты	Длина отрезка на карте	Длина линии на местности $S_m$	Масштаб карты	Длина отрезка на плане	Длина линии на местности $S_m$
1:2000	40,2мм	80,4м	1:50000	1.604м	
1:5000	26,4см		1:1000	370,5мм	
1:10000	536мм		1:500		5.47км



1:25000	0.25см		1:2000	312,5см	
---------	--------	--	--------	---------	--

### Задача №2

Часто в геодезической практике приходится определять масштабы планов. Для этого измеряют длину отрезка на плане и длину горизонтального проложения этой линии на местности. Затем, используя определение масштаба, вычисляют масштаб.

**Пример:** длина отрезка на плане 2.21 см.; длина горизонтального проложения этой линии на местности 428,6 м.

$$\frac{1}{M} = \frac{S_p}{S_m} = \frac{2.21\text{см}}{428.6\text{м}} = \frac{2.21\text{см}}{42860\text{см}} = \frac{1}{19393.6}$$

Требуется в соответствии с примером заполнить таблицу, и подробно прописать весь ход решения задачи.

Таблица №3. Данные для решения задачи №2.

Длина горизонтального проложения, м	Длина отрезка на плане, см	Масштаб плана
625	62,5	1:1000
525	5,25	
125,5	2,51	
62,2	31,1	

### Задача №3.

**Точностью масштаба** называют горизонтальное расстояние на местности, соответствующее в данном масштабе 0,1 мм плана. Так, для масштабов 1:500; 1:1000; 1:5000; 1:10000 и 1:25 000 точность соответственно равна 0,05; 0,1; 0,5; 1,0 и 2,5 м; отрезки, меньше указанных, не будут изображаться на плане данного масштаба. Зная размеры предметов местности,

которые необходимо изобразить на плане, можно установить соответствующий масштаб плана.

**Пример:** точность масштаба 1:25000 равна 2,5 м.

$$t_m = 0.1\text{мм} * 25000 = 2500\text{мм} = 2,5\text{м}$$

И обратная задача имея точность 3,0м

$$M = 3.0\text{м} * 1000 = 3000\text{мм} \rightarrow \frac{3000}{0,1} = 30000$$

Ответ: масштаб 1:30000

Таблица №4. Данные к задаче №3.

Масштаб карты/плана	Точность масштаба
1:25000	2,5м
1:2000	
1:5000	
1:45000	
1:500	
	2,9м
	52м
	347см
	25741мм
	35км
	83м
	4025м
	574см

#### Контрольные вопросы.

1. Что называется масштабом?
2. Что называется точностью масштаба?
3. Как определить масштаб карты/плана ?
4. Что называется горизонтальным проложением?

#### Рекомендуемая литература.

1. М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, Геодезия.

## **Практическая работа №2.**

**Тема:** Чтение топографических планов и карт. Условные знаки.

**Цель занятия:**

Приобрести практические навыки по чтению карт и планов. Научится пользоваться условными знаками, определять их и использовать для характеристик карт и планов.

**Коды формируемых компетенций:** ОК 3; ОК 5; ОК 6; ОК 7; ПК 2.4

**Содержание практического занятия.**

1. Что такое условные знаки.
2. Характеристика карты и плана.

**Порядок выполнения работы.**

Для обозначения на планах и картах различных объектов местности применяют специально разработанные условные знаки.

Условные знаки принято делить на **контурные**, или **масштабные**, и **внемасштабные**.

**Масштабными** называют условные знаки, служащие для изображения объектов местности с соблюдением масштаба карты или плана. Они дают возможность определить не только местоположение предмета, но и его размеры

**Внемасштабными** называют условные знаки, служащие для изображения объектов, размеры которых не отображаются в данном масштабе карты или плана. Предметы, обозначаемые такими условными знаками, занимают на плане или карте больше места, чем это следовало бы по масштабу.

Для выполнения практической работы студентам в группе требуется разделиться на бригады по 4-5 человек. После этого группа выбирает главу бригады. Бригадам приписывается номер варианта. В соответствии с номером варианта бригада, начинает выполнять характеристику карты/плана (Приложение А).

Характеристика должна состоять из:

- Указания масштаба (если на карте/плане масштаб не написан, студентам в группе требуется указать масштаб в соответствии с общей характеристикой (крупный, средний, мелкий));
- Карта/план топографическая (или ситуационная);
- Перечисления условных знаков и место их положения. Для определения местоположения требуется нарисовать на полях карты розу ветров.

Для определения условных знаков требуется воспользоваться книгой: «УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ» для топографических карт масштабов 1:5000 1:2000 1:1000 1:500.

Контрольные вопросы.

1. Для чего используют условные знаки?
2. Какими бывают условные знаки?

Рекомендуемая литература.

1. М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, Геодезия.
2. «УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ» для топографических карт масштабов 1:5000 1:2000 1:1000 1:500.



### **Практическая работа №3.**

**Тема:** Решение задач по карте/плану с горизонталями

**Цель занятия:**

Приобрести практические навыки по решению задач с применением горизонталей.

**Коды формируемых компетенций:** ОК 2;ОК 3;ОК 4;ОК 5;

#### **Содержание практического занятия.**

1. Определение вида рельефа.
2. Определение высоты в точке.
3. Определение уклона линии и построение линии с заданным уклоном.
4. Построение профиля местности.

#### **Порядок выполнения работы.**

Варианты для выполнения практической работы (в приложении Б). Работа выполняется индивидуально. Исходные данные для своего варианта задания студент по порядковому номеру своей фамилии в журнале группы.

Рельефом местности называется совокупность неровностей земной поверхности. В зависимости от характера рельефа местность подразделяют на горную, холмистую и равнинную.

Гора — куполообразная или коническая возвышенность земной поверхности. В ней выделяют: вершину, представляющую собой самую высокую часть; скаты или склоны, которые расходятся от вершины во все стороны; основание возвышенности, называемое подошвой. Небольшая гора называется холмом или сопкой, а искусственный холм — курганом.

Котловина — чашеобразное замкнутое со всех сторон углубление. В ней различают: дно — самую низкую часть; щеки — боковые покатости и окраину — то место, где котловина переходит в окружающую равнину.

Хребет — возвышенность, вытянутая в одном направлении и образованная двумя противоположными скатами. Линия встречи скатов называется осью хребта, водоразделом или водораздельной линией. Наиболее низкие места водоразделов называются перевалами.

Лощина — вытянутое в одном направлении желобообразное углубление с наклоном в одну сторону. Склоны лощины пересекаются по линии, называемой осью лощины или водосливной линией. Широкая лощина

с пологим дном называется долиной, а узкая с крутыми склонами балкой; в горной местности узкая лощина называется ущельем.

Седловина — понижение между двумя соседними горными вершинами или возвышенностями.

Тальвег-линия, соединяющая наиболее пониженные участки дна реки, долины, балки, оврага и других вытянутых форм рельефа. Тальвег в плане обычно представляет собой относительно прямую или извилистую линию.

Терраса-горизонтальный или слегка наклонённый участок речной долины выше поймы, сформированный флювиальными процессами. Если террас несколько - они образуют разновозрастные ступени, выраженные в поперечном профиле долины.

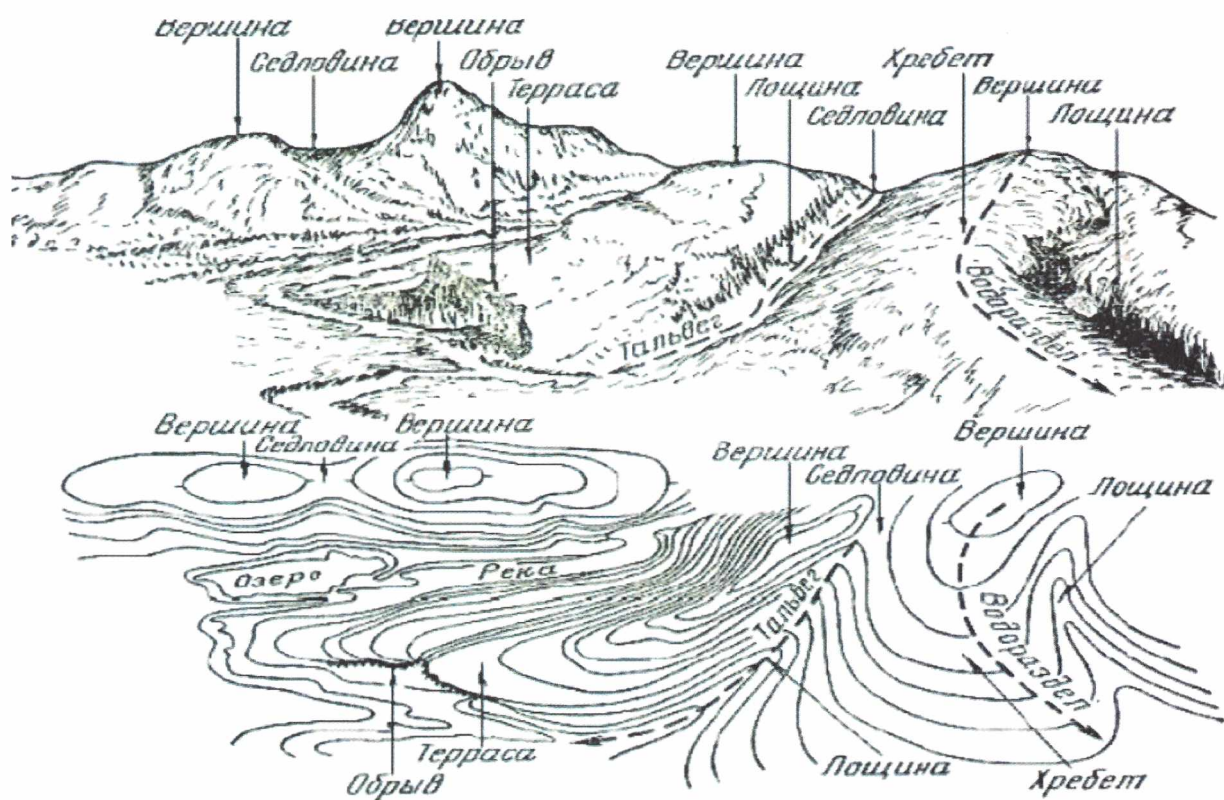


Рис.1. Виды рельефа.

Рельеф на топографических картах изображают горизонталями. Горизонталь — линия, соединяющая точки земной поверхности с одинаковыми высотами. Определение высоты точки по карте, в зависимости от ее положения относительно горизонталей, начинают с определения высоты сечения рельефа, которая указывается под южной рамкой.



Для определения отметок горизонталей необходимо отыскать оцифровку ближайшей к точке, как правило утолщенной, горизонтали. Отсчитать от нее число основных горизонталей и определить их отметки. Если точка расположена на горизонтали, тогда ее отметка равна отметке горизонтали.

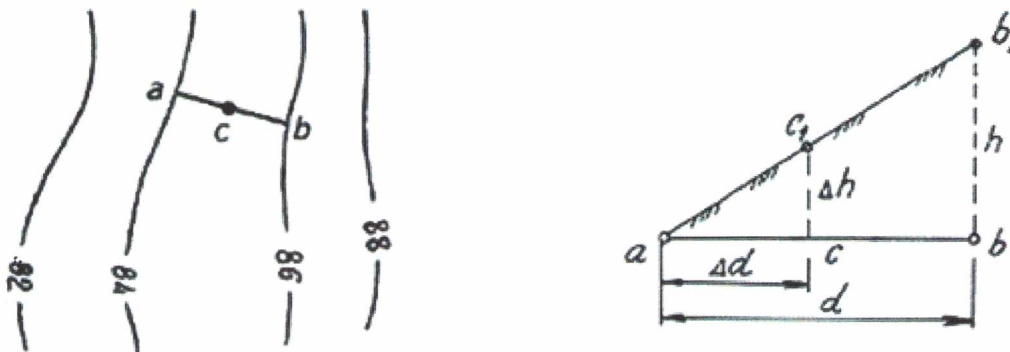


Рис.2. Определение высоты точки

$$\Delta h = \frac{\Delta d h}{d}$$

$$H_c = H_a + \Delta h$$

где,  $h$  – высота сечения рельефа;

$d$  – заложение;

$d$  и  $\Delta d$  измеряют на карте, а высота сечения рельефа подписана под масштабом карты.

Пример: на рис. 1 точка  $C$  лежит на горизонтали с отметкой  $H_a = 84$  м, тогда ее отметка  $H_C = 84$  м. Если точка расположена между горизонталями с отметками  $H_a$  и  $H_b$ , то ее отметку можно определить интерполированием.

Для этого:

- через точку провести кратчайшую линию, соединяющую горизонтали (рис. 1);
- измерить с помощью поперечного масштаба расстояния  $d$  и  $\Delta d$  между точкой и ближайшими горизонталями;
- с учетом направления ската местности отметку  $H_c$  точки вычислить по формуле:

$$\Delta h = \frac{\Delta dh}{d} = \frac{200}{1000} * 2 = 0,4\text{м}$$

$$H_c = 84 + 0,4 = 84,4\text{м}$$

Построить на топографической карте линию с заданным предельным уклоном. Построение на топографической карте линии с заданным предельным уклоном является одним из самых распространенных приемов при камеральном трассировании линейных сооружений в горных условиях.

Расстояние между соседними горизонталями на плане называется заложением. Заложение  $a$  и угол наклона ската  $v$  являются характеристиками его крутизны. Чем меньше заложение и больше угол наклона, тем круче скат. Величиной, которая наилучшим образом отражает эту зависимость, является уклон  $i$ . Уклоном линии называется отношение превышения  $h$  к горизонтальному проложению  $d$ :

$$i = \frac{h}{d} = \text{tg}v$$

Также можно сказать, что уклон – это отношение высоты сечения рельефа  $h_0$  к заложению  $a$ .

Провести на карте между точками А и В линию заданного предельного уклона – значит провести между данными точками кратчайшую линию так, чтобы ни один отрезок не имел уклон больше заданного предельного  $i_{\text{пред}}$ . Для этого необходимо определить по графику заложений величину заложения  $a_{\text{пред}}$ . График заложений помещен под южной рамкой карты. На горизонтальной оси отложены значения углов наклона в градусах ( $^\circ$ ) или значения уклонов в промилле ( $\text{‰}$ ), а на перпендикулярах – соответствующие им значения заложений в масштабе карты. Концы перпендикуляров соединены плавной кривой.

Определение величины заложения:

- из точки горизонтальной оси, соответствующей значению заданного уклона, восстановить перпендикуляр до его пересечения с кривой линией графика (Рис.3). Длина полученного отрезка соответствует величине



заложения. Его численное значение можно получить по поперечному масштабу;

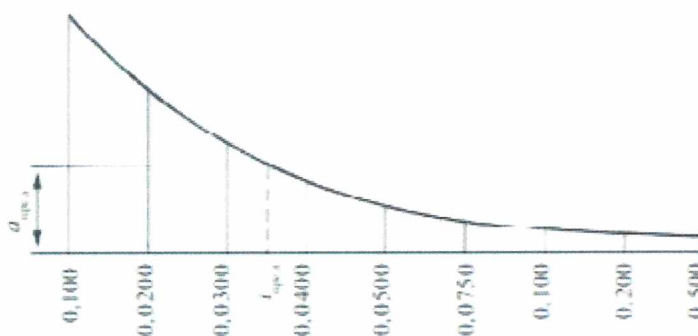


Рис.3. Величина заложения

• если на топографической карте не приведен график заложения, тогда заложение  $\alpha_{\text{пред}}$  можно вычислить по формуле

$$\alpha_{\text{пред}} = \frac{h_0}{i_{\text{пред}} * M}$$

где  $M$  – знаменатель численного масштаба карты

Порядок проведения по карте линии с заданным уклоном:

- соединить на карте точки А и В прямой линией;
- взять в раствор циркуля отрезок, соответствующий заложению  $\alpha_{\text{пред}}$ ;
- из точки А в направлении к точке В раствором циркуля засечь на соседней горизонтали точку 1, затем из точки 1 тем же раствором циркуля засечь точку 2 на следующей горизонтали и т. д.;
- если раствор циркуля меньше расстояния между горизонталями, то линию провести по кратчайшему расстоянию;
- соединить все точки на горизонталях.

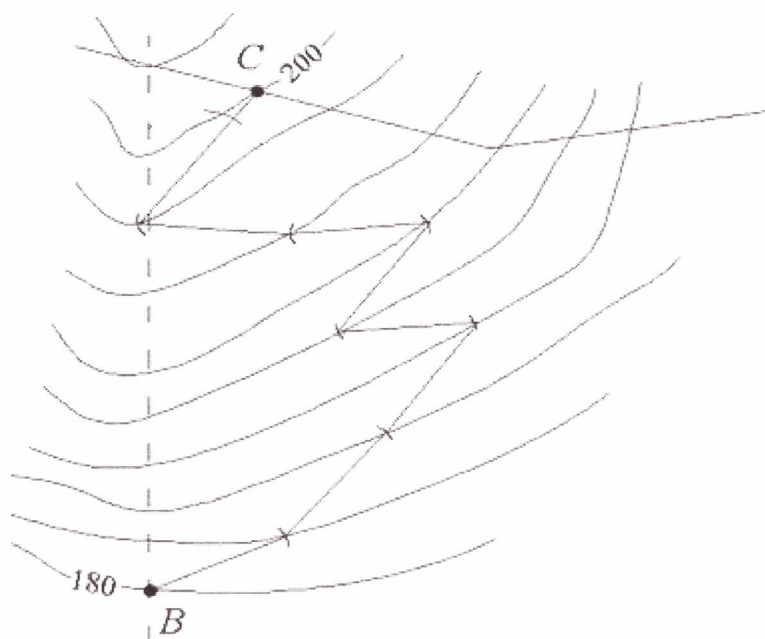


Рис.3. Построения линии заданного уклона

### Построение профиля местности:

Профилем называется уменьшенное изображение вертикального разреза земной поверхности вдоль выбранного направления. Профиль местности строят в масштабе карты.

Последовательность построения профиля местности

- соединить на карте точки А и В прямой линией. Пронумеровать точки пересечения линии с горизонталями, а также характерные точки (точки пересечения линии с водосливом и водоразделом);

- перенести в нижнюю часть листа миллиметровой бумаги линию АВ в масштабе карты и отложить на ней пронумерованные точки. Линия АВ служит основанием профиля;

- от линии АВ начертить профильную сетку, состоящую из двух горизонтальных граф (рис. 4);

- вертикальный масштаб взять в 10 раз крупнее горизонтального. Например, если горизонтальный масштаб 1:2000, тогда вертикальный масштаб должен быть соответственно 1:200;

- верхнюю линию профильной сетки (линию АВ) принять за условный горизонт. Отметку условного горизонта выбрать так, чтобы нижняя

точка местности на профиле отстояла от линии условного горизонта на расстоянии больше 1 см;

– от линии условного горизонта в каждой точке построить перпендикуляры. На перпендикулярах отложить в выбранном масштабе разности отметок  $\Delta H_{\text{ТЧК}}$  между отметками точек  $H_{\text{ТЧК}}$  и отметкой условного горизонта  $H_{\Gamma}$ , т. е.

$$\Delta H_{\text{ТЧК}} = H_{\text{ТЧК}} - H_{\Gamma};$$

– концы перпендикуляров соединить плавной кривой, которая будет изображать профиль местности;

– в графу профильной сетки «Отметки» вписать значения отметок точек пересечения профильной линии с горизонталями, а также характерных точек местности. В графу «Расстояния» вписать значения горизонтальных проложений отрезков на местности:

$$S = s \cdot M,$$

– где  $s$  – длина отрезка на плане;  $M$  – знаменатель численного масштаба.

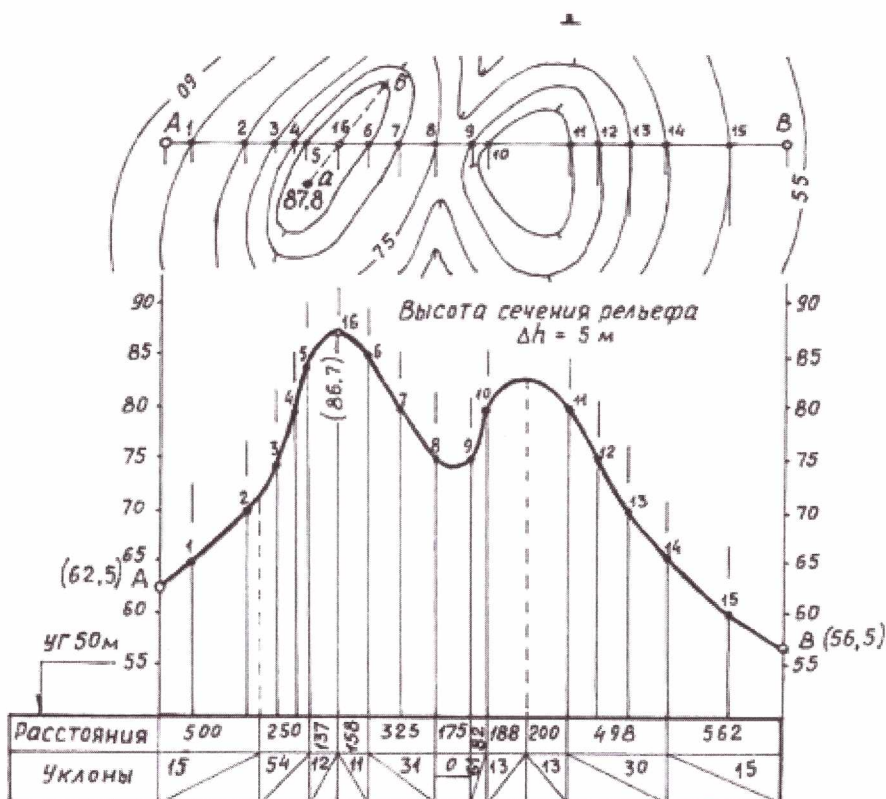


Рис.4. Пример построения профиля

### Контрольные вопросы.

1. Что Вы понимаете под термином рельеф местности?
2. Какие виды рельефа бывают?
3. Что такое горизонталь?
4. Что такое уклон линии?
5. Порядок построения профиля местности?
6. Высота точки, которая лежит между двух горизонталей с одинаковой высотой?
7. Что такое горизонтальное проложение?

### Рекомендуемая литература.

1. М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, Геодезия



## Практическая работа №4.

**Тема:** Определение координат точек. Вычисление длин линий и дирекционных углов по координатам начальной и конечной точек.

**Цель занятия:** Научиться определять координаты точек, вычислять длину линий и дирекционных углов по координатам начальной и конечной точек.

**Коды формируемых компетенций:** ОК 2-ОК 8

### Содержание практического занятия.

1. Решение прямой геодезической задачи.
2. Решение обратной геодезической задачи.

### Порядок выполнения работы.

Работа выполняется индивидуально. Исходные данные для своего варианта задания студент выбирает из приложения В по порядковому номеру своей фамилии в журнале группы.

Исходные данные координаты пунктов:

$$X_A = \qquad \qquad \qquad Y_A =$$

$$X_B = \qquad \qquad \qquad Y_B =$$

$$\text{Отметка пункта: } H_A =$$

Для обработки результатов геодезических измерений, проектирования и строительства зданий и сооружений применяются прямая и обратная геодезические задачи.

**Геодезическая прямая задача** — по координатам одной точки, дирекционному углу и горизонтальному проложению находятся координаты второй точки.

Даны координаты  $X_A, Y_A$  точки А, дирекционный угол между этими точками. Требуется найти координаты  $X_B, Y_B$  точки В. Из рисунка 5 можно записать

$$X_{AB} = X_B + \Delta X_A;$$

$$X_{AB} = Y_B + \Delta Y_A;$$

Разности называются приращением координат. Приращения координат вычисляются по формулам:

$$\Delta X_{AB} = d_{AB} * \cos \alpha_{AB};$$

$$\Delta Y_{AB} = d_{AB} * \sin \alpha_{AB};$$

Координаты точки В определяют из выражений

$$X_B = X_A + \Delta X_{AB};$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB};$$

Знаки приращения координат зависят от величины значения дирекционного угла.

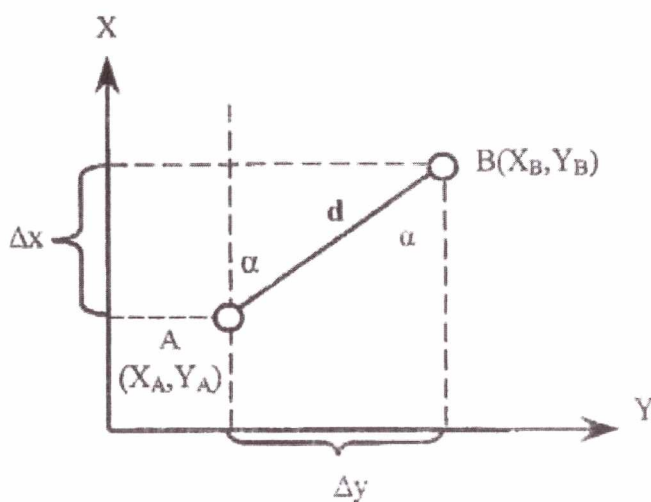


Рис.5.Прямая и обратная геодезические задачи.

**Пример:** Длина линии  $d$  равна 125.51м, угол  $\alpha_{AB}$  равен  $132^{\circ}45'$ , а координаты точки А равны  $X_A = 1251.25$ м и  $Y_A = 975.68$ м.

По формуле:

$$X_B = X_A + \Delta X_{AB};$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB};$$

$$X_B = 1251.24 + 125.51 * \cos 132^{\circ}45' = 1166.05$$

$$Y_B = 975.68 + 125.51 * \sin 132^{\circ}45' = 1067.84$$

**Геодезическая обратная задача** – по известным координатам двух точек требуется найти дирекционный угол и горизонтальное проложение. Даны прямоугольные координаты двух точек А и В. Найти дирекционный угол  $\alpha_{AB}$  и расстояние  $d_{AB}$ .

Из рисунка 5 следует, что приращения координат равны:

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A;$$

$$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A;$$

А величина румба,

$$\arctg \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} = r$$

Название четверти, в которой лежит направление АВ, определяется по знакам приращения координат и из таблицы 4.

Таблица 4. Связь дирекционных углов и румбов.

Четверть	Значение дирекционного угла	Название румба	Связь между румбами и дирекционными углами	Знаки приращения координат	
				$\Delta X$	$\Delta Y$
1	$0^0 - 90^0$	СВ	$r = \alpha$	+	+
2	$90^0 - 180^0$	ЮВ	$r = 180^0 - \alpha$	-	+
3	$180^0 - 270^0$	ЮЗ	$r = \alpha - 180^0$	-	-
4	$270^0 - 360^0$	СЗ	$r = 360^0 - \alpha$	+	-

В соответствии с четвертью, по формулам, приведённым в таблице №4 вычисляют дирекционный угол линии. Для нахождения горизонтального проложения линии применяются следующие формулы:

$$d = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2} = \frac{\Delta X_{AB}}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\sin \alpha_{AB}}$$

Правильность определения дирекционного угла проверяется по чертежу или решением прямой задачи.

**Пример:**

$$X_A = 1251.25$$

$$Y_A = 1166.05$$

$$X_B = 975.68$$

$$Y_B = 1067.84$$

По формуле вычислим приращения координат:

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A = -275.57;$$

$$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = -98.21;$$

По формуле находим величину румба:

$$\operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} = \frac{98.21}{275.57} = 19^\circ 36' 55.8'' = r$$

По знакам приращений координат  $\Delta X_{AB}$  и  $\Delta Y_{AB}$  из таблицы 4 видно, что направление АВ находится в третьей четверти и дирекционный угол соответственно равен  $199^\circ 36' 55.8''$

Длину линии  $d_{AB}$  находим по формуле,

$$d_{AB} = 292.547\text{м}$$

После этого выполняется проверка т.е. решается прямая геодезическая задача.

#### Контрольные вопросы.

1. Что такое дирекционный угол?
2. Зависимость дирекционного угла и румба
3. Что определяется решением прямой геодезической задачи?

#### Рекомендуемая литература.

1. М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, Геодезия.



## Практическая работа №5.

**Тема:** Измерение длин линий. Обработка линейных измерений.

**Цель занятия:** Научиться пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий. Овладеть практическим навыком обработки линейных измерений.

**Коды формируемых компетенций:** ОК 2-ОК 8, ПК 2.1, ПК 2.4

### Содержание практического занятия.

1. Проведение измерений с помощью инструментов.
2. Обработка измерений

### Порядок выполнения работы.

Линейные измерения на местности проводятся: при создании опорных геодезических сетей, производстве топографических съемок, при выполнении инженерно-геодезических изысканий, на всех этапах строительства, при эксплуатации уже построенных зданий и сооружений.

Линейные измерения выполняются непосредственно, с помощью специальных мерных приборов, и косвенно, с помощью дальномеров.

К приборам для непосредственного измерения линий относятся **мерные ленты, рулетки, проволоки**. Ленты бывают **штриховые** и **шкаловые**. Наиболее широкое применение в практике получила **стальная 20-метровая штриховая** лента (Рис.6). На обоих концах такой ленты имеются вырезы,

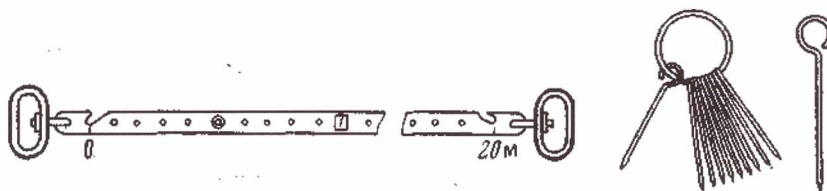


Рис.6. Стальная лента со шпильками.

в которые при измерениях вставляются металлические шпильки. Против вырезов наносятся штрихи, расстояние между которыми и определяет длину ленты. Метровые деления ленты оцифрованы, полуметры отмечены заклепками, а дециметровые деления сквозными отверстиями. Число сантиметров относительно отверстий при отсчете по ленте оценивается на

глаз. К концам ленты прикреплены ручки, которые служат для натяжения ленты в процессе измерений. Для транспортировки лента наматывается на металлическое кольцо. К каждой ленте прилагается набор шпилек в количестве 11 штук.

**Шкаловые ленты** имеют на концах шкалы с миллиметровыми делениями длиной 100 мм. Подписи делений на шкалах могут быть трех типов в зависимости от положения нулевого штриха: в начале, в конце или посередине шкалы. Длина ленты определяется расстоянием между нулевыми штрихами. Шкаловые ленты позволяют проводить измерения с повышенной точностью.

**Стальные рулетки** выпускаются различной длины, начиная от 2 м и до 100 м, в открытом или закрытом корпусе. Рулетки в открытом корпусе, выполненном в виде крестовины или вилки, наматываются на барабан, вращающийся при помощи ручки. Деления на рулетках нанесены через 1 см или 1 мм.

**При высокоточных измерениях** используются **инварные ленты** или **проволоки**. Инвар — сплав двух металлов (железо — 64% и никель — 36%), который обладает малым коэффициентом теплового линейного расширения. Перед использованием мерные приборы должны быть проверены путем сравнения их длины с эталоном, длина которого известна с высокой точностью. Такое сравнение называют **компарированием**. Компарирование выполняют на специальных приборах — компараторах. Компараторы бывают лабораторные и полевые.

Для выполнения практической работы обучающиеся формируются в рабочие бригады (количество человек в одной бригаде 3-4). На местности задана линия, длину которой необходимо определить при помощи мерной ленты.

Длина линии измеряется в прямом и обратном направлении в створе. Затем выполняется оценка точности измерений. Результаты измерений записать в таблицу:

Таблица №5. Результаты линейных измерений.

№ п/п	Обозначение	Формула	Результат
1	$S_{пр.}$		
2	$S_{об.}$		
3	$S_{ср.}$		
4	$\Delta S$		

Вывод:

Контрольные вопросы.

1. Инструменты для линейных измерений?.
2. Компарирование – это ?
3. Как проводятся линейные измерения?

Рекомендуемая литература.

1. М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, Геодезия.

## Практическая работа № 6, №7.

**Тема:** Вычислительная обработка теодолитного хода. Нанесение точек теодолитного хода на план.

**Цель занятия:** Получить практические навыки по обработке журнала теодолитной съемки и научиться наносить обработанные точки теодолитной съемки на план.

**Коды формируемых компетенций:** ОК 1-ОК9, ПК1.2, ПК 2.4

### Содержание практического занятия.

1. Обработка данных
2. Привязка хода
3. Вычисление координат точек замкнутого хода
4. Построение схемы теодолитного хода

### Порядок выполнения работы.

В приложении Г приведен журнал теодолитного хода. Вычислить горизонтальные углы  $\beta$  и длины линий  $D$ .

Горизонтальные углы измерены при двух положениях круга КЛ и КП. Вычислить значения углов в полуприёмах и при выполнении условия.

$|\beta_2 - \beta_1| \leq 1'$ , найти с точностью до  $1'$

$$\beta_{\text{ср}} = (\beta_1 + \beta_2)/2$$

Определить длины сторон хода:

$$D_{\text{ср}} = (D_{\text{пр}} + D_{\text{об}})/2$$

И с точностью до 0.01м их горизонтальное проложение  $d$  по формуле

$$d = D_{\text{ср}} * \cos v$$

При угле наклона линии  $v \leq 1^\circ 30'$  принять  $d = D_{\text{ср}}$

### Требуется :

1. Вычислить значение углов и длин сторон.
2. Составить схему теодолитного хода в масштабе 1:2000 на миллиметровке. Указать исходные пункты точки хода, значения углов и сторон (горизонтальные проложения). Образец схемы в приложении Д.



После этого выполняется привязка хода.

Привязка теодолитного хода осуществляется в два этапа:

- определение исходного дирекционного угла  $\alpha_{AB}$  стороны ВА;
- передача исходного дирекционного угла  $\alpha_{AB}$  теодолитного хода

1(А)2.

Схемы привязки хода дана в приложении Е

Исходный дирекционный угол определить из решения обратной геодезической задачи. Исходными являются координаты пунктов А и В.

Используя вычисленный дирекционный угол  $\alpha_{AB}$ , вычислить дирекционный угол стороны хода.

$$\alpha_{1*2} = \alpha_{AB} + \beta_2 - 180^\circ$$

Для этого :

1. Выбрать из приложения В значения координат точек А и В
2. Решить обратную геодезическую задачу
3. Вычислить дирекционный угол стороны теодолитного хода 1-2. Для всех вариантов примычный угол  $\beta = 45^\circ 14.0'$

Затем студенты вычисляют координаты точек замкнутого хода.

Для этого требуется выписать в ведомость вычисления координат (приложение Ж) средние значение углов и линий. Найти сумму измеренных углов  $\sum \beta_{изм}$  и угловую невязку хода.

$$f_\beta = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_T,$$

где,  $\sum \beta_T$  – теоретическая сумма углов;  $\sum \beta_{изм}$  – сумма измеренных углов; n-число углов полигона.

Сравнить полученную величину  $f_\beta$  с допустимой углов и невязкой  $f_{\beta доп}$ , вычисляемой по формуле

$$f_{\beta доп} = 1.0\sqrt{n}$$

Где, n-число вершин теодолитного хода.

Контролем измерений и вычислений углов служит неравенство

$$f_\beta \leq f_{\beta доп}$$

Если неравенство выполняется, вычислить поправки во все измеренные углы со знаком, обратным знаку невязки

$$V_{\beta i} = -\frac{f_{\beta}}{n}$$

С округлением до 0'1. Если поправки поровну в углы ввести невозможно, то большие по абсолютной величине поправки вводят в углы, образованные короткими сторонами.

Поправки распределить в измеренные углы:

$$\beta_{\text{испр}} = \beta_{\text{изм}} + v_{\beta i}$$

Контролем введения поправок является равенство:

$$\sum v_{\beta i} = -f_{\beta}$$

А контролем вычисления исправленных углов

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

Выписать в ведомость приложения Ж исходный дирекционный угол и вычислить дирекционный угол других сторон по формуле (для правых углов).

$$\alpha_{j+1} = \alpha_j + 180^{\circ} - \beta_i$$

где,  $\alpha_{j+1}$  – дирекционный угол последующей стороны;

$\alpha_j$  – дирекционный угол предыдущей стороны;

$\beta_i$  – угол между предыдущей и последующими сторонами полигона.

Если сумма  $\alpha_j + 180^{\circ}$  окажется меньше  $\beta_i$ , то к ней прибавляют  $360^{\circ}$ . Дирекционный угол измеряется от  $0^{\circ}$  до  $180^{\circ}$ , поэтому от дирекционных углов сторон, превышающих  $360^{\circ}$ , вычитают  $360^{\circ}$ .

Вычисление дирекционных углов ведут в графе 4 и 5 приложения Ж.

Контролем вычисления дирекционных углов является равенство вычисленного угла  $\alpha_{1*2}$  его исходному значению.

Вычислить румбы сторон и записать их значения против соответствующих дирекционных углов.

Подсчитать и записать периметр полигона

$$\sum d = P$$

Вычислить приращения координат

$$\Delta X = d * \cos\alpha;$$

$$\Delta Y = d * \sin\alpha;$$

Значения  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  записать в ведомость вычисления координат, округлив до 0.01м.

Вычислить алгебраические суммы приращений координат  $\sum \Delta X$  и  $\sum \Delta Y$ , эти суммы представляют собой невязки  $f_x$  и  $f_y$  приращений, так как теоретические суммы приращений координат в замкнутом ходе равны нулю.

Таким образом,

$$f_x = \sum \Delta X_{\text{выч}}$$

$$f_y = \sum \Delta Y_{\text{выч}}$$

Определить абсолютную линейную невязку  $f_p$  хода

$$f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

Для оценки точности теодолитного хода вычисляют относительную линейную невязку хода как частное от деления абсолютной невязки на периметр полигона. Относительная линейная невязка представляет дробь с числителем единица и знаменателем, показывающим точность хода, и не должна превышать 1/2000. В рассматриваемом примере.

$$\frac{f_p}{P} = \frac{0.10}{462.1} \approx \frac{1}{4600} < \frac{1}{2000}$$

При выполнении условия  $\frac{f_p}{P}$  вычислять поправки  $V_{\Delta x}$  и  $V_{\Delta y}$  в приращения координат по формулам

$$V_{\Delta x} = -\frac{f_x}{P} d; V_{\Delta y} = -\frac{f_y}{P} d$$

Значения поправок прямо пропорциональны длинам сторон хода и обратны знаку соответствующей невязки. Контролем вычисления поправок служат равенства

$$\sum V_{\Delta x} = -f_x; \sum V_{\Delta y} = -f_y$$

Величины поправок округлить до 0,01 метра и записать в ведомость вычисления координат (приложение Ж) над соответствующими значениями приращений. Исправленные приращения координат вычислить по формулам

$$\Delta X_{\text{исп}} = \Delta X_{\text{выч}} + V_{\Delta x}$$

$$\Delta Y_{\text{исп}} = \Delta Y_{\text{выч}} + V_{\Delta y}$$

Контролем правильности вычисления исправленных приращений является равенство нулю их сумм:

$$\sum V_{\Delta x} = 0; \sum V_{\Delta y} = 0$$

Координаты точек теодолитного хода вычислить путём последовательного алгебраического сложения координат предыдущих точек с соответствующими исправленными приращениями.

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{\text{исп}}$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{\text{исп}}$$

Где,  $X_{i+1}$  и  $Y_{i+1}$  – координаты последующей;

$X_i$  и  $Y_i$  – предыдущей точек хода;

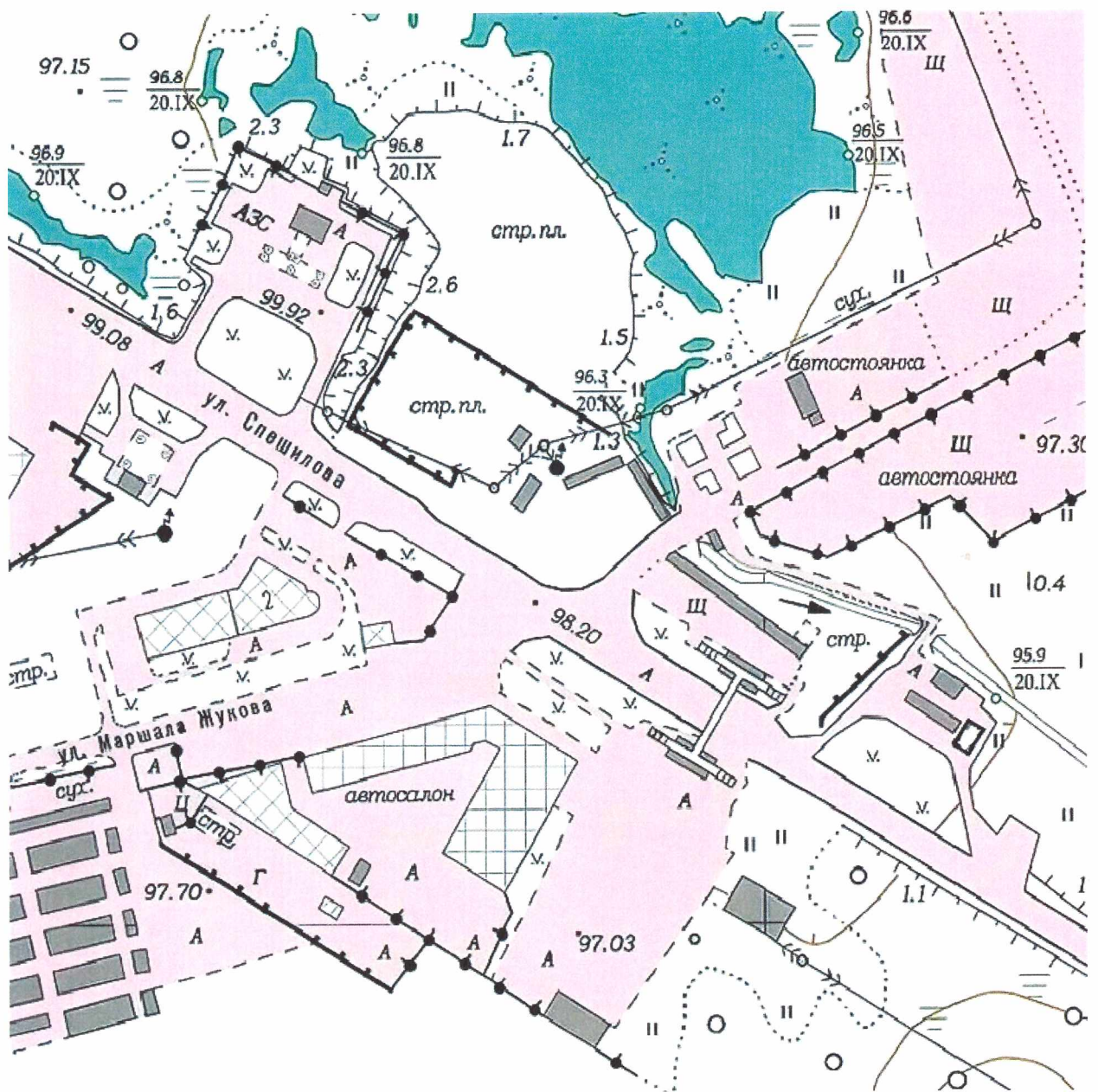
$\Delta X_{\text{исп}}$  и  $\Delta Y_{\text{исп}}$  – исправлен. приращения коорд., взятые со своим знаком.

Контролем правильности вычисления координат является получение координат исходной точки.

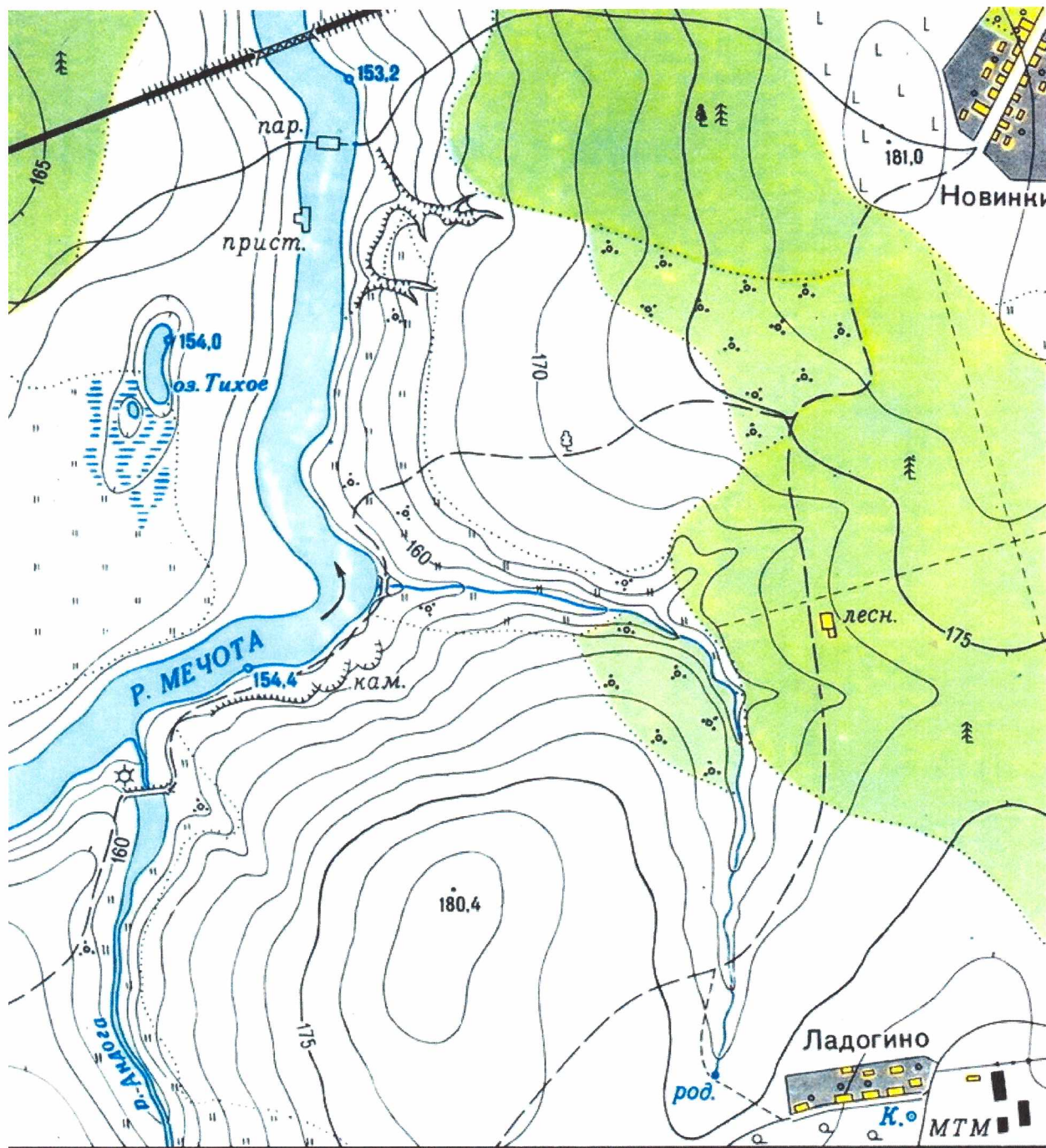


Задания к практической работе №2.

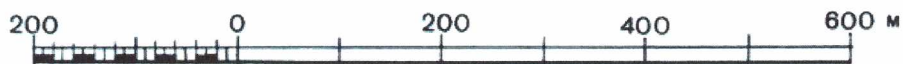
Вариант 1.



Вариант 2.

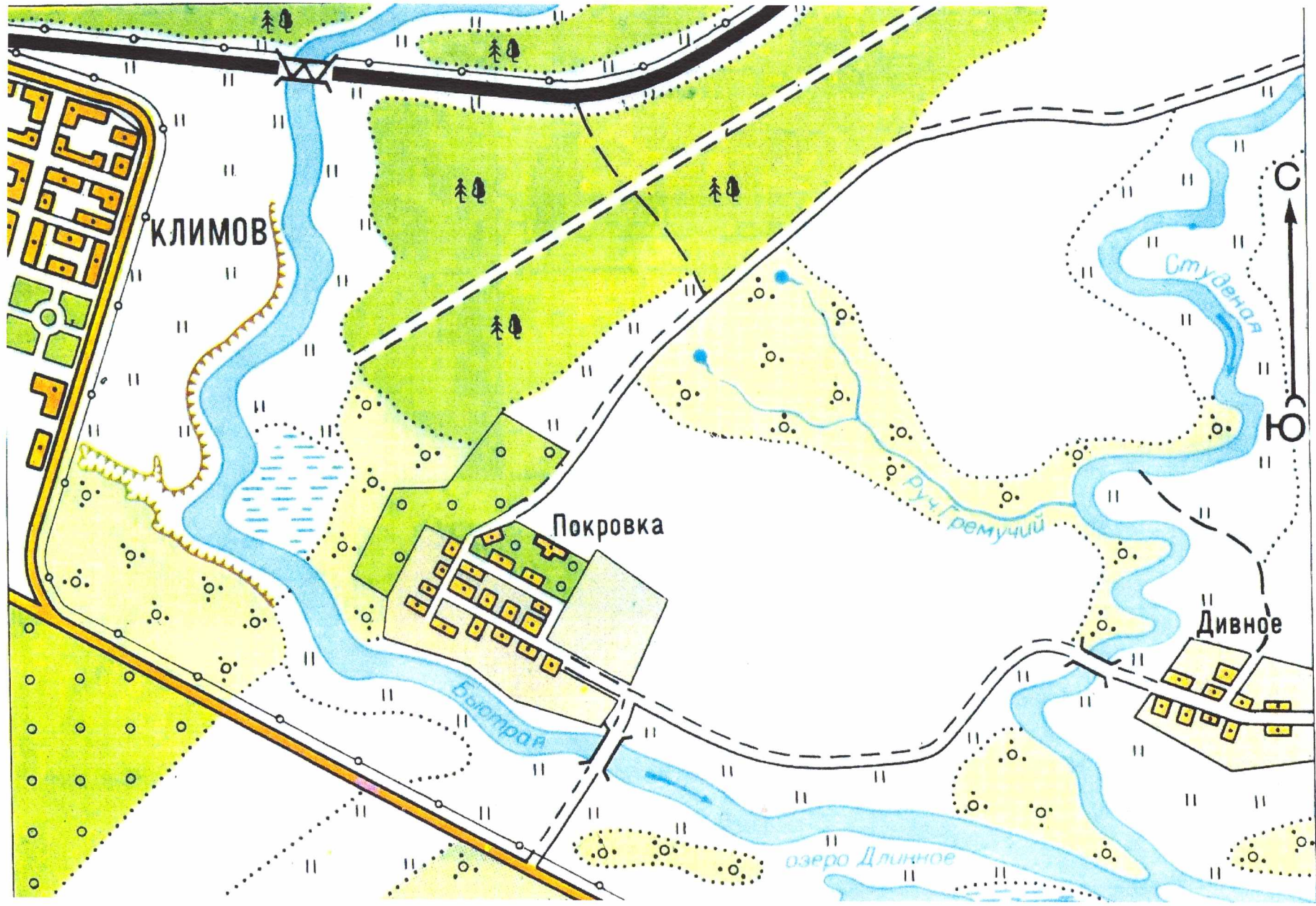


Масштаб 1:10 000  
в 1 см 100 м

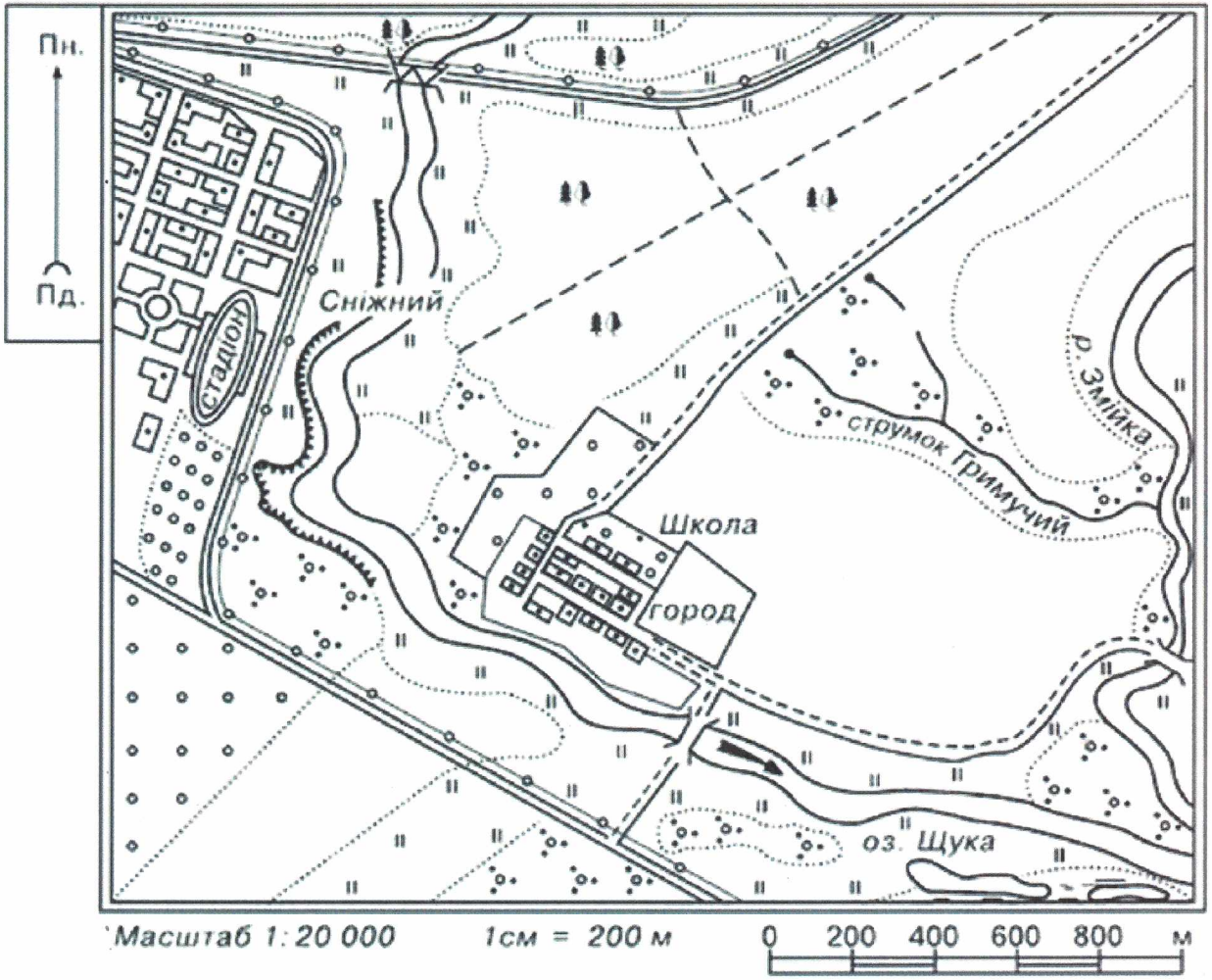


Горизонталы проведены через 2,5 метра



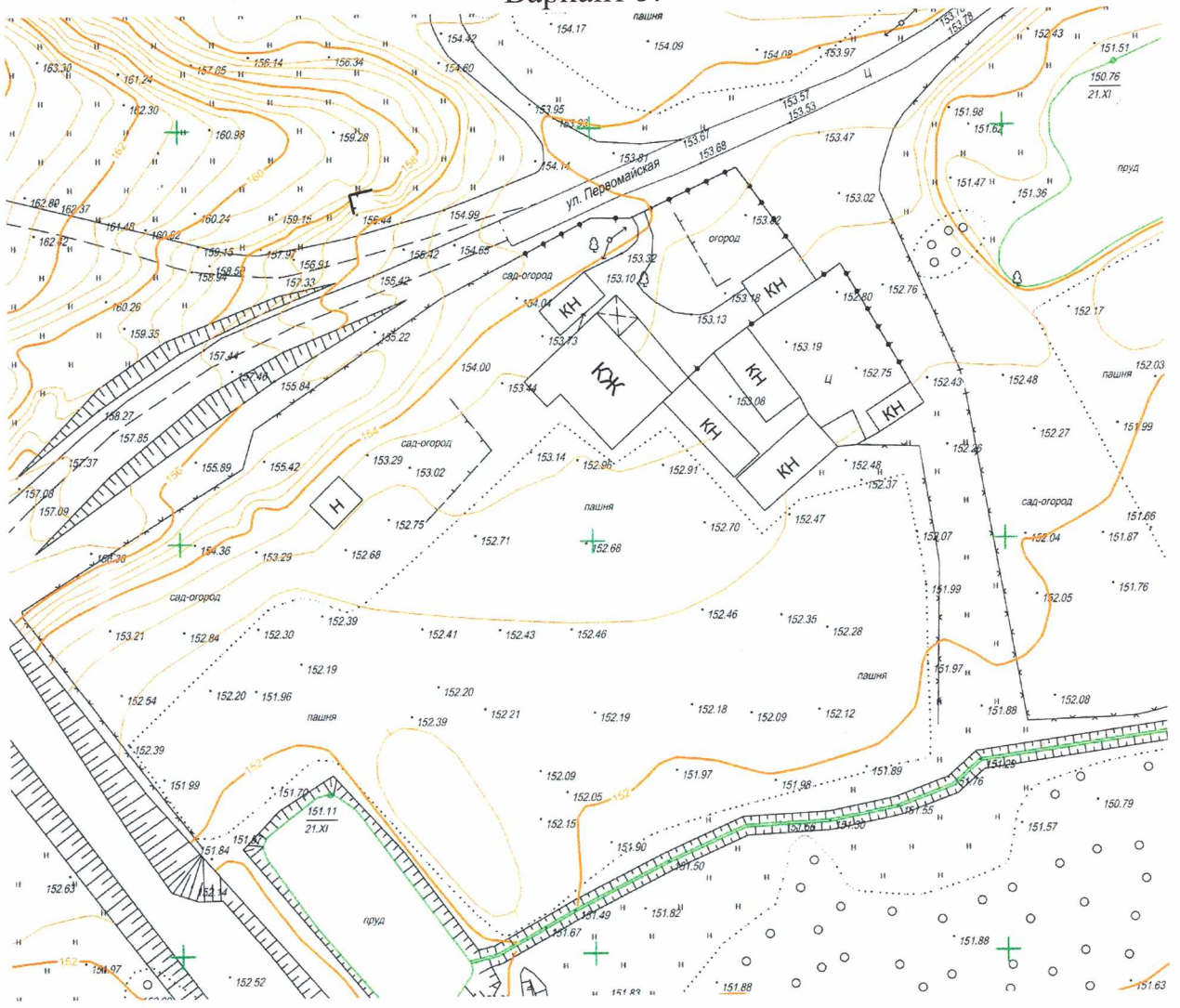


Вариант 4.





# Вариант 5.

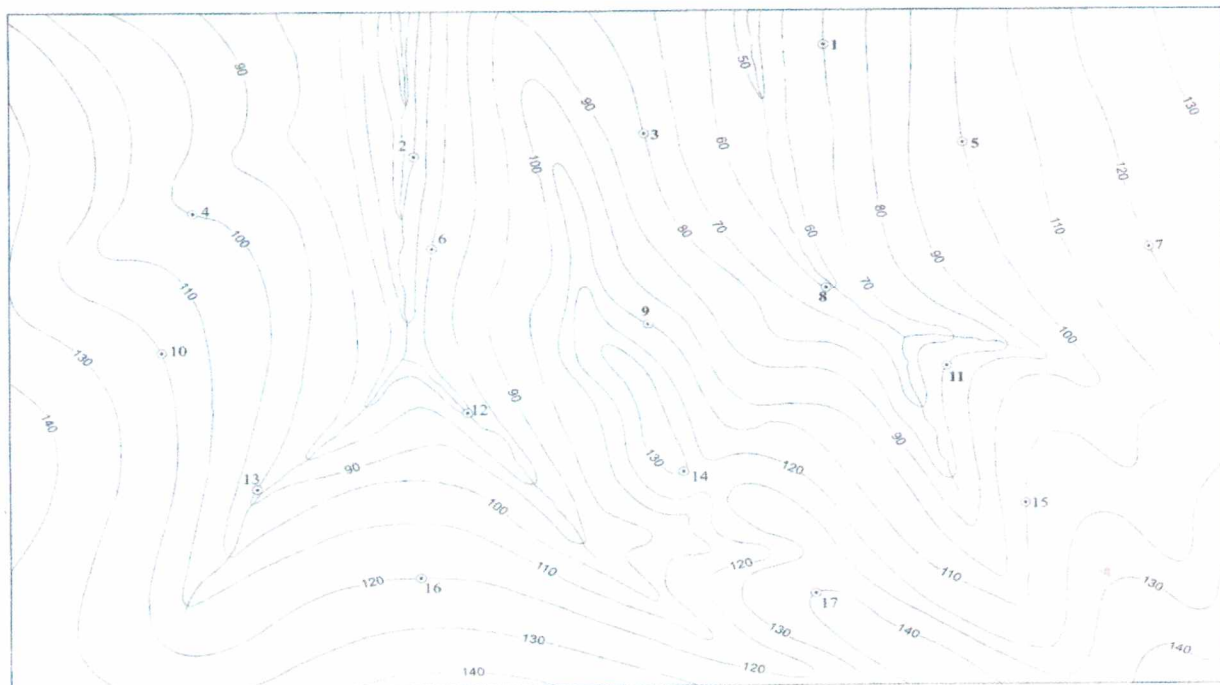




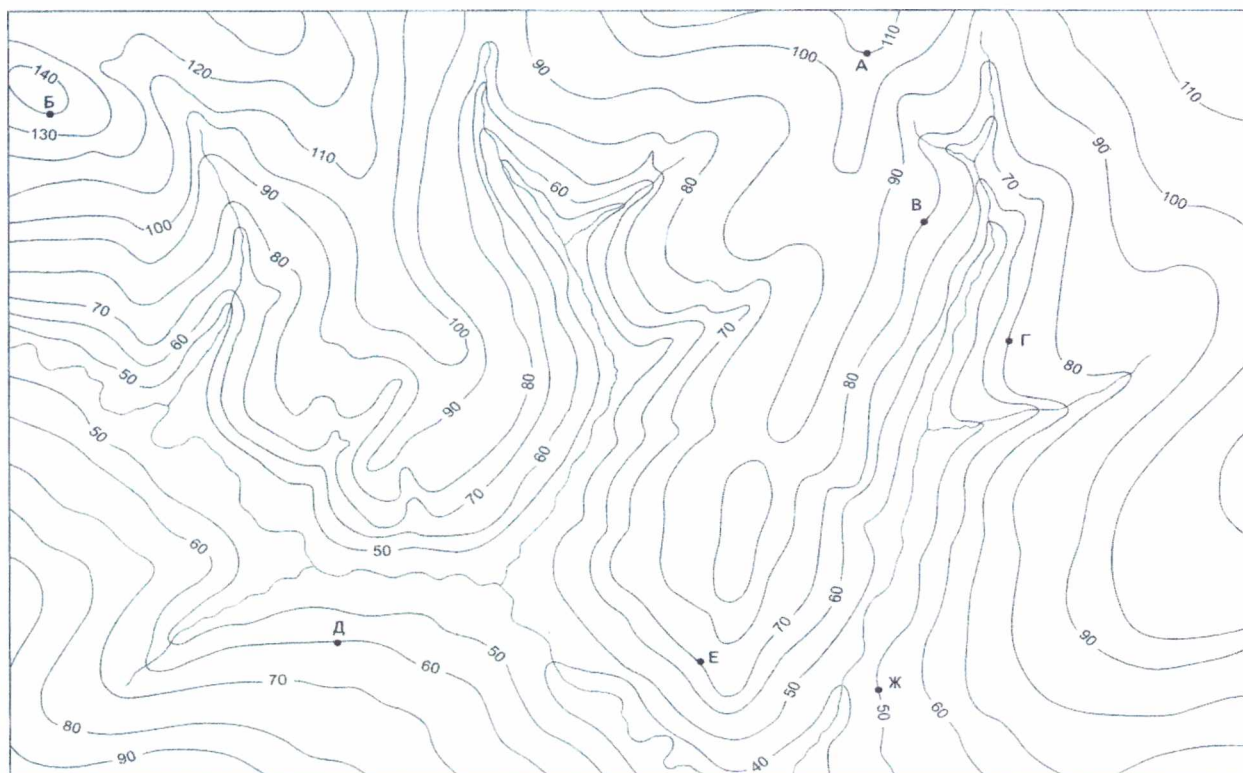
Варианты заданий для практической работы №3.

Все варианты представлены в масштабе 1:100000

Вариант 1.

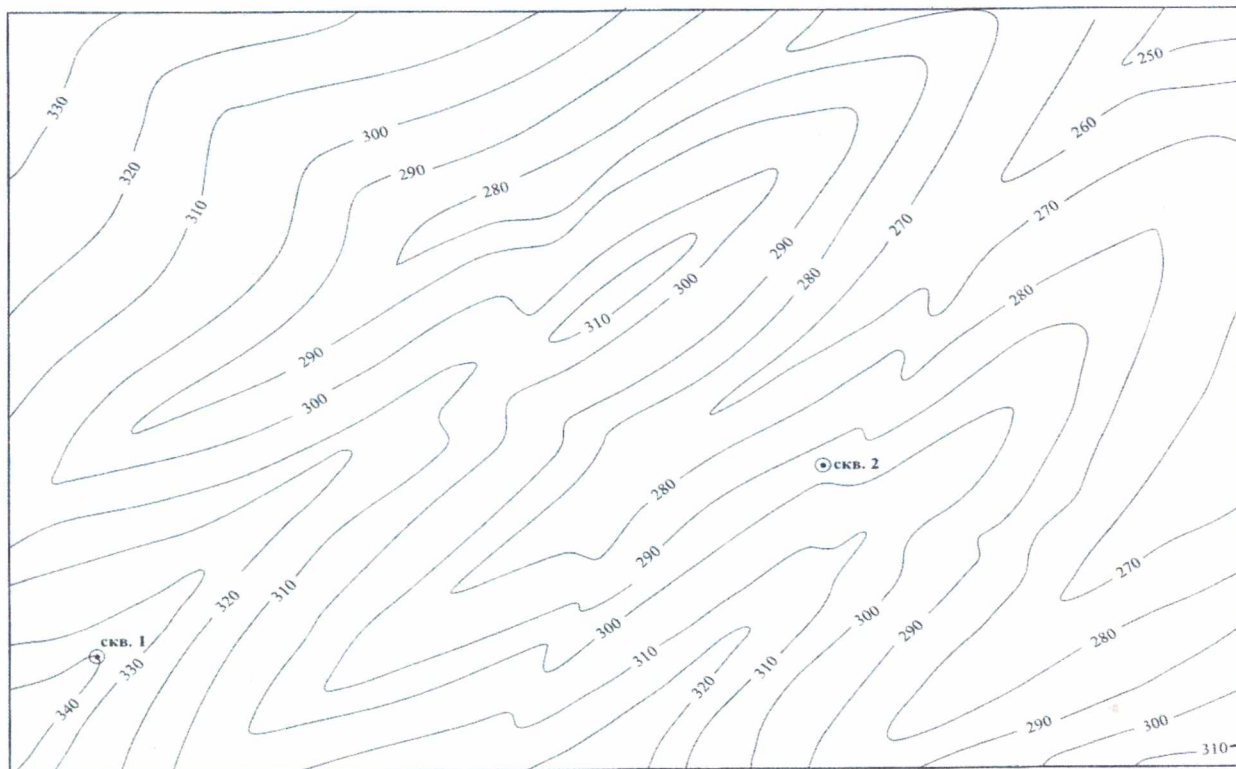


Вариант 2.

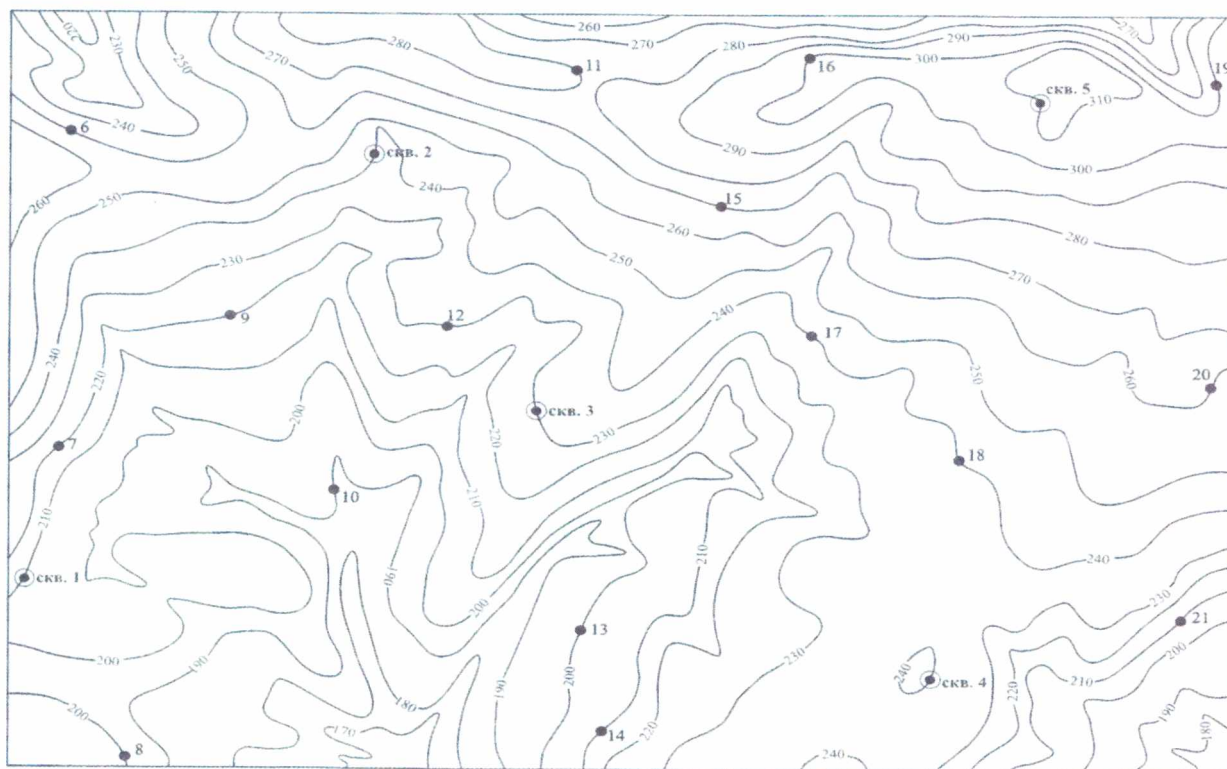




### Вариант 3



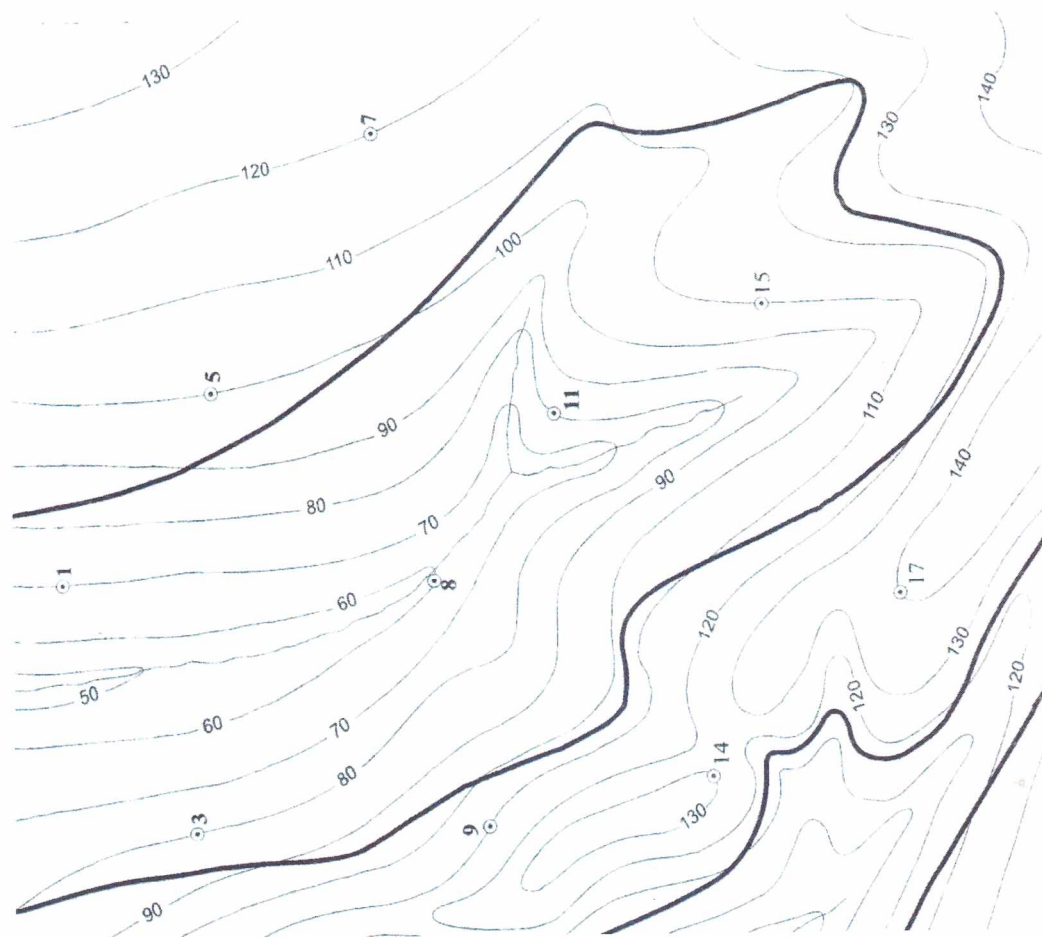
### Вариант 4



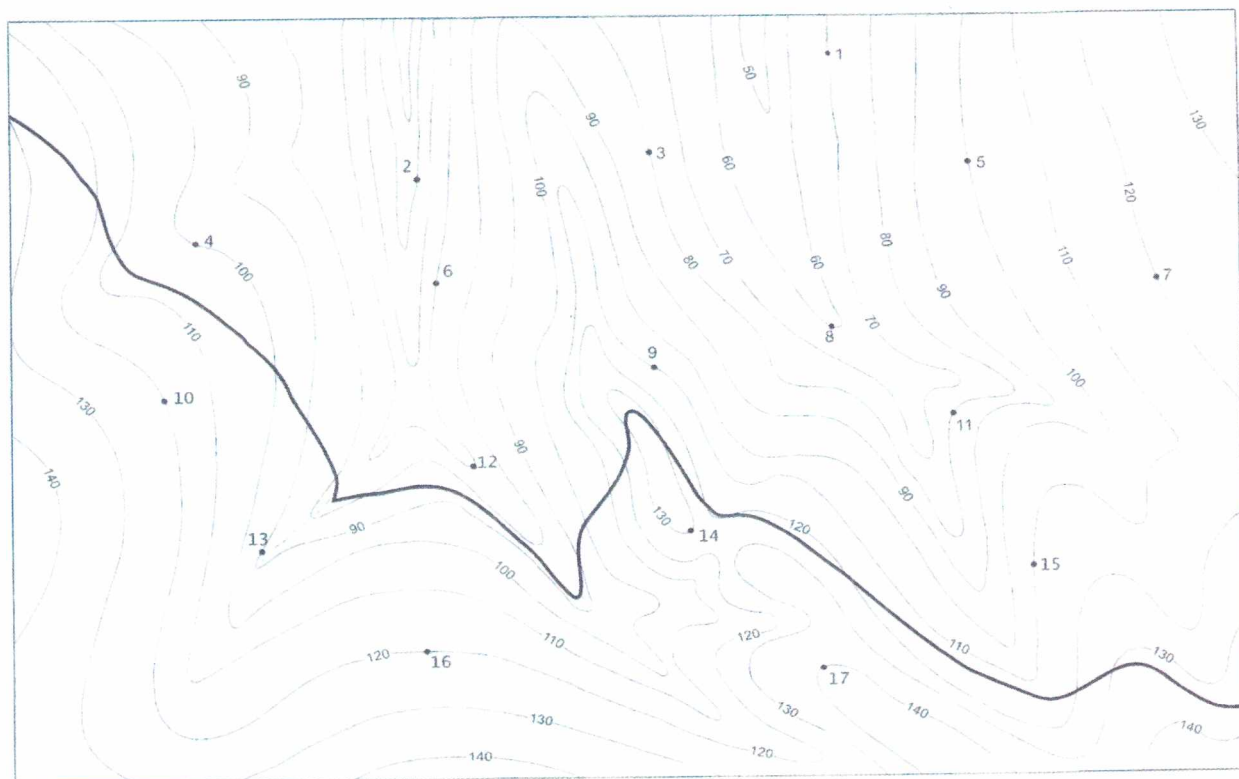




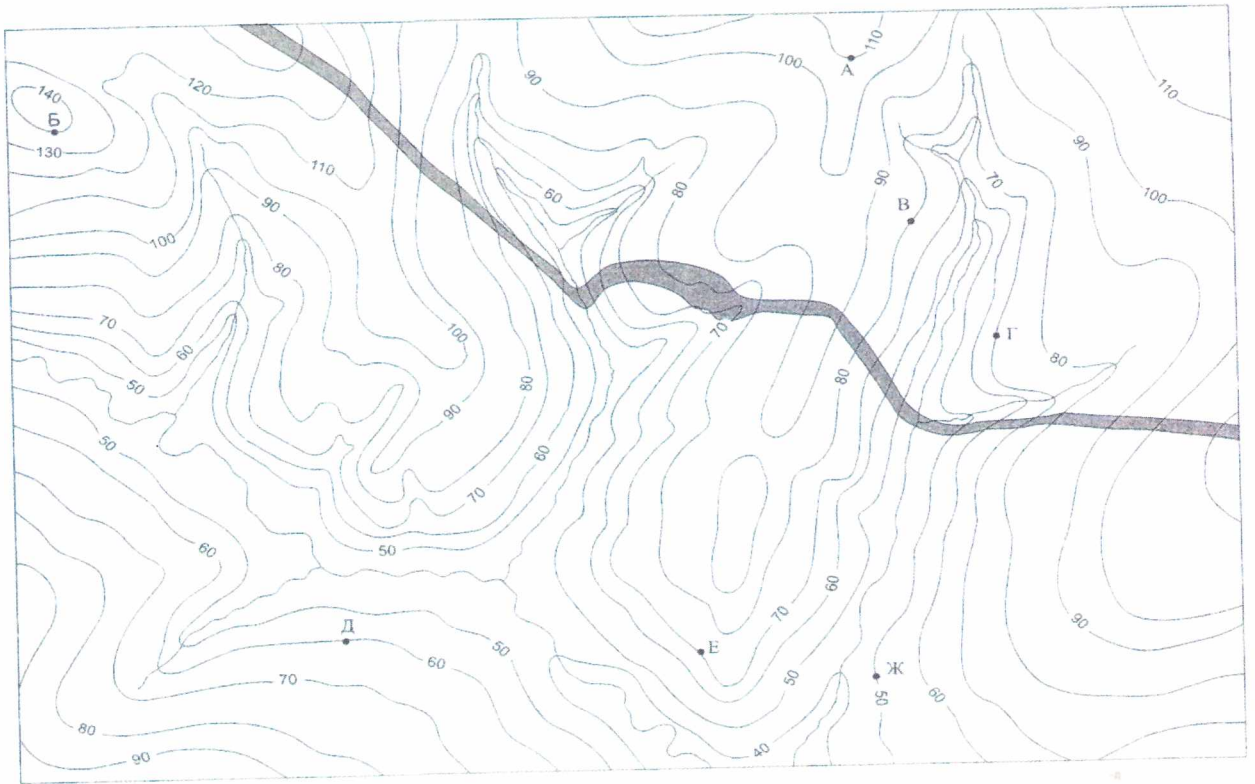
### Вариант 7



### Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10



## Варианты заданий для практической работы №4.

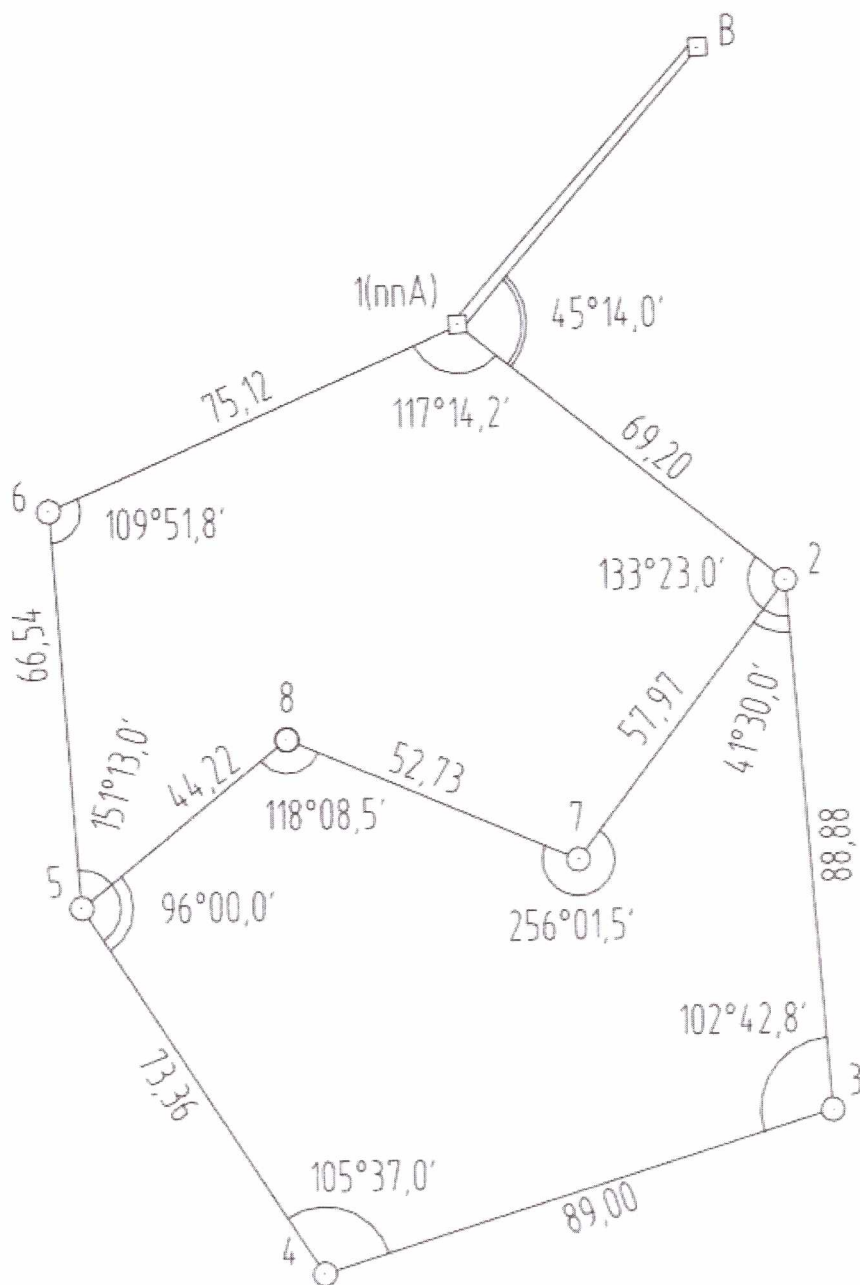
№	Координаты А		Координаты В		На
	X	Y	X	Y	
1	1231	2655	1277	2735	151.0
2	1299	2630	1341	2601	191.0
3	1267	2687	1300	2641	151.0
4	1232	2735	1228	2682	189.0
5	1253	2677	1248	2748	216.0
6	1300	2658	1326	2716	151.0
7	1258	2653	1353	2715	124.0
8	1239	2697	1373	2663	133.0
9	1242	2744	1380	2681	202.0
10	1217	2701	1136	2627	213.0
11	1204	2669	1214	2710	195.0
12	1285	2741	1174	2662	167.0
13	1286	2728	1286	2667	147.0
14	1261	2697	1262	2630	140.0
15	1250	2668	1327	2668	213.0
16	1224	2677	1186	2740	143.0
17	1241	2609	1258	2694	193.0
18	1255	2716	1364	2630	127.0
19	1206	2714	1379	2684	135.0
20	1204	2614	1113	2723	210.0
21	1280	2743	1194	2704	157.0
22	1273	2689	1320	2662	188.0
23	1241	2730	1162	2624	176.0
24	1243	2728	1386	2666	212.0
25	1242	2669	1193	2692	133.0
26	1277	2609	1182	2711	108.0
27	1293	2692	1319	2647	105.0
28	1215	2617	1144	2750	133.0
29	1233	2723	1314	2676	158.0
30	1211	2676	1209	2746	150.0



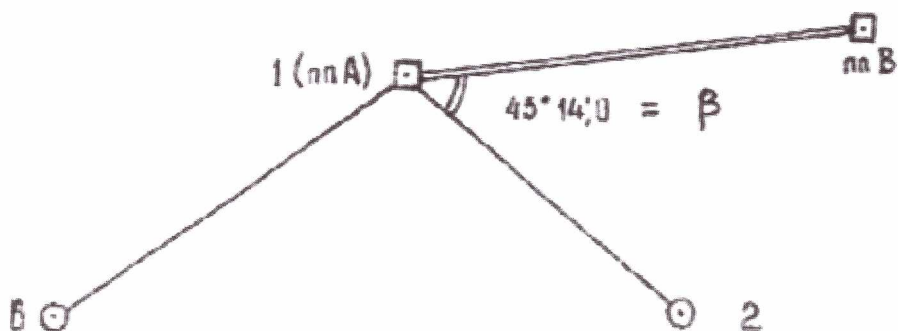
Журнал измерения углов.

№ ст.	№ точки набл.	Отчет по кругу	отсчёты		гориз.угол	средн.знач .гориз.угла	МО	верти к. угол	длина линий
			по гориз.кр угу	по верт.кр угу					
1	6	КЛ	289°5'		117°14'	117°14'15''	0°50'	(1-2)	
	2		172°1'					69,20	
	6	КП	20°4'30''		117°14'30''			69,21	
	2		262°0'						
2	1	КЛ	10°47'		133°23'30''	133°23'	0°10'	(2-3)	
	3		237°3'30''					88,86	
	1	КП	100°4'30''		133°22'30''			88,90	
	3		327°2'						
3	2	КЛ	151°9'30''				0°10'	(3-4)	
	4		49°17'					88,99	
	2	КП	240°0'0''					89,02	
	4		137°7'						
4	3	КЛ	106°8'30''				-1°30'	(4-5)	
	5		1°11'					73,35	
	3	КП	197°0'0''					73,36	
	5		91°48'30''						
5	4	КЛ	200°17'				-2°35'	(5-6)	
	6		49°4'					66,56	
	4	КП	291°6'30''					66,52	
	6		140°3'30''						
6	6	КЛ	15°58'				-0°25'	(6-1)	
	2		266°6'30''					75,11	
	6	КП	105°7'0''					75,14	
	2		355°5'						

Схема теодолитного хода.



Привязка теодолитного хода.



Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода.

Номер станции	Измеренный угол (° ' ")	Исправленный угол (° ' ")	Дирекционный угол (° ' ")	Дирекционный румб (° ' ")	Горизонтальное проложение, м	Приращения координат(м)								Координаты, м		Номер точек	
						Вычисленные				Исправленные				X	Y		
						±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
		$\sum_{=} \beta_{\text{визм}}$				$\sum P =$	$\sum =$	$\sum =$	$\sum =$	$\sum =$	$\sum =$	$\sum =$	$\sum =$				